

INGENIERÍA BIOMÉDICA

Facultad: Ciencias e Ingeniería
Curso: Fundamentos de Biodiseño

ENTREGABLE 9

**MODELADO 3D/AVANCE PROTOTIPADO
ELECTRÓNICO. Plan de usabilidad basado en evidencias.**

Integrantes:

Raí Walter Apesteguía
Anjali Ximena Calero
Santa Cruz
Amira Aguilar Cahuana
Indira Lucel Burga Ríos
Rodrigo Benites Navarro
Maria Fernandes Cáceres
Inga

28 /10/2025

Lima

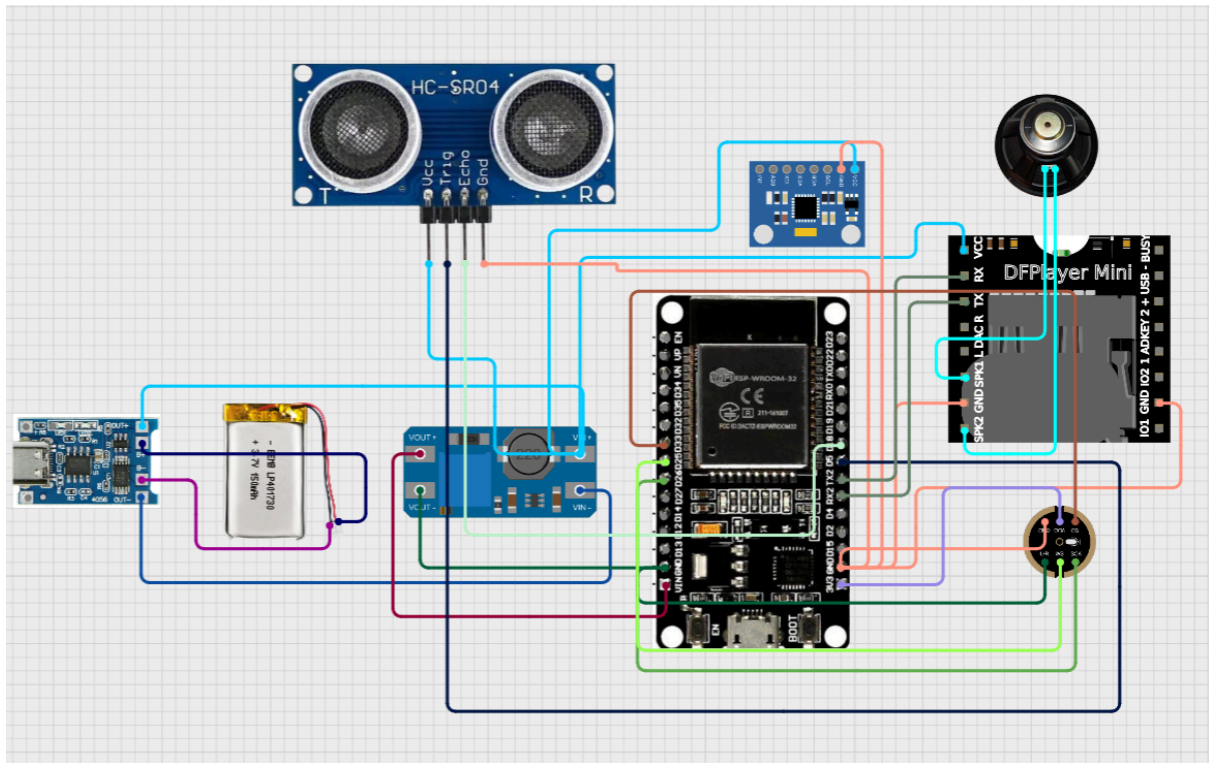
Hardware Electronico

Diseño Esquemático:

Código de arduino:

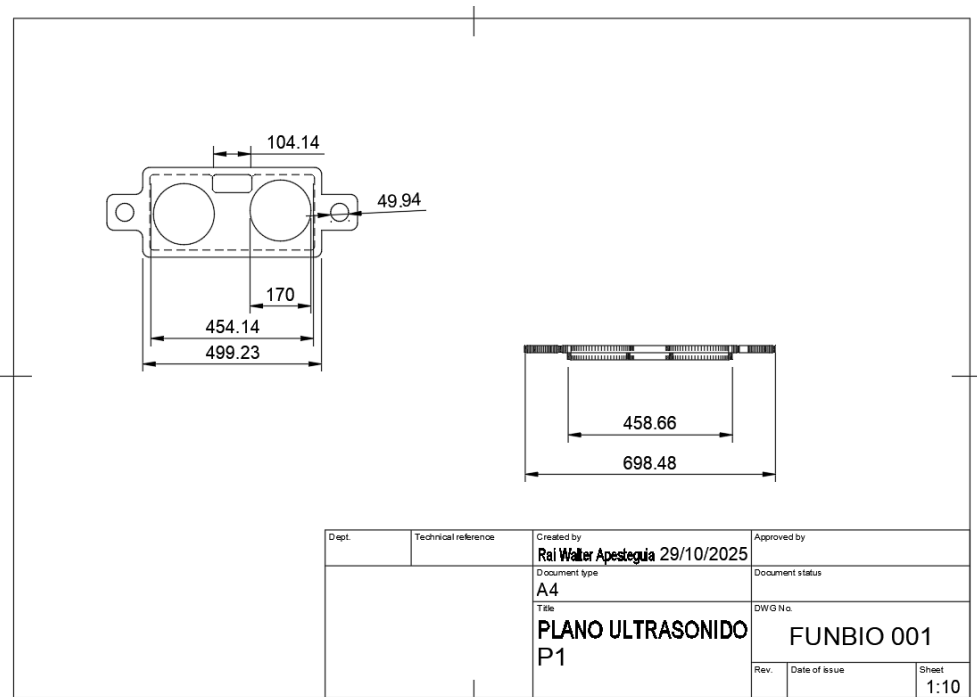
Link del código arduino:

https://drive.google.com/file/d/1LJr5rhF_6k69ZaxEEKWnDMU18srQIWU7/view?usp=sharing

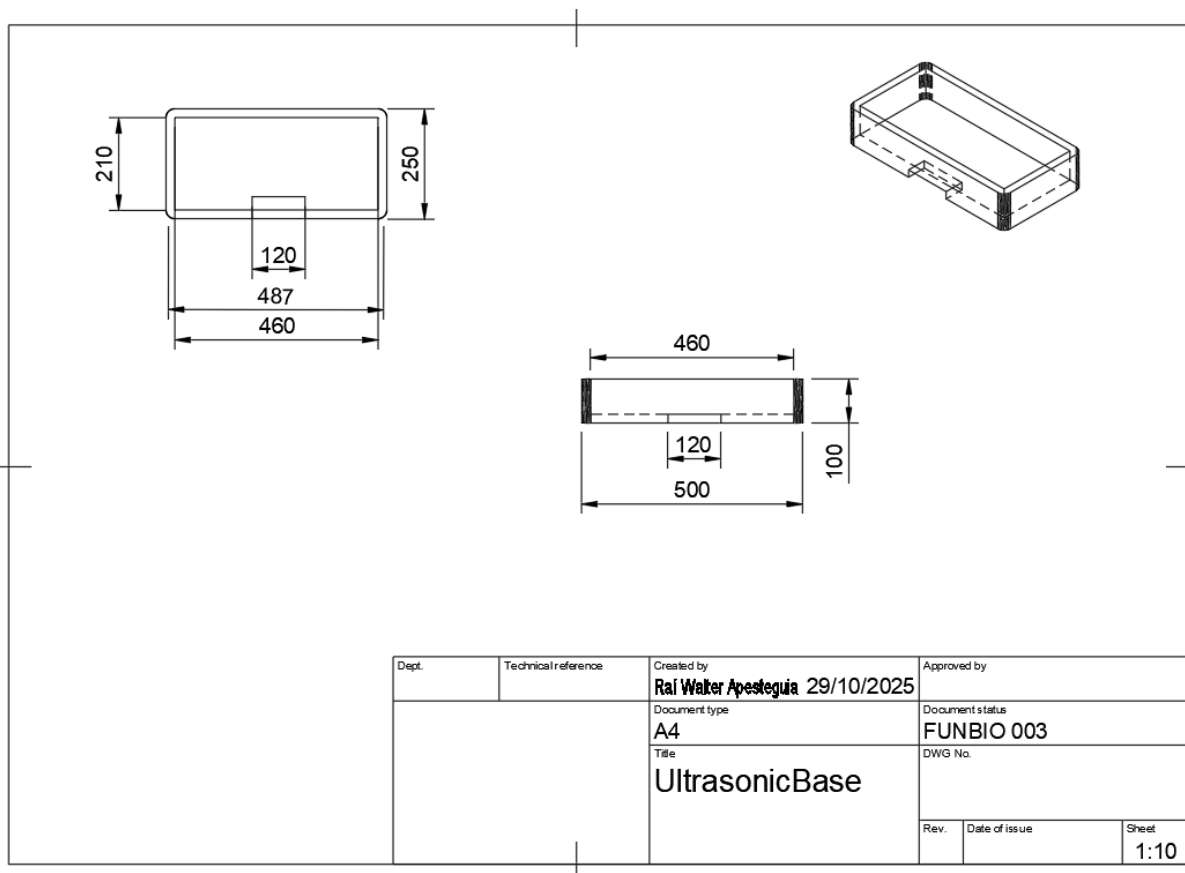


Planos:

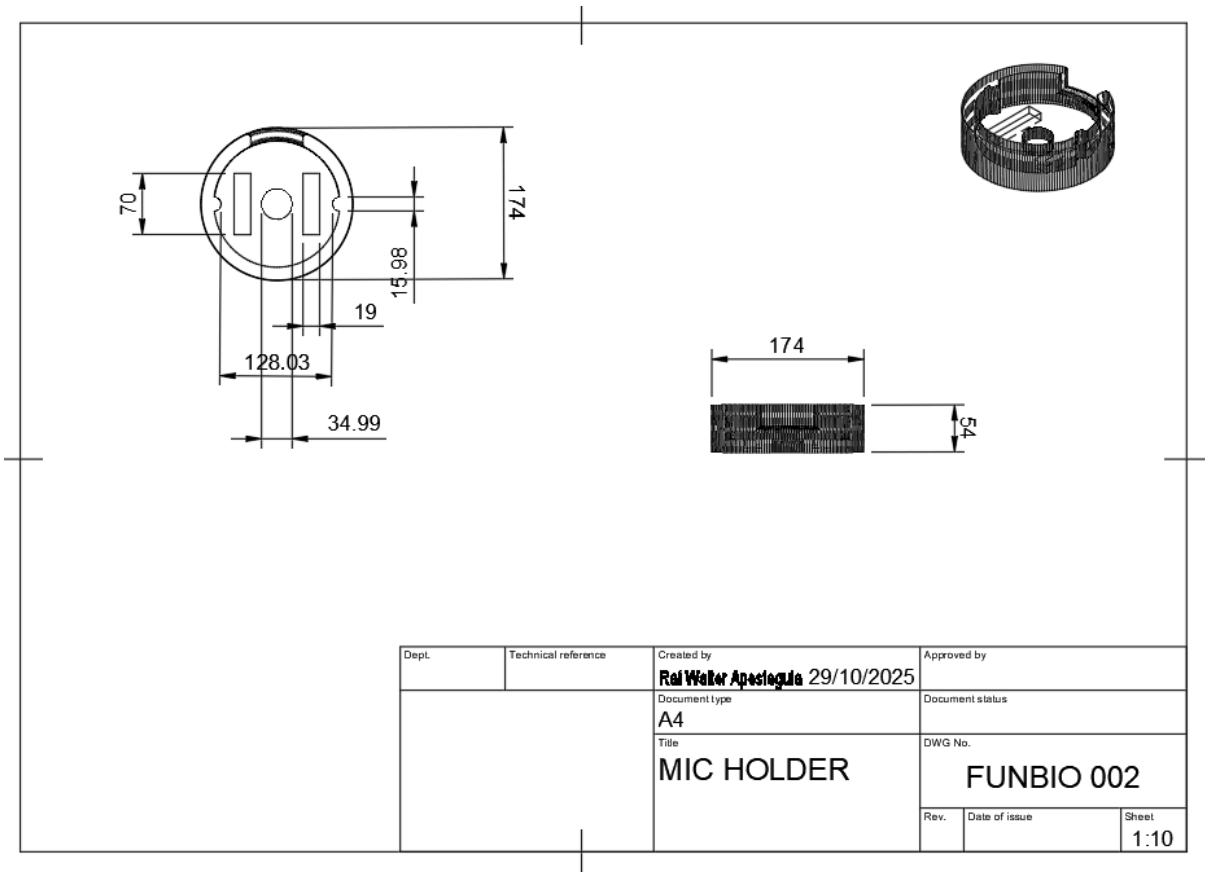
Plano ultrasonido 1:



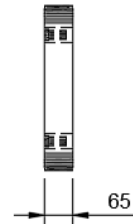
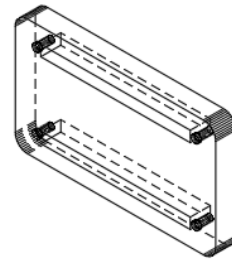
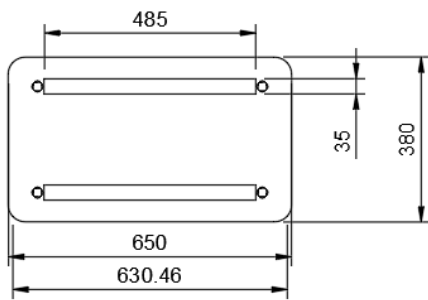
Plano ultrasonido 2:



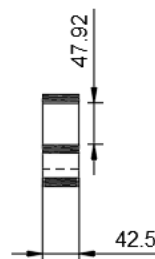
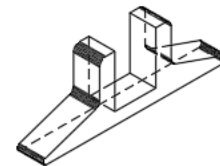
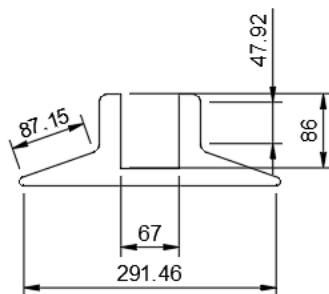
MIC holder:



holder ESP32:



Dept.	Technical reference	Created by Rai Walker Aposteguia 29/10/2025	Approved by
		Document type A4	Document status FUNBIO 004
		Title ESP+32+Holder	DWG No.
Rev.	Date of issue	Sheet 1:10	

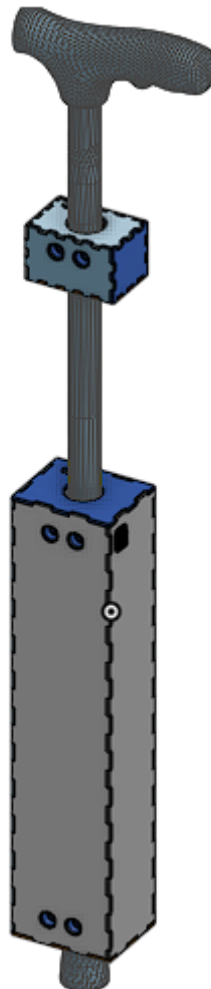


Dept.	Technical reference	Created by Rai Walker Aposteguia 29/10/2025	Approved by
		Document type A4	Document status FUNBIO 005
		Title ESP+32+holder+feet	DWG No.
Rev.	Date of issue	Sheet 1:10	

Plan de usabilidad Basado en evidencias

1.1 Contexto de uso:

Nuestra solución, “Bastón Inteligente” será usado directamente por nuestro paciente al cual está enfocada nuestra solución, en este caso está enfocado para su uso dentro de su hogar, con el objetivo de poder independizar a la movilidad segura de la persona dentro de su vivienda, lo que hará la persona será tener un uso permanente del bastón mientras esté en movimiento y si quiere dirigirse a algún lugar en específico (pre-configurado), tendrá que indicarlo mediante un comando de voz y seguir la guía de direcciones. El enfoque directo de nuestra solución va dirigida en su totalidad a nuestro paciente, buscamos abarcar uno de sus mayores problemas que es su dificultad de independencia para poder desplazarse dentro de su hogar por lo que ese será el sitio fijo donde usará el bastón con frecuencia diaria.



<https://cad.onshape.com/documents/206226bfff013bea26b089af/w/492e32b4136ba2e3fe9c0f64/e/1aa8512e4d1a4b8712395a5b?renderMode=0&uiState=6901aeaac71bc7418082dcb>

1.2 Perfil del usuario:

El usuario es un paciente masculino de 47 años que presenta un trastorno visual-cognitivo a causa de un traumatismo craneoencefálico (TCE) hace dos años. Físicamente no presenta ninguna discapacidad ni debilidad aparente, sin embargo, aunque se conserve la capacidad motriz el paciente refiere cierta lentitud y torpeza en la realización de movimientos que requieran de capacidad visual (recoger un objeto, caminar, etc.). Las referencias que se tienen acerca de su estado psico-emocional señalan un estado de ánimo disfórico debido principalmente a no poder leer ni trabajar como lo hacía antes. El usuario manifiesta nistagmo horizontal, pérdida de memoria a corto plazo y desorientación tanto en lugares conocidos como desconocidos como consecuencia del TCE [1]. Referente a la discapacidad visual del paciente, este padece de movimientos involuntarios y rápidos de lado a lado en los ojos, síntomas propios del nistagmo horizontal [2], ello origina cierto grado de desorientación, descoordinación, mareos y pérdida de estabilidad así como cambios posturales en forma de compensación. Cognitivamente el paciente tiene déficit de memoria a corto plazo, lo que agrava su problema de orientación (con énfasis en lugares poco conocidos), a pesar de ello, nuestro usuario conserva su respuesta a estímulos sensoriales siendo capaz de seguir instrucciones concretas y sencillas. Los datos usados para la realización del perfil de usuario fueron brindados por la Lic. Shirley Pahuachon.

1.3 Análisis de tareas:

Este análisis identifica las **acciones que el usuario realiza** al usar el Bastón Inteligente, señalando las **tareas críticas** que pueden afectar la seguridad o el éxito de uso.

Lista de tareas principales: Tareas de vital importancia que se deben de realizar por parte del usuario que está usando el bastón para poder mejorar su experiencia de uso y no tener complicaciones

<u>Tipo</u>	<u>Tarea</u>
Principal	Encender el bastón (Presionar el botón)
Principal	Esperar comando auditivo
Principal	Dar comando de voz
Principal	Seguir la guía mediante señales auditivas tanto de el comando de voz del bastón como del ultrasonido
Principal	Seguir los pasos para llegar al destino

Tareas críticas (Posibles fallos que pueda tener el bastón y perjudiquen el entendimiento por parte del paciente.

<u>Tarea</u>	<u>Tipo</u>	<u>Razón</u>
Erroz en reconocimiento de voz	Crítica	Puede desorientar al usuario
Fallo del sensor	Crítica	Riesgo de golpe o caída
Desconexión del sistema MPU	Crítica	Error en la guía que conlleve a un golpe
Caída y desconexión	Crítica	El que los sensores no aguantan una caída de una altura razonable perjudica su uso con seguridad

1.4 Criterios de éxito:

Nuestro proyecto, tiene facilidad al momento de identificar sus factores de éxito, nos centramos en 2 características esenciales para poder considerar funcional nuestro bastón inteligente, el primero y más importante es que sea capaz de detectar objetos a una distancia que le permita a la persona reaccionar y evitar golpearse, tiene que resistir caídas pues al tratarse de un bastón puede caerse y tanto el bastón como los componentes tienen que conservarse y no presentar ninguna falla ni desconfiguración, por el lado de la navegación asistida tiene que ser precisa tanto con los pasos como el movimiento captado por el mpu.

Criterio	Característica
----------	----------------

Rango de detección de los ultrasonidos	Al estar en una casa el rango de detección de los 3 sensores de ultrasonido debe de ser de $>30\text{cm}$, $< 1\text{m}$.
Resistencia de caída	Considerando la estatura de un peruano promedio de 174 cm [3], una altura de resistencia de caída tendría que ser $>100\text{cm}$.
Detección de pasos del mpu	<p>Para poder detectar los pasos de manera correcta y poder dar entrada a la siguiente indicación se debería de configurar así:</p> <p>Acelerómetro: $\pm 2\text{g}$ o $\pm 4\text{g}$, elegiremos $\pm 2\text{g}$ [4] pues está pensado para caminatas más simples el de $\pm 4\text{g}$ inclusive el de $\pm 8\text{g}$ es para movimientos más bruscos [5]</p> <p>Giroscopio: $\pm 250\text{ }^{\circ}/\text{s}$, más precisión para movimientos lentos y suaves [4]</p>

Referencias:

- [1] A. L. C. Schneider *et al.*, “Cognitive Outcome 1 Year after Mild Traumatic Brain Injury: Results From the TRACK-TBI Study,” *Neurology*, vol. 98, no. 12, pp. e1248–e1261, Mar. 2022, doi: 10.1212/WNL.0000000000200041.
- [2] “Nistagmo: fisiopatología y características clínicas”, *RSA*, vol. 2, no. 1, pp. 58–69, Jul. 2015, doi: 10.33132/23229659.321.
- [3] Redacción Gestión. “Mapa de la estatura: ¿Los peruanos estamos entre los más altos o los más bajos en el mundo?” *Gestión*, 27 Jul. 2016.
<https://gestion.pe/tendencias/mapa-estatura-peruanos-altos-bajos-mundo-147026-noticia/>.
- [4] STMicroelectronics, “Using LSM303DLH for a tilt-compensated electronic compass,” Application Note AN3192, Aug. 2010.
https://www.st.com/resource/en/application_note/cd00269797-using-lsm303dlh-for-a-tilt-compensated-electronic-compass-stmicroelectronics.pdf
- [5] Ju F., Han X., Zhao M., and Wang S., “Sensor for sports applications: monitoring and assessment of intrinsic capacity enhancement in older adults during brisk walking,” *Frontiers in Public Health*, vol. 13, Article 1659600, 2025. doi: 10.3389/fpubh.2025.1659600.