

MODELO DE IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES SÍSMICOS EN ZONAS VULNERABLES DE ECUADOR PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURALES

MODEL FOR THE IMPLEMENTATION OF SEISMIC SENSORS IN VULNERABLE AREAS OF ECUADOR FOR THE PREVENTION OF NATURAL DISASTERS

Klever Patricio Morales Guamán¹, Milton Paul López Ramos², Rebeca Mariana Moposita Lasso³, René Alfonso Barragán Torres⁴

{kpmorales@pucese.edu.ec¹, milton.lopez@unach.edu.ec², rebeca.moposita@esPOCH.edu.ec³, rene.barragan@esPOCH.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 16/06/2025 / Fecha de aceptación: 30/06/2025 / Fecha de publicación: 01/07/2025

RESUMEN: Ecuador, por su ubicación en la costa del Pacífico y dentro del Cinturón de Fuego, enfrenta un riesgo sísmico permanente. A lo largo de su historia, ciudades como Ambato, Esmeraldas y Pedernales han sido afectadas por terremotos devastadores, lo que evidencia la necesidad de contar con sistemas de alerta temprana accesibles. En este contexto, se desarrolló un sensor sísmico de bajo costo basado en tecnología Arduino, que utiliza un acelerómetro para detectar vibraciones y emite alertas mediante un LED y un zumbador. Su diseño simple y replicable lo hace ideal para comunidades urbanas y rurales. La investigación fue de tipo cuantitativo, descriptivo y predictivo, y se aplicó una encuesta a 240 personas distribuidas en las 24 provincias del país. Los resultados muestran que un 62 % de los encuestados considera útil implementar estos sensores en sus comunidades, y un 74 % cree que el Estado debería priorizar su instalación, aun con altos costos. Además, el 59 % tiene conocimientos básicos sobre su funcionamiento. En conclusión, existe un alto nivel de aceptación social hacia esta tecnología. Su bajo costo y facilidad de implementación la convierten en una herramienta viable para fortalecer la prevención sísmica en Ecuador, especialmente si se acompaña de educación y políticas públicas.

Palabras clave: alerta, arduino, seguridad, sismo

ABSTRACT: Ecuador, due to its location on the Pacific coast and within the Ring of Fire, faces a permanent seismic risk. Throughout its history, cities such as Ambato, Esmeraldas,

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-4033-6900>.

²Universidad Nacional de Chimborazo, <https://orcid.org/0000-0002-1685-214X>.

³Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, <https://orcid.org/0009-0004-9181-1008>.

⁴Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, <https://orcid.org/0009-0001-9790-0608>.

and Pedernales have experienced devastating earthquakes, highlighting the urgent need for accessible early warning systems. In this context, a low-cost seismic sensor was developed using Arduino technology, which employs an accelerometer to detect vibrations and triggers alerts through an LED and a buzzer. It's simple and replicable design makes it suitable for both urban and rural communities. This research followed a quantitative, descriptive, and predictive approach. A survey was conducted with 240 participants from all 24 provinces of the country. Results show that 62% of respondents believe the implementation of seismic sensors would be useful in their communities, and 74% think the government should prioritize their installation, even if it involves significant costs. Furthermore, 59% of those surveyed reported having basic knowledge of how these sensors work. In conclusion, there is a high level of social acceptance for this technology. Its low cost and ease of implementation make it a viable tool to strengthen seismic prevention in Ecuador, especially when combined with education and supportive public policies.

Keywords: alert, arduino, safety, earthquake

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo donde los riesgos naturales, tecnológicos y sociales están presentes de forma constante. Esta realidad ha demostrado la importancia de contar con estrategias sólidas de prevención y gestión del riesgo, enfocadas principalmente en proteger vidas humanas y reducir las pérdidas materiales, sociales y económicas que pueden derivarse de eventos adversos (1). En este escenario, Ecuador representa un caso especialmente vulnerable debido a su ubicación geográfica y condiciones geológicas.

El país se sitúa dentro del Anillo de Fuego del océano Pacífico, una de las áreas tectónicas más movidas del mundo, responsable de cerca del noventa por ciento de todos los sismos que se registran a nivel global. En este contexto, el roce entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana genera sucesivos episodios de subducción que mantienen acumulada una gran cantidad de energía en forma de tensión, energía que un día se libera repentinamente en forma de terremotos. Cuando esas ondas sísmicas alcanzan la superficie, su paso devastador puede hundir edificios, cortar servicios esenciales y, lamentablemente, arrebatarse vidas humanas (3).

A lo largo de su historia, Ecuador ha soportado varios terremotos de magnitud considerable. Desastres como los de Ambato en 1949, el de Esmeraldas en 2016 y el más reciente que sacudió a Pedernales confirman que estos eventos han dejado huellas profundas en la estructura social, económica y física del país (4). Sin embargo, muchas zonas, sobre todo las rurales o de escasos recursos, siguen sin disponer de redes de monitoreo sísmico eficaces. La ausencia de este instrumento limita su capacidad de respuesta y, por ende, aumenta la vulnerabilidad ante futuros sismos (5).

En este contexto, resulta fundamental contar con herramientas accesibles y funcionales que permitan detectar de forma oportuna movimientos sísmicos, para así activar mecanismos de evacuación o alertas. Gracias al avance de tecnologías de bajo costo, hoy es posible desarrollar

soluciones prácticas y replicables. Un ejemplo de ello es el uso de plataformas como Arduino, que permiten la construcción de sensores sísmicos económicos pero funcionales (6).

Al integrar acelerómetros y microcontroladores, estos sensores pueden registrar cambios en el movimiento del suelo y activar alertas inmediatas a través de dispositivos simples, como un LED o un zumbador (5,15). Dado que su instalación no demanda infraestructura sofisticada ni formación técnica profunda, resultan una alternativa accesible para comunidades rurales, escuelas, gobiernos municipales o redes ciudadanas que quieran mejorar sus medidas de prevención.

Más allá del dispositivo en sí, este tipo de propuestas promueven una cultura de prevención, fomentando la participación ciudadana, el conocimiento técnico básico y el compromiso comunitario con la gestión de riesgos. La democratización de estas tecnologías puede fortalecer las capacidades de respuesta local y descentralizar los sistemas de monitoreo que, en muchos casos, están concentrados únicamente en las grandes ciudades (8).

En este marco, el objetivo de la presente investigación es diseñar, construir y validar un prototipo de sensor sísmico de bajo costo utilizando tecnología Arduino, y analizar la percepción ciudadana sobre su utilidad, aceptabilidad y potencial de implementación en las distintas provincias del Ecuador, con el fin de aportar a la cultura de prevención y la respuesta oportuna ante eventos sísmicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar el estudio se eligió un diseño cuantitativo, puesto que se buscaba reunir información concreta y numérica que indicara cómo percibe la población ecuatoriana la ciudadanía el uso de sensores sísmicos diseñados con plaquetas Arduino. Esta estrategia permite examinar los datos desde una óptica estadística y, de ese modo, dar un soporte firme a las conclusiones que se presenten (1).

La investigación se clasificó como descriptiva y predictiva. La parte descriptiva permitió detallar cómo funciona el prototipo, sus componentes, y su utilidad en distintas regiones del país. La dimensión predictiva, por su parte, buscó proyectar la viabilidad del modelo en escenarios reales, considerando la exposición sísmica del Ecuador y las limitaciones actuales en sistemas de alerta temprana (2).

Se realizaron ensayos en un laboratorio controlado para ajustar la sensibilidad del sensor a vibraciones ligeras y moderadas, comprobando su respuesta ante varios grados de movimiento (5,16).

Para recoger percepciones, se usó un cuestionario estructurado de preguntas cerradas, previamente validado en una prueba piloto con veinte personas de distintas regiones; sus sugerencias permitieron afinar la redacción, el orden y la claridad de los ítemes antes de aplicar el instrumento a la muestra definitiva. Esta revisión aseguró que cada participante entendiera correctamente las preguntas y que las respuestas obtenidas fueran consistentes y tratables.

Para seleccionar la muestra, se encuestó a 240 personas repartidas de forma pareja entre las 24 provincias de Ecuador, es decir, diez individuos por territorio. Esa cifra se fijó con el propósito de conseguir un equilibrio geográfico y reflejar la diversidad sociocultural del país, de modo que el resultado ofreciera una primera imagen representativa. El equipo optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia, lo que implica que se reclutaron personas disponibles y dispuestas a colaborar, poniendo énfasis en la rapidez logística y en el acceso tanto a áreas urbanas como rurales (4). Aunque este enfoque tiene limitaciones estadísticas evidentes, logró una cobertura nacional bastante extensa.

Simultáneamente a la aplicación de la encuesta, el equipo desarrolló el prototipo siguiendo una metodología ágil, caracterizada por su adaptabilidad, ciclos cortos de trabajo e incorpora una cultura de mejora continua. En el armado del dispositivo se utilizaron componentes accesibles y asequibles: un acelerómetro triaxial, una placa Arduino Nano, un zumbador piezoeléctrico y un LED. Se realizaron pruebas en laboratorios donde la temperatura, la luz y el ruido eran constantes, lo que permitió ajustar la sensibilidad del sensor a vibraciones leves y moderadas y confirmarle respuesta en varios niveles de movimiento (5,16).

La unión del análisis estadístico con el trabajo técnico hizo posible valorar no solo si el sensor funcionaba, sino también si la gente estaba dispuesta a aceptarlo, brindando así una visión amplia que cubre tanto el rendimiento del equipo como la actitud de la comunidad ante su uso (6).

Para analizar la información obtenida, se optó por Microsoft Excel, una herramienta que organizó tabuló y presentó gráficamente las respuestas de las encuestas. Se calcularon frecuencias absolutas y relativas, junto con porcentajes por provincia y por pregunta, lo que simplificó la lectura de las tendencias generales de la percepción ciudadana.

RESULTADOS

1.1. Ciudadanos y sensores sísmicos en el ámbito local: apoyo claro a una alerta temprana más robusta.

Con el fin de determinar cuán útil, aceptada y factible sería en Ecuador un sistema de alerta temprana basado en sensores sísmicos de bajo coste, se diseñó una encuesta breve de cuatro preguntas esenciales. El cuestionario se distribuyó entre 240 personas de todo el país, asignando de forma equivalente diez participantes a cada una de las veinticuatro provincias. Este procedimiento garantizó la representación de todas las regiones ecuatorianas y permitió recoger una variedad de opiniones y perspectivas. Al mismo tiempo, se tuvo en cuenta la diversidad social, económica y cultural que caracteriza a cada territorio, lo que enriquece el análisis y suministra un panorama más completo sobre la percepción pública de esta tecnología.

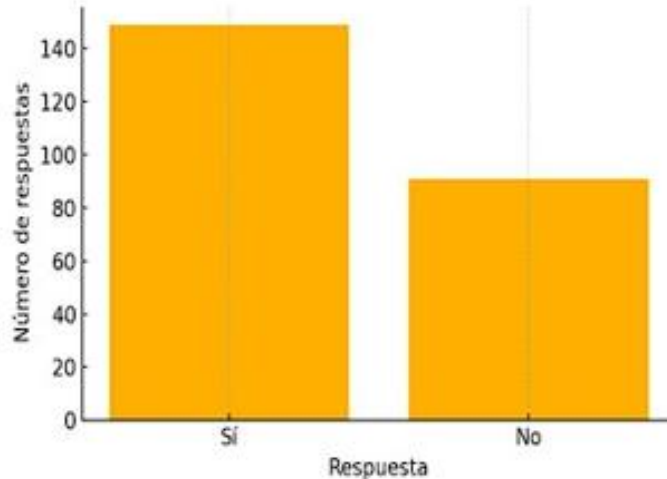


Figura 1. ¿Sería de utilidad un sensor sísmico en su localidad?

Los resultados de la primera pregunta muestran que 149 encuestados, es decir, el 62,08 % del total, creen que un sensor sísmico sería útil en su día a día. En cambio, 91 personas, que representan el 37,92 %, se manifestaron en contra de esa idea. Este dato deja ver un notable interés por parte de la ciudadanía en disponer de tecnologías que ayuden a prevenir y manejar el riesgo sísmico, sobre todo en un país como Ecuador, que constantemente enfrenta esa amenaza.

La fuerte mayoría positiva apunta a que las comunidades valoran un sistema de alerta temprana capaz de ofrecer segundos cruciales para actuar, ya sea evacuando a personas o desconectando servicios críticos. Esa necesidad se siente aún con más urgencia en zonas donde la infraestructura es precaria y las instituciones tienen poco margen para responder ante emergencias; allí, un breve aviso puede ser la diferencia entre salvar vidas y sufrir pérdidas dolorosas.

Asimismo, la disposición positiva hacia este tipo de soluciones tecnológicas evidencia una creciente conciencia social en torno a la gestión del riesgo, así como una apertura hacia la integración de herramientas innovadoras en la vida cotidiana con el fin de fortalecer la seguridad comunitaria. La percepción favorable captada a través de esta primera pregunta se constituye, por tanto, en un insumo relevante para la validación social del proyecto y en una base sólida para futuras fases de implementación y escalabilidad del sistema propuesto.

1.2. Percepción sobre la efectividad de sensores sísmicos en la reducción de la mortalidad ante eventos telúricos

Uno de los aspectos más importantes al evaluar tecnologías enfocadas en la gestión del riesgo es entender si la gente cree que realmente pueden salvar vidas. Por eso, dentro de la encuesta se incluyó una pregunta específica para conocer qué opinan las personas sobre el impacto que podría tener un sensor sísmico en la reducción de muertes causadas por terremotos. La

intención de esta pregunta fue establecer una relación clara entre el uso de alertas tempranas y la posibilidad real de minimizar las consecuencias más graves de un sismo.

Los resultados obtenidos, presentados en la Figura 2, permiten conocer el nivel de confianza de la ciudadanía en este tipo de soluciones tecnológicas. Además, ofrecen información valiosa sobre cómo la población percibe el papel que pueden cumplir estas herramientas en momentos críticos.

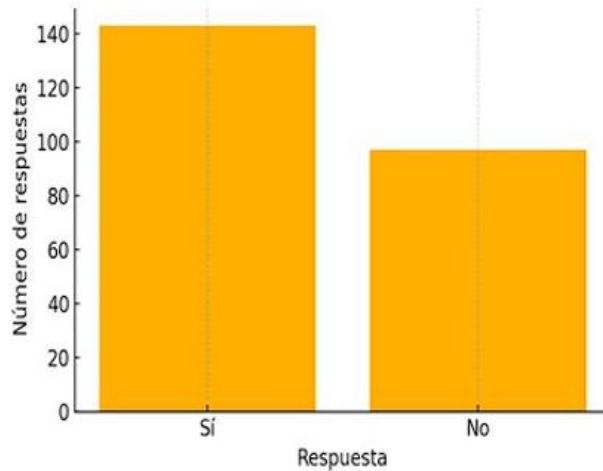


Figura 2. ¿Cree usted que este sensor sísmico ayudaría a disminuir las tasas de mortalidad a causa de sismos?

Frente a esta pregunta, 143 personas (59,58%) respondieron afirmativamente, mientras que 97 (40,42%) manifestaron dudas o desacuerdo con la afirmación. Este resultado sugiere que existe una comprensión creciente sobre la importancia de los sistemas de alerta temprana como mecanismos de mitigación del riesgo. Sin embargo, también refleja la existencia de un sector de la población que no está completamente convencido de su efectividad. Este escepticismo podría deberse a la falta de experiencias previas con este tipo de tecnologías o al desconocimiento de cómo operan en la práctica. En todo caso, el porcentaje mayoritario de respuestas positivas constituye un respaldo relevante al desarrollo del prototipo propuesto en este estudio.

1.3. Prioridad estatal frente al riesgo sísmico: percepción ciudadana sobre la inversión en sensores a escala nacional

La gestión del riesgo de desastres no solo depende de la tecnología o de la preparación comunitaria, sino también del compromiso de las instituciones públicas para impulsar acciones preventivas (9,18,19) que protejan a la población, incluso si eso requiere tiempo, esfuerzo y recursos importantes. Pensando en esto, dentro de la encuesta se incluyó una pregunta para conocer qué piensa la ciudadanía sobre el rol del Estado en la implementación de sensores sísmicos en todas las provincias del país.

La intención fue explorar si existe un respaldo social hacia políticas públicas que apuesten por sistemas de alerta temprana, aunque su puesta en marcha implique inversiones económicas elevadas o procesos largos. Los resultados de esta consulta, mostrados en la Figura 3, ofrecen

una mirada valiosa sobre cuánto apoyo existe entre la población para que esta medida se convierta en una prioridad nacional. Además, permiten entender el grado de acuerdo colectivo respecto a la necesidad de actuar desde el gobierno para fortalecer la prevención ante los riesgos sísmicos.

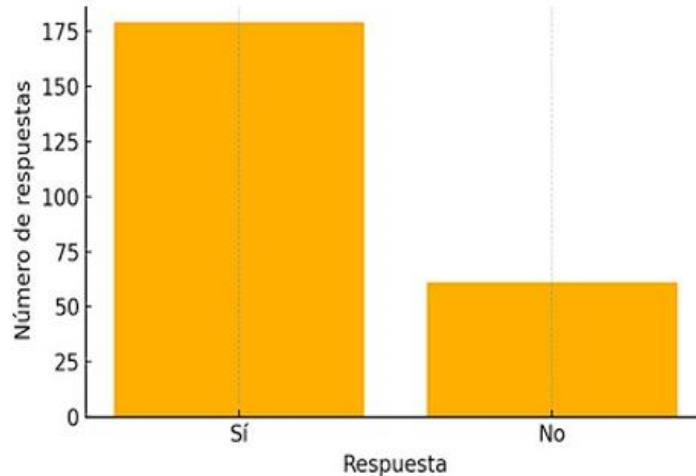


Figura 3. *¿Considera que el Gobierno Ecuatoriano debería priorizar la implementación de sensores sísmicos en cada provincia, aunque sea costoso y lleve tiempo?*

La pregunta planteada pretendió indagar sobre la disposición de la ciudadanía frente a una inversión estatal sostenida en sensores sísmicos a lo largo del territorio. De los 240 encuestados, 179 manifestaron estar a favor de que el Gobierno priorice el proyecto, aun entendiendo que ello conlleva altos costos y plazos largos; esto equivale al 74,58 % del total. En el extremo opuesto, sólo 61 personas, o el 25,42 %, se mostraron en desacuerdo con la propuesta. Este patrón sugiere que la mayoría claramente considera el riesgo sísmico un tema que debe ocupar un lugar central en la agenda pública. La tendencia observada puede leerse, por tanto, como un consenso social a favor de reforzar acciones preventivas y de gestión del riesgo desde una mirada sostenida y gubernamental.

Esta respuesta muestra que, en general, la ciudadanía ha madurado al entender que las soluciones tecnológicas ante el riesgo no son sencillas ni instantáneas. Más bien, la mayoría de quienes responden a la encuesta acepta que lograr avances serios demanda tiempo, dinero y una mirada orientada al futuro. Por tanto, el amplio apoyo observado no solo da legitimidad social a la opción técnica, sino que también revela disposición conjunta para impulsar políticas que pongan en primer plano la seguridad y la capacidad de recuperación frente a sismos.

1.4. Nivel de conocimiento ciudadano sobre sensores sísmicos: comprensión y familiaridad con su funcionamiento

La incorporación real y efectiva de tecnologías para la gestión del riesgo como los sensores sísmicos no depende solamente de que estos dispositivos estén disponibles o sean instalados. También es fundamental que la población entienda qué son, cómo funcionan y para qué sirven.

Por eso, en la encuesta se incluyó una pregunta específica para conocer qué tan familiarizada está la gente con el concepto y el funcionamiento básico de un sensor sísmico.

Contar con esta información es clave para saber si las personas están preparadas para apropiarse de esta tecnología, y también para diseñar futuras estrategias de comunicación y educación que ayuden a que estos sensores sean comprendidos, aceptados e integrados de forma real en la vida comunitaria. Los resultados de esta consulta, presentados en la Figura 4, ofrecen una primera mirada sobre el nivel de alfabetización tecnológica de la población ecuatoriana en relación con este tipo de dispositivos.

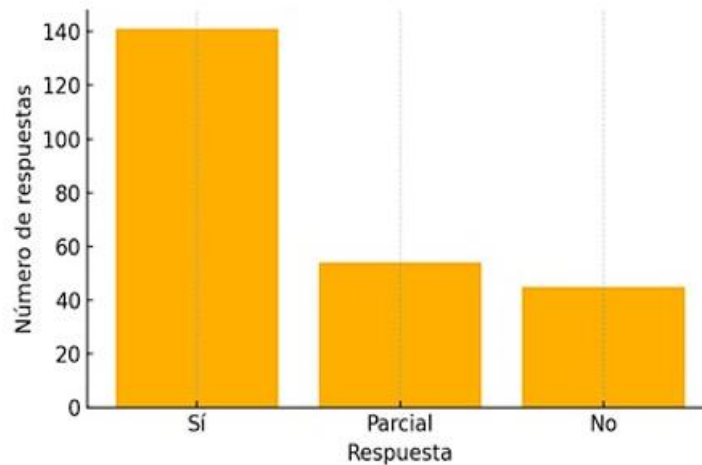


Figura 4. ¿Sabía usted qué es un sensor sísmico y cómo funciona?

Respecto al nivel de conocimiento de la ciudadanía, 141 personas (58,75%) afirmaron saber qué es un sensor sísmico y cómo funciona; 54 (22,50%) se auto-clasificaron como conocedores parciales y 45 (18,75%) dijeron no saber nada del tema. Estas cifras apuntan a una base informativa relativamente fuerte, aunque también muestran que urge profundizar la formación y la divulgación. Mientras la mayoría tiene nociones elementales, una parte notable sigue sin entender cómo operan estos dispositivos. Por eso, cualquier plan para instalar sensores sísmicos tendría que incluir campañas educativas que garanticen un uso correcto y el máximo aprovechamiento del sistema.

En términos generales, los resultados obtenidos indican que la ciudadanía valora positivamente la idea de instalar sensores sísmicos en su entorno. La gran mayoría de los encuestados sostiene que dichos aparatos serían útiles en la identificación temprana de temblores, que pueden contribuir a salvar vidas y que el Gobierno debería financiar su colocación, aun asumiendo costos altos y la complejidad logística asociada. Un respaldo tan sólido es vital para el éxito de cualquier innovación, porque la confianza y la voluntad de la gente para hacer uso de la nueva tecnología constituyen, sin duda, uno de los principales motores de su adopción.

Sin embargo, los resultados también muestran que aún existen vacíos de información y conocimiento técnico sobre cómo operan estos sensores. Este punto es clave, porque una ciudadanía bien informada no solo usa mejor estas herramientas, sino que también puede

ayudar en su cuidado, mantenimiento y mejora (7,17). Por eso, es necesario incluir la educación tecnológica como parte de cualquier estrategia pública de prevención, sobre todo en zonas más vulnerables.

Aunque el estudio comenzó con doscientos cuarenta participantes, su cobertura en todas las provincias ofrece un primer panorama valioso sobre lo que la ciudadanía opina en cada rincón del país (20). Para trabajos futuros, sería ideal aumentar esa muestra e incluir variables como edad, nivel educativo o experiencias previas con sismos; así se capturaría con mayor detalle la diversidad de realidades.

En resumen, los hallazgos muestran un fuerte apoyo social a la idea de sensores sísmicos construidos en Arduino. Esa aceptación, sumada al coste reducido y a la sencillez de montaje, convierte esa solución en algo concreto y urgente para Ecuador. De todos modos, habrá que complementarla con campañas informativas, cursos de capacitación y respaldo institucional, que aseguren uso efectivo, sostenible y accesible para todos.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación reflejan una tendencia clara: la mayoría de la gente en Ecuador acepta usar sensores sísmicos de bajo costo, sobre todo si entiende cómo funcionan. Este hallazgo se alinea con la opinión de Soler Llorens, que afirma que la educación y la tecnología son igualmente vitales para reducir riesgos. No es suficiente con instalar aparatos; la comunidad debe aprender, confiar en ellos e incorporarlos de forma práctica a su vida cotidiana.

Además, se evidenció que las personas que conocían el funcionamiento básico del sensor mostraron mayor disposición a su implementación, mientras que aquellas que lo desconocían eran más escépticas. Esta correlación refuerza lo dicho por Puchol y Díaz: para que una tecnología sea efectiva en contextos de prevención, debe ir acompañada de alfabetización sísmica, educación comunitaria y estrategias de comunicación cercanas.

El estudio enfatiza que los sistemas de alerta deben ser inclusivos y accesibles, sobre todo en áreas rurales o con pobre conectividad. Esta recomendación coincide con el mensaje del Instituto Geofísico, que sugiere que cada red de alarmas tenga al menos dos vías de comunicación y se ajuste a las particularidades de cada lugar. En definitiva, la herramienta debe adaptarse a la gente, no al revés.

El prototipo presentado se ve como una opción viable porque es barato, sencillo de manejar y fácil de copiar. Figueroa recuerda que el triunfo de cualquier tecnología va mucho más allá de los componentes técnicos; depende también del clima social y del nivel educativo de la comunidad. Por eso, seguir funcionando requerirá capacitación constante, respaldo de las instituciones y un genuino interés de los vecinos.

CONCLUSIONES

Los sensores sísmicos contruidos sobre la plataforma Arduino gozan actualmente de una notable aceptación entre la población ecuatoriana, lo que sugiere que las comunidades están dispuestas a integrar herramientas tecnológicas que refuercen su seguridad ante terremotos. Esta apertura social fortalece la viabilidad del proyecto, tanto desde el ángulo técnico como desde el compromiso comunitario que puede movilizar.

El grado de confianza que las personas depositan en este dispositivo depende, en gran medida, del conocimiento que tengan sobre su funcionamiento. Esta observación pone de relieve la importancia de ofrecer información clara, formación práctica y un lenguaje accesible, de manera que la ciudadanía no sólo valore la innovación, sino que también la entienda y la utilice de forma efectiva.

Además, el modelo presentado es suficientemente económico, fácil de ensamblar y adaptable, de modo que puede reproducirse en barrios populares o en aldeas remotas sin requerir recursos avanzados. Sin embargo, para que siga operando bien con el tiempo, su implementación debe ir unida a campañas informativas, respaldo oficial y, sobre todo, al cultivo diario de una cultura preventiva que mantenga alerta a los vecinos ante el riesgo sísmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moreano R, Caiza P. Validación experimental del uso del sensor Arduino Uno para la determinación de aceleraciones y desplazamientos en estructuras. *Rev Int Ing Estruct.* 2018;23:341–56.
2. Figueroa RG. Metodologías tradicionales vs. metodologías ágiles. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja; 2008.
3. Fugarazzo R, Gadea M, Caballero M, Souza de Assumpção M, Figueres V. The seismic zones in Paraguay. *Rev Cienc Fac Educ Nat Exactas.* 2021;12(1):10–20.
4. Moser A, Bruner J, Day B. *Geospatial Data and Analysis.* Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.; 2017.
5. Mukherjee S, Kumar A, Goswami S. *Big Data Simplified.* Bengaluru: O'Reilly Media, Inc.; 2019.
6. Gonzalo de Diego B, González Aguña A. Diseño e implementación robótica de un sistema de atención en cuidados en niños a propósito de la disfagia. *Enferm Glob.* 2016;10(3).
7. Nano A. *Arduino Nano: A MOBICON Company.* Mantech; 2018. Disponible en: <http://www.mantech.co.za/datasheets/products/a000005-6s.pdf>
8. Mora Miranda RV. Estrategias comunitarias de prevención de desastres. *J Boliv Cienc.* 2016;50.
9. d'Ercole R, Trujillo M. Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador. Quito: Instituto de Altos Estudios Nacionales; 2023.
10. Puchol IS, Díaz GA. Supererupciones de la caldera de Ilopango, El Salvador. ResearchGate

- \[Internet]. 2015 \[citado 2025 Jul 15]. Disponible en: [\[https://www.researchgate.net/publication/283579961\]](https://www.researchgate.net/publication/283579961)(<https://www.researchgate.net/publication/283579961>)
11. Rivera F, Segovia M. Breves fundamentos sobre los terremotos de Ecuador. Quito: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional; 2007.
 12. Soler Llorens JL. Diseño, implementación y validación de sistemas de adquisición de datos sísmicos basados en Arduino. Universidad Politécnica de Valencia; 2019.
 13. Instituto Geofísico. Informes de los últimos sismos \[Internet]. Quito: IG-EPN; 2023 \[citado 2025 Jul 15]. Disponible en: [\[https://www.igepn.edu.ec\]](https://www.igepn.edu.ec)(<https://www.igepn.edu.ec>)
 14. Tarbuck EJ, Lutgens FK. Ciencias de la Tierra. 8.ª ed. Madrid: Pearson Educación; 2005.
 15. Arduino. Arduino Nano Technical Specifications \[Internet]. Arduino.cc; 2023 \[citado 2025 Jul 15]. Disponible en: [\[https://docs.arduino.cc/hardware/nano\]](https://docs.arduino.cc/hardware/nano)(<https://docs.arduino.cc/hardware/nano>)
 16. Gómez J, Ponce F. Diseño e implementación de un sistema de monitoreo sísmico utilizando Arduino y acelerómetros. Rev Politécnica. 2020;46(2):22–9.
 17. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC). Public Awareness and Public Education for Disaster Risk Reduction: Key Messages. Ginebra: IFRC; 2011.
 18. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022. Nueva York: Naciones Unidas; 2022.
 19. Ministerio de Gestión de Riesgos del Ecuador. Plan Nacional de Respuesta ante Terremotos. Quito: Gobierno del Ecuador; 2020.
 20. Cedeño M, Vélez L. Evaluación del impacto de sistemas de alerta temprana en comunidades vulnerables del Ecuador. Rev Ciencia y Tecnología. 2021;12(1):50–8.