

Documento Tecnico

SPS BAND

Fecha: 31/07/2025

Profesor:

- Juan Cruz Becerra

Alumnos:

- Mateo Paes
- Matias Sanchez
- Agustin Schiada

Presentación del Proyecto

Descripción del Problema y Solución Propuesta

En los parques nacionales de Argentina, la creciente afluencia turística ha incrementado los casos de extravío de personas, especialmente en zonas de difícil acceso o con señalización deficiente. Estos incidentes generan demoras en los operativos de rescate, altos costos económicos y riesgos para la integridad de los visitantes.

Como solución, se propone el desarrollo de una **pulsera S.O.S.** Está equipada con geolocalización satelital, monitoreo de signos vitales y un botón de emergencia. El dispositivo enviará datos en tiempo real a una estación de control, permitiendo detectar situaciones críticas rápidamente, optimizar los protocolos de búsqueda y reducir significativamente los costos operativos, especialmente en zonas de alta concurrencia como la Patagonia y el Litoral.

Objetivo del Proyecto

Objetivo General de la Pulsera S.O.S.

El objetivo principal de la pulsera S.O.S. es **reducir los tiempos de búsqueda** en reservas naturales y parques nacionales, dado que estos pueden extenderse por períodos indefinidos, desde un día hasta varios días. Este retraso representa un riesgo significativo para la integridad del visitante. La solución busca **acortar esos plazos** y permitir que los protocolos de rescate cuenten con una **estimación horaria más precisa**, optimizando la eficiencia operativa y mejorando la seguridad del usuario.

Objetivo Específicos de la Pulsera S.O.S.

La pulsera S.O.S. incorpora un módulo GPS para la localización del usuario, y se activa mediante un pulsador

1. **Activación manual:** Si el usuario sufre una lesión o se desvía del sendero pero permanece consciente, podrá presionar dos veces un botón de emergencia que enviará su ubicación actual en tiempo real.
2. **Activación automática:** En caso de desmayo, un sensor de pulsos incorporado detectará una frecuencia cardíaca anormalmente baja (por ejemplo, bpm<40 ppm o bpm>120) y activará automáticamente el envío de ubicación a la estación de control.

Además, la pulsera incluirá indicadores LED que informarán al usuario sobre el estado de funcionamiento de los componentes clave: señal de envío, cobertura, nivel de batería, y confirmación de transmisión de datos. Esto brinda al usuario mayor confianza y seguridad durante su uso.

Especificaciones del Sistema

Requerimientos

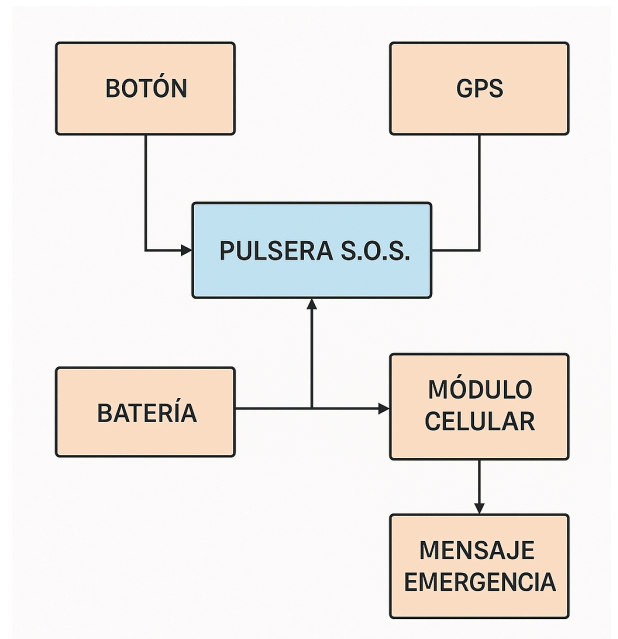
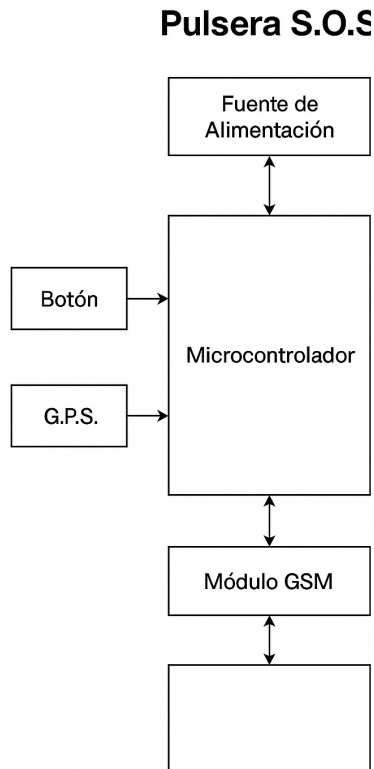
| ID | Categoría | Elemento | Descripción | Tipo (HW/FW) | Prioridad | Comentarios | Columna 1 |
|-----------|-----------|------------------|--|--------------|-----------|--|-----------|
| REQ-FW-01 | Firmware | Comunicación | Envío de la ubicación cada 30 minutos, para establecer un recorrido en el servidor | FW | Alta | No más frecuente porque la comunicación implica un gran uso de energía | |
| REQ-FW-02 | Firmware | Pulsómetro | Precisión requerida para la concentración de bpm | FW | Media | Permite conocer los datos vitales del usuario | FALSE |
| REQ-FW-03 | Firmware | Sensado | El dispositivo debe leer todos los sensores cada 30 minutos | FW | Media | Al igual que la comunicación, implica un consumo significativo además del tiempo adecuado para llevar un rastreo eficiente | |
| REQ-FW-04 | Firmware | Estación terrena | Interfaz gráfica que muestre la ubicación exacta de cada dispositivo, su estado actual | FW | Media | Tiene que dar una facilidad para leer y observar todos los datos, así cualquier usuario lo puede entender, técnico o no | FALSE |

Electronica Digitales IV

| | | | | | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------------|--|-------|-------|--|-------|
| REQ-G EN-01 | Genral | - | - | HW | Alta | Debe funcionar con baterias | FALSE |
| REQ-G EN-02 | Genral | Energía | Determinar el ahorro/carga de batería mediante células solares | HW | Baja | Brindaría una pequeña durabilidad adicional de funcionamiento | |
| REQ-H W-01 | Hardware | Microcon trolador | Debe ser reducido en su tamaño ; un bajo consumo ; compatibilidad con 2G | HW | Alta | Compatible con Deep Sleep | FALSE |
| REQ-H W-02 | Hardware | Comunic acion | debe ser capaz de conectarse a tecnologia 2G; mantener un bajo consumo; gran alcance de conectividad | HW | Alta | El sisetma debe tener una comunicación de largo alcance | FALSE |
| REQ-H W-03 | Hardware | Bateria | precisa una autonomia de 7 dias promedio para un correcto uso del dispositivo | HW | Media | Debe tener un tamaño apropiado, mas o menos a la par con el tamaño del micro | FALSE |
| REQ-H W/FW -01 | Hardware/ Fimware | Rastreo/ Ubicació n | Ubicacion precisa en un rango $\pm 5m$ | HW/FW | Alta | No se necesita una precisión mayor, al ser un radio en el que se va a buscar una persona | FALSE |
| REQ-H W/FW -02 | Fimware | Pulsador SOS | Pulsador que activa la baliza SOS | HW/FW | Alta | Interrumpe el modo de ahorro de energía para enviar una alerta y los datos actuales | FALSE |

Diseño de Hardware

Diagrama en bloques



Componentes utilizados:

- **Max 30102.** Este módulo de frecuencia cardíaca lo elegimos por su accesibilidad y debido a que es preciso en su medición
- **Modem Telit G-30:** Este modem 2G el cual enviará los mensajes, lo utilizamos debido a su sencillez en programación con los protocolos AT.
- **GPS NEO-6:** Este GPS que utilizamos fue debido a que es muy accesible en el mercado y fácil de implementar.
- **Microcontrolador:** NFR 52840: Este fue elegido debido a que es accesible de encontrar en el mercado, además de que cumple con nuestros requisitos. (Bajo consumo de energía, es pequeño, y versátil).
-

Diseño de Firmware / Software Embebido

Arquitectura general:

Diagrama modular: sensor → procesador → transmisión → estación base.

Diagramas

Diagrama Casos de Usos

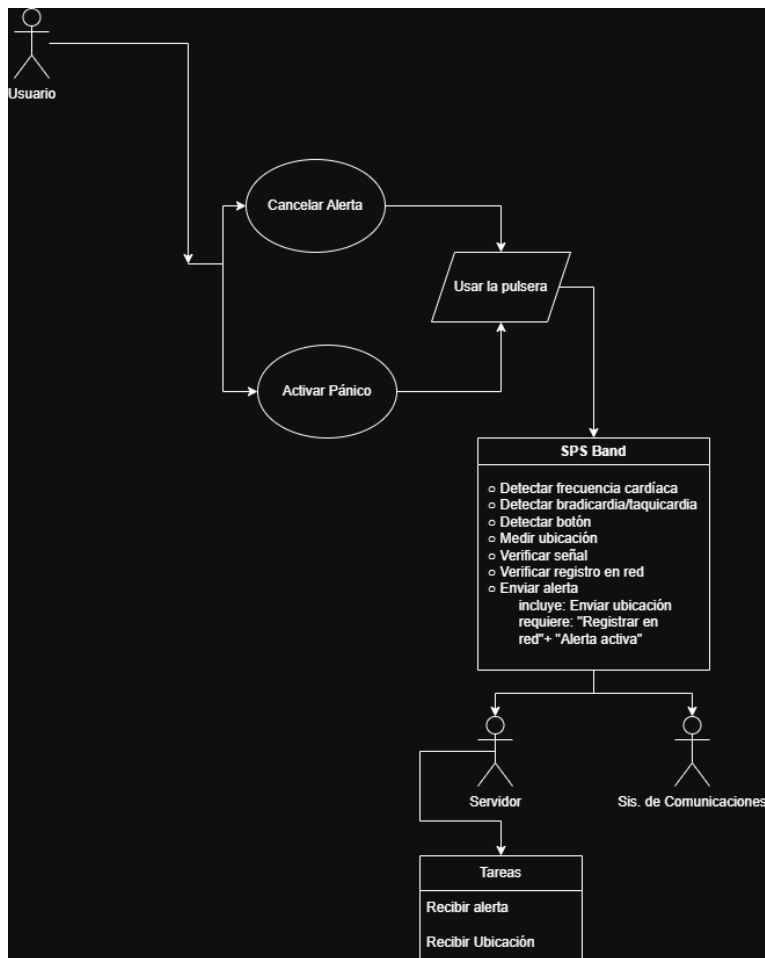


Diagrama de estados

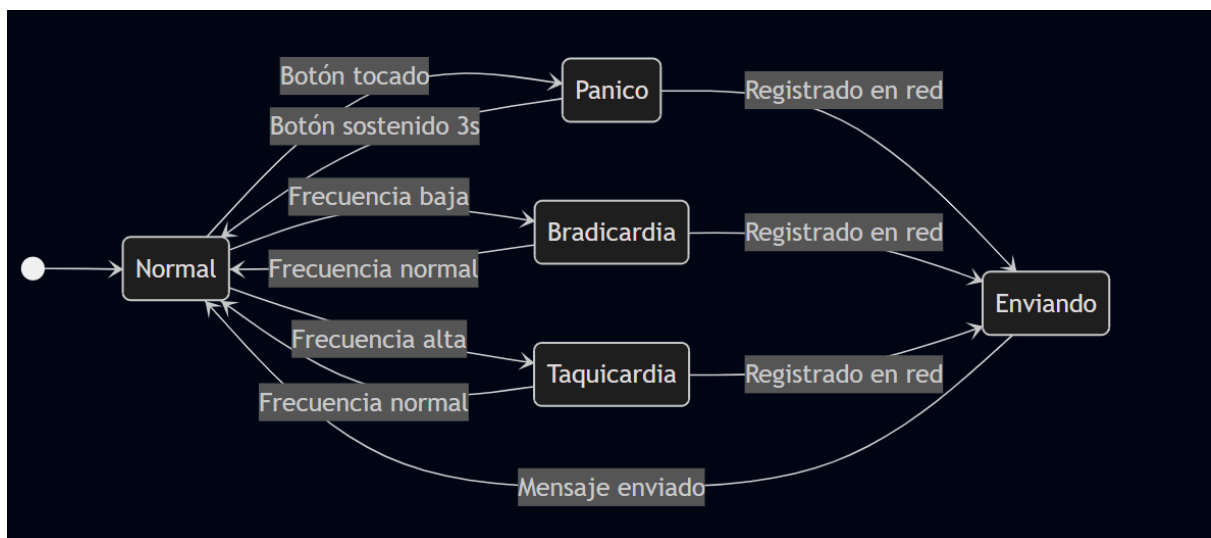


Diagrama de Flujo:

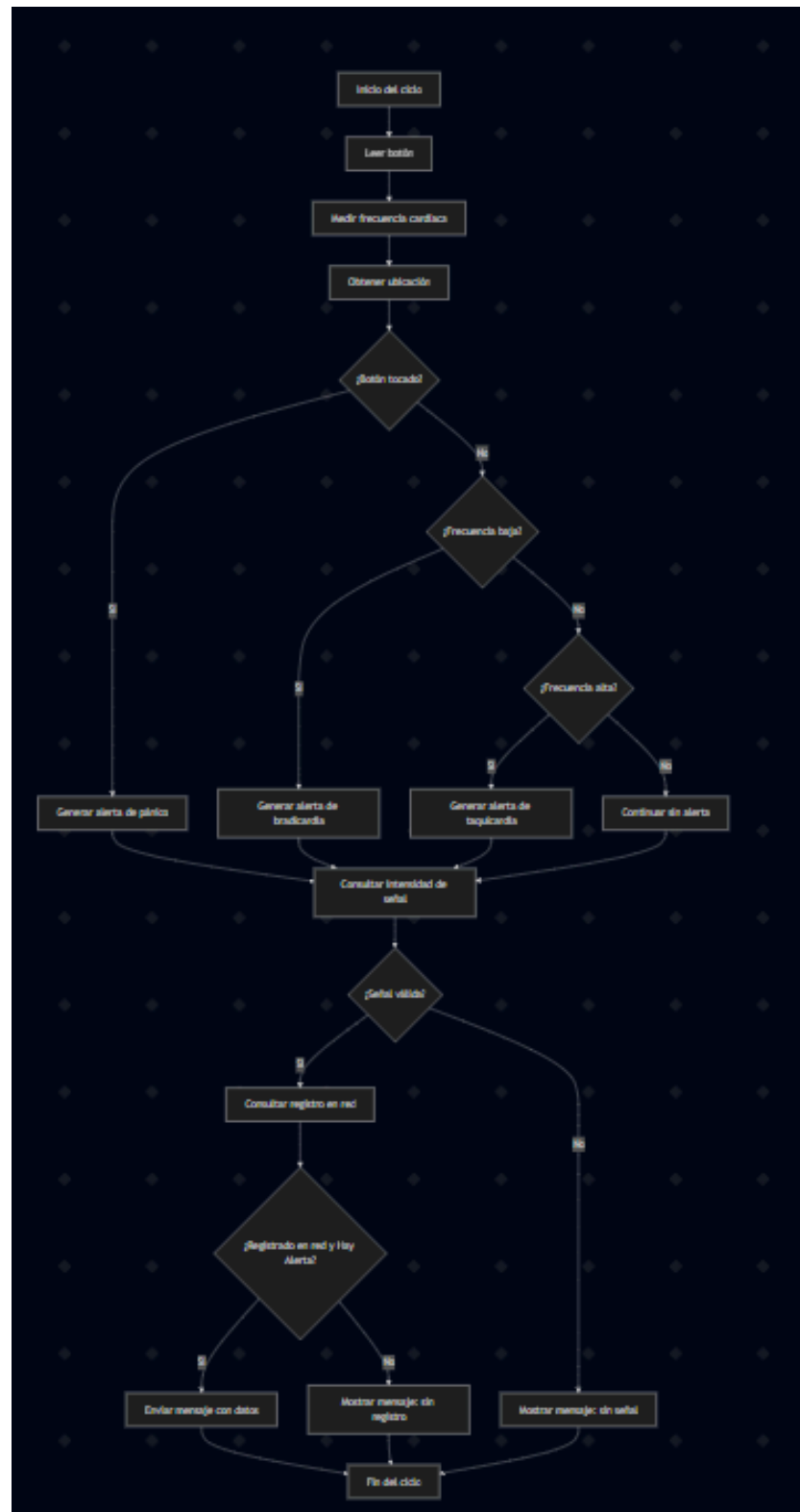
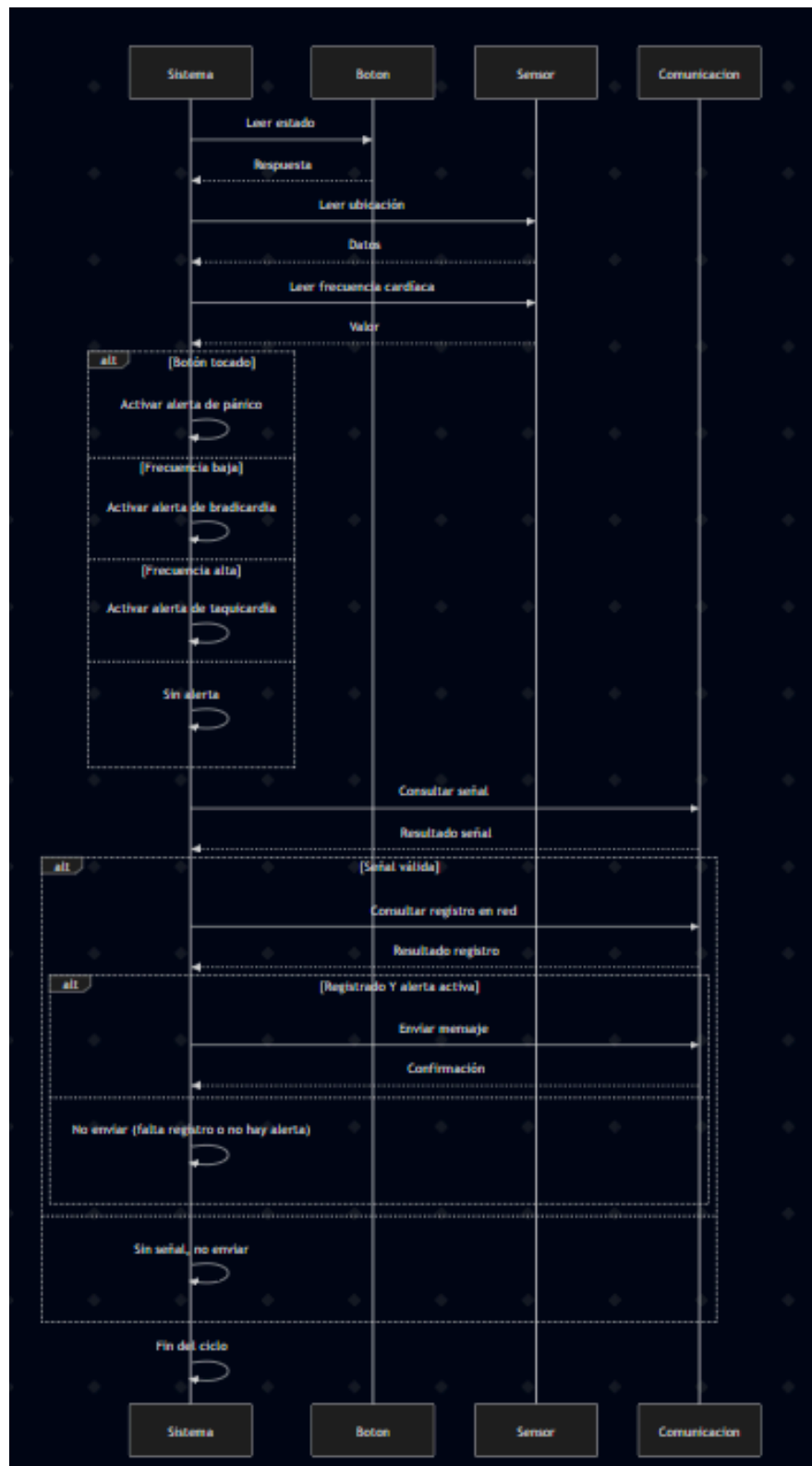


Diagrama de Secuencia



Lenguaje / herramientas

- Lenguaje: C / C++ con Framework de Arduino
- IDE: PlatformIO o Arduino IDE

Tareas principales (pseudocódigo)

- Lectura periódica de sensores (MAX30102, GPS)
- Transmisión periódica cada 10 min
- Activación por pulsador → alerta inmediata
- Manejo de batería baja → priorizar solo GPS/SOS

Periféricos

- **I2C:** Sensor de pulso
- **UART:** GPS, LoRa
- **GPIO:** botón SOS
- **AT:** Modem Telit G-30

Manejo de errores

- Reintento de envío
- Estado de conexión fallida
- Alerta si no hay señal por más de N ciclos

Comunicación y Conectividad

Protocolos utilizados:

- I2C: para MAX 30102
- UART: para GPS, LoRa y 2G
- AT: Modem Telit

Formato de datos:

JSON con los siguientes valores:

- Ritmo cardíaco en distintos estados a definir (bajo, normal, alto e intermedios entre cada uno/advertencias)
- Saturación de oxígeno en sangre en porcentaje (%)
- Link de la ubicación en google maps en el siguiente formato:
[https://www.google.com/maps/place/\[LONGITUD\],\[LATITUD\]](https://www.google.com/maps/place/[LONGITUD],[LATITUD])
- Flag de alerta 01 (activado por el usuario mediante pulsador)
- Flag de alerta 02 (activado por servidor o dispositivo según el ritmo cardíaco)

Envío a servidor:

- LoRa hacia estación base o gateway
- Alternativamente: módulo celular / satelital en versiones futuras

Pruebas y Validación

Metodología de pruebas:

- Pruebas en entorno urbano simulado (colegio)
- Medición de alcance de transmisión
- Validación de precisión GPS y lectura biométrica

Resultados esperados:

- GPS con precisión próxima a 10 metros o menor
- Transmisión de datos al servidor eficiente y funcional
- Lecturas biométricas precisas
- Dimensiones relativamente cercanas a las expectativas dentro del boceto de la maqueta; teniendo un diseño cómodo y ergonómico para la muñeca del usuario.

Ajustes:

- Asegurarse que la SIM, con la que se va a transmitir mediante el uso de la tecnología 2G, sea compatible y tenga suficiente saldo
- En el caso de que el resultado físico o dimensional del PCB del dispositivo sea menor al esperado, rediseñar la carcasa para ocupar menos espacio.
-

Conclusiones y Futuro Desarrollo

- La pulsera ofrece una solución costo-efectiva frente a rescates caros y prolongados.
- Puede reducir el tiempo de búsqueda hasta un 70%.
- A futuro se plantea reemplazo del hardware por una app móvil.
- Mejora la seguridad en actividades de senderismo y ecoturismo.

Anexos

- **Código fuente relevante:**
A completar una vez desarrollado el prototipo.
- **Datasheets principales:**
 - [Supermini nRF52840 - Nordic Semiconductor](#)
 - [MAX30102 - Medición de pulso y oxígeno - Maxim Integrated \(ahora Analog Devices\)](#)
 - [Telit MOT G30 GSM 2G Module](#)
 - [GP-02 GPS Module - GlobalTop](#)
 - [EN-EL 19 - 3.7V 700mAh Li-Ion Nikon Battery](#)
 - [BL-5CB - 3.7V 800mAh Rechargeable Li-Ion NOKIA Battery](#)
- **Planos y diagramas:**
→ Diagrama en bloques ya definido. Pendiente: Esquemático eléctrico y diseño de PCB.
- **Manual de uso del sistema (provisional):**

Electronica Digitales IV

- Colocarse la pulsera en la muñeca.
- Encender el dispositivo.
- Verificar que parpadee el LED de estado.
- En caso de emergencia, presionar el botón SOS durante 3 segundos.
- El sistema enviará ubicación y alerta al centro de monitoreo.