Challenge #1

Sistema IoT para monitoreo temprano de deslizamientos de tierra usando un ESP32. Se integran sensores vía I2C y señales analógicas para monitorear vibración, lluvia, humedad de suelo y temperatura. La lógica de fusión calcula un nivel de riesgo y activa alertas visuales y sonoras.

- Objetivo: detectar cambios de inclinación y condiciones ambientales que indiquen riesgo de deslizamiento y notificar a tiempo.
- Plataforma: ESP32 (3.3 V), bus I2C compartido para sensores/actuadores compatibles y entradas analógicas para módulos que lo requieran.
- Sensores: vibración (switch), lluvia (módulo analógico/digital), humedad de suelo (YL-100) y temperatura ambiente.
- Actuadores: indicadores LED/pantalla I2C y buzzer piezoeléctrico.
- Comunicación interna: I2C + GPIO analógicos/digitales.

▶

Lista de contenidos del proyecto

- Resumen General
- Motivación
- Justificación
- Solución propuesta
 - Restricciones de diseño
 - Arquitectura propuesta
 - o Desarrollo técnico modular
 - Configuración experimental
- Resultados
- Conclusiones y trabajo futuro
- Anexos

▶

Resumen General

Se propone un sistema de monitoreo continuo para zonas con susceptibilidad a deslizamientos, como el propuesto en Tabio y Cajica. El ESP32 integra múltiples sensores para detectar inclinaciones del terreno, vibraciones anómalas y condiciones de humedad/lluvia que incrementan el riesgo. Con una lógica de fusión, el sistema clasifica el estado en Normal, Precaución, Alerta o Emergencia y activa actuadores (pantalla/LED y buzzer) para aviso local. El diseño prioriza bajo consumo, robustez y facilidad de despliegue.

▶

Motivación

- Reducir el impacto humano y material causado por deslizamientos mediante alerta temprana.
- Proveer una solución de bajo costo y rápida instalación para zonas vulnerables.
- Facilitar la obtencion de variables fisicas que influyen en los deslizamientos de tierra, para análisis de patrones y mejora continua.

▶

Justificación

La combinación de inclinación, vibración y humedad es un indicador fiable de inestabilidad del terreno. Un sistema distribuido basado en ESP32 permite muestreo frecuente, procesamiento local y alertas inmediatas sin depender de conectividad constante. El uso de I2C y entradas analógicas simplifica el cableado y reduce costos.

Þ

Solución propuesta

La solución integra sensores en un bus I2C y entradas analógicas, ejecuta una lógica de fusión de datos recompilados por distintos sensores especificos a cada variable fisica, para puntuar el riesgo y activa actuadores según el nivel resultante. Se contemplan módulos de adquisición, filtrado, decisión y notificación.

Sensores considerados:

- Vibración (switch): conteo de activaciones por minuto.
- Lluvia (módulo analógico/digital): intensidad y estado de lluvia.
- Humedad de suelo (YL-100): medición de humedad relativa.
- Temperatura ambiente: medición de temperatura y gradientes.

Actuadores considerados:

- Pantalla/indicadores LED (idealmente I2C u opcionalmente GPIO).
- Buzzer (GPIO/PWM) con distintos patrones según el nivel.

El detalle de parámetros y umbrales se encuentra en ParametrosYsensores.md.

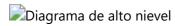
Restricciones de diseño

- Plataforma: ESP32 a 3.3 V; todos los sensores/actuadores deben ser compatibles o incluir nivelación adecuada.
- Robustez: operación estable en intemperie; protección contra humedad; pull-ups I2C adecuados;
- Latencia: detección y actualización de estado en segundos, con señales visuales o auditivas, con ventanas de suavizado para evitar falsos positivos.

- Costo: uso de módulos comerciales económicos y disponibilidad local.
- Usar solo dispositivos embebidos como (ESP32, Arduino, Intel galileo)

Arquitectura propuesta

Vista de alto nivel del sistema:



Flujo de datos:

- 1. Obtencio de datos periódico de sensores
- 2. Filtrado y cálculo de variables fisicas.
- 3. Puntuación de riesgo por reglas y tabla de decisión.
- 4. Accionamiento de alertas locales y generacion de eventos.

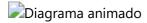
Notas de implementación:

- Evitar direcciones I2C en conflicto; documentar el escaneo de bus.
- Usar resistencias pull-up en SDA/SCL (típ. 4.7 kΩ) si no están en los módulos.
- Mantener cables I2C cortos o usar topología adecuada para ambientes ruidosos.

Desarrollo tecnico modular

- Diagramas modulares
- Diagrama de flujo
- Esquematico de hardware desarrollado
- Estandares de diseño de ingenieria aplicados

Módulos propuestos:



- Adquisición de datos: drivers I2C/ADC, temporización de muestreo.
- Fusión/decisión: reglas por umbral.
- Alertas: control de LED/pantalla y patrones de buzzer.

Diagrama de flujo (general):



1. Inicio.

PROFESSEUR: M.DA ROS

- 2. Lectura de vibración + lluvia + humedad + temperatura.
- 3. Filtrado y cálculo de indicadores (activaciones/min, % humedad, intensidad lluvia).
- 4. Cálculo de puntaje de riesgo y mapeo a estado.
- 5. Actualizar actuadores y notificar evento si cambia el estado.

Diagrama de flujo de algoritmo avanzado para deteccion de deslizamientos.

Configuracion experimental

Objetivo: validar umbrales y la matriz de decisión reduciendo falsos positivos/negativos.

Escenarios de prueba:

- Inclinación: variaciones controladas en lapsos de 10 minutos para evaluar ∆inclinación por rangos (Normal→Emergencia).
- Vibración: pulsos mecánicos de distinta frecuencia y duración; prueba de activación continua > 5 s.
- Lluvia: simulación de intensidades (seco→torrencial) y persistencia > 30 min.
- Humedad de suelo: transición de seco-saturado y combinación con lluvia.
- Temperatura: pruebas en rangos bajos (<5 °C) y cambios rápidos (si el sensor disponible lo permite).

Métricas:

 Tiempo de detección por nivel (s), tasa de falsas alarmas, estabilidad del estado, consumo promedio.

Notas:

- Calibración inicial: valores base de suelo seco y nivel cero de inclinación en reposo.
- Registrar series temporales para análisis posterior.

▶

Resultados

Analisis

No se incluyen mediciones definitivas en esta versión. Propuesta de reporte:

- Tabla con tiempos de reacción por escenario y nivel.
- Curva de vibración (activaciones/min) vs. estado.
- Evolución de % humedad y lluvia en eventos prolongados.
- Matriz de confusión preliminar (TP/FP/TN/FN) por clases de riesgo.

Observaciones esperadas:

- La combinación de inclinación + vibración incrementa la precisión frente a usar un solo sensor.
- Lluvia persistente y suelo saturado elevan el nivel 1 punto en promedio.

Pendientes (TBD):

• Capturar dataset en campo/laboratorio y ajustar umbrales finos.

▶

Conclusiones

• retos y trabajo futuro

Conclusiones preliminares:

- La fusión de señales mejora la detección temprana de inestabilidad del terreno.
- La arquitectura basada en ESP32 con I2C/ADC simplifica el cableado y reduce costos.

Retos y trabajo futuro:

- Validación en campo y ajuste de umbrales por sitio.
- Integración de comunicación externa (LoRa/WiFi) para telemetría (TBD).
- Gestión de energía avanzada para operación prolongada con baterías (TBD).
- Esquemático y PCB robustos para intemperie (TBD).

Anexos

PROFESSEUR: M.DA ROS

- Parámetros, umbrales y lógica detallada: ParametrosYsensores.md.
- Enunciado del reto: Enunciado_Chx1_IoT_252 1.pdf.

Referencias consultadas

- El Moulat, M.; Debauche, O.; Mahmoudi, S.; Aït Brahim, L.; Manneback, P.; Lebeau, F. (2018).
 "Monitoring System Using Internet of Things For Potential Landslides". Procedia Computer Science, Vol. 134, pp. 26-34. DOI: 10.1016/j.procs.2018.07.140. Breve: Propuesta de arquitectura IoT (sensores, adquisición y procesamiento) para monitoreo y alerta temprana de deslizamientos.
 Enlace: https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.140
- Soegoto, E. S.; Fauzi, F. A.; Luckyardi, S. (2021). "Internet of things for flood and landslide early warning". Journal of Physics: Conference Series 1764 012190. DOI: 10.1088/1742-6596/1764/1/012190. Breve: Uso de IoT como soporte a sistemas de alerta temprana para inundaciones y deslizamientos en contextos turísticos. Enlace: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012190
- Bhardwaj, R. B. (2021). "Landslide Detection System Based on IOT". (Preprint / artículo en ResearchGate). Breve: Implementación conceptual de un sistema de detección de deslizamientos apoyado en sensores IoT para monitoreo continuo. Enlace: https://www.researchgate.net/publication/350069472_Landslide_Detection_System_Based_on_IOT
- (Vladimir Henao-Céspedes1, Yeison Alberto Garcés-Gómez1, María Nancy Marín Olaya). (2023).
 "Landslide early warning systems: a perspective from the internet of things. Documento PDF (cloudfront) revisión/perspectiva sobre sistemas de alerta temprana de deslizamientos. IJECE
- (Natural Hazards) DOI: 10.1007/s11069-022-05524-3. (2022). A first step towards a IoT-based local early warning system
 for an unsaturated slope in Norway y Luca Piciullo, Vittoria Capobianco y Hakon Heyerdahl Investigacion/s11069-022-05524-3.pdf. Breve: Artículo de la revista Natural Hazards relacionado con evaluación/gestión de riesgo de deslizamientos.