

Parámetros y Lógica de Sensores para Detección de Deslizamientos

// **Nota:** Los valores aquí presentados son estimaciones iniciales y son generados con IA

🌀 LÓGICA DE FUSIÓN DE SENSORES

1. MPU6050 - Sensor de Inclinación y Aceleración

Variables a medir:

- **Ángulo de inclinación X, Y, Z** (grados)
- **Aceleración en los 3 ejes** (m/s²)
- **Velocidad angular** (deg/s)

Umbrales críticos:

NORMAL: Δ inclinación $< 0.5^\circ$ en 10 min
PRECAUCIÓN: Δ inclinación $0.5^\circ - 1.0^\circ$ en 10 min
ALERTA: Δ inclinación $1.0^\circ - 2.0^\circ$ en 10 min
EMERGENCIA: Δ inclinación $> 2.0^\circ$ en 10 min

Aceleración anómala: $> 0.2g$ en cualquier eje

Algoritmo:

- Calcular inclinación cada 1 segundo
- Promedio móvil de 10 lecturas
- Detectar cambios graduales Y súbitos

2. Vibration Switch - Detector de Vibraciones

Variables a medir:

- **Estado digital** (HIGH/LOW)
- **Frecuencia de activaciones** por minuto

Umbrales críticos:

NORMAL: 0-2 activaciones/minuto
PRECAUCIÓN: 3-5 activaciones/minuto
ALERTA: 6-10 activaciones/minuto
EMERGENCIA: >10 activaciones/minuto o activación continua

Algoritmo:

- Contar pulsos en ventana de 60 segundos
 - Filtrar vibraciones por viento/animales (< 200ms)
 - Activación continua > 5 segundos = EMERGENCIA
-

3. Rain Detection Module - Detector de Lluvia

Variables a medir:

- **Intensidad de lluvia** (analógica 0-1023)
- **Estado lluvia** (digital TRUE/FALSE)

Umbrales críticos:

```
Sin lluvia:      0-100 (valor analógico)
Lluvia ligera:   101-300
Lluvia moderada: 301-600
Lluvia intensa: 601-900
Lluvia torrencial: >900
```

Algoritmo:

- Promedio de intensidad en 5 minutos
 - Detectar lluvia persistente > 30 minutos
 - Factor multiplicador de riesgo según intensidad
-

4. YL-100 - Sensor de Humedad del Suelo

Variables a medir:

- **Humedad del suelo** (% 0-100)
- **Saturación relativa** comparada con valor base

Umbrales críticos:

```
Suelo seco:      0-30%
Suelo húmedo:    31-60%
Suelo mojado:    61-80%
Suelo saturado:  81-100%
```

Algoritmo:

- Establecer valor base en suelo seco
 - Calcular incremento relativo
 - Saturación > 80% + lluvia = RIESGO ALTO
-

5. Temperature Sensor - Sensor de Temperatura

Variables a medir:

- **Temperatura ambiente** (°C)
- **Gradiente térmico** (cambios rápidos)

Umbrales críticos:










Riesgo por congelación: < 5°C
Riesgo por deshielo: 5°C - 15°C tras período frío
Temperatura normal: > 15°C

Algoritmo:

- Factor de riesgo adicional en temperaturas extremas
- Ciclos hielo-deshielo aumentan inestabilidad del suelo

ALGORITMO DE FUSIÓN INTELIGENTE

Matriz de Decisión:

Inclinación	Vibración	Humedad	Temperatura	RESULTADO
✗	✗	✗	Normal	NORMAL 
☑	✗	✗	Normal	PRECAUCIÓN 
✗	☑	✗	Normal	PRECAUCIÓN 
✗	✗	☑	Normal	PRECAUCIÓN 
☑	☑	✗	Normal	ALERTA 
☑	✗	☑	Normal	ALERTA 
✗	☑	☑	Normal	ALERTA 
☑	☑	☑	Normal	EMERGENCIA 
Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	< 5°C	+1 Nivel 

Código de Lógica (Pseudocódigo):

```
int riskScore = 0;  
bool riesgoInclinacion = false;  
bool riesgoVibracion = false;  
bool riesgoHumedad = false;
```

```
// Evaluar cada sensor
if (deltaInclinacion > UMBRAL_INCLINACION) {
    riesgoInclinacion = true;
    riskScore++;
}

if (vibrationCount > UMBRAL_VIBRACION || vibrationSwitch == HIGH) {
    riesgoVibracion = true;
    riskScore++;
}

if (soilMoisture > 80 && rainIntensity > 300) {
    riesgoHumedad = true;
    riskScore++;
}

// Factor temperatura
if (temperature < 5) riskScore++;

// Determinar estado
if (riskScore == 0) estado = NORMAL;
else if (riskScore == 1) estado = PRECAUCION;
else if (riskScore == 2) estado = ALERTA;
else estado = EMERGENCIA;
```

SISTEMA DE ALERTAS

Pantalla LED:

- **Verde:** Datos normales en tiempo real
- **Amarillo:** Advertencia + valor del sensor en riesgo
- **Naranja:** Alerta + valores críticos parpadeando
- **Rojo:** Emergencia + mensaje "EVACUACIÓN"

Buzzer:

- **Silencio:** Estado normal
- **Beep corto c/10s:** Precaución
- **Beep intermitente c/2s:** Alerta
- **Beep continuo:** Emergencia

FUNCIONES AVANZADAS PARA 5.0

1. Algoritmo Predictivo:

```
bool detectarTendencia() {
    // Analizar últimas 10 lecturas
```

```
if (ultimas10Lecturas[0] < ultimas10Lecturas[9]) {  
    return true; // Tendencia empeorando  
}  
return false;  
}
```

2. Auto-calibración:

- Recalibrar sensores cada 24 horas
- Establecer nuevos valores base según condiciones

3. Memoria de eventos:

- Guardar últimos 100 eventos en EEPROM
- Análisis de patrones históricos

4. Modo Sleep inteligente:

- Reducir frecuencia de muestreo en condiciones normales
- Aumentar frecuencia cuando se detecta riesgo

Esta lógica garantiza una **detección temprana y precisa** combinando múltiples señales para minimizar falsos positivos.