

ECOGUARD: TECNOLOGÍA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN DE TALA ILEGAL EN EL AMAZONAS

ECOGUARD: artificial intelligence technology for the detection of illegal logging in the amazon

Autores:

Mathias Sebastián Huamán Zevallos
Fredd Martin Quispe Barzola

Docente asesor:

Cesar Hereña Robles

I.E. N° 20955-19 “Valle Hermoso”

Tercer grado de secundaria

RESUMEN

El estudio tuvo el objetivo de proponer el desarrollo de un sistema distribuido capaz de detectar automáticamente actividades de tala ilegal en áreas extensas de la Amazonía. Se empleo para su construcción la placa Arduino Nano Sense 33 Ble, Modulo GPRS, Placa ESP 32, Modulo ESP32 y batería recargable de 2500 mAh; mientras, la progresión de los códigos se realizó en la plataforma Edge Impulse. El estudio concluye con el prototipo de un sistema tecnológico de detección automatizado mediante el sonido de motosierras

Palabras claves: Deforestación, amazonia, ilegal, detección e inteligencia artificial.

Huamán, M. y Quispe, F. (2025). ECOGUARD: tecnología de inteligencia artificial para la detección de tala ilegal en el Amazonas. *Kuskanchaq*, 3(1), 51-63

ABSTRACT

The study aimed to propose the development of a distributed system capable of automatically detecting illegal logging activities in large areas of the Amazon. The Arduino Nano Sense 33 Ble board, GPRS module, ESP 32 board, ESP32 module and a 2500 mAh rechargeable battery were used for its construction; meanwhile, the progression of the codes was carried out on the Edge Impulse platform. The study concludes with the prototype of an automated technological detection system using the sound of chainsaws

Keywords: Deforestation, Amazon, illegal, detection and artificial intelligence.

INTRODUCCIÓN

El informe de National Geographic (2024) “Deforestación, todavía se puede frenar esta crisis climática”; menciona que la deforestación impulsada por la agricultura, ganadería, tala y minería ilegal, ha devastado 43 millones de hectáreas de bosques en los últimos 13 años. Además, la tala y minería ilegal, son asociados a menudo con la corrupción y la violencia, socavando los esfuerzos de conservación y perpetuando un ciclo de degradación ambiental y social.

La Amazonía peruana alberga una de las mayores extensiones de bosques tropicales del mundo, posicionando al Perú como el noveno país con mayor superficie forestal a nivel global y el segundo en Sudamérica (FAO, 2020). Sin embargo, las regiones donde se ubican estos bosques especialmente en Loreto, Madre de Dios, Junín y Ucayali, enfrentan desafíos significativos relacionados con la tala ilegal y el tráfico de productos forestales maderables. A tal punto de haber alcanzado en el 2020 una cifra récord con más de 200 mil hectáreas deforestadas.

Según un estudio sobre la tala ilegal en la Amazonía peruana entre 2004 y 2009, la ilegalidad se concentraba principalmente en las concesiones forestales, pero posteriormente se desplazó hacia los bosques locales y, más recientemente, hacia las comunidades nativas que poseen permisos para la extracción de madera; sin embargo, para 2017, estos representan el 62% del flujo no controlado de madera en la región (Gobierno Regional de Loreto, 2017).

Por otro lado, ante la ausencia de legisladores, agentes policiales y/o fiscalizadores, los comuneros son quienes toman acción de proteger sus bosques enfrentándose a amenazas y atentados contra sus vidas. Es el caso de la comunidad de Santa Rosillo de Yanayacu.

KUSKANCHAQ

Tal como se reporta en el estudio realizado los taladores operan de forma organizada, al iniciar el proceso de depredación se atrincheran con armas de fuego amenazando a cualquiera que se acerque al lugar.

La tala ilegal en la Amazonía peruana es una problemática compleja con graves consecuencias ambientales, sociales y económicas. Esta actividad no solo contribuye a la deforestación y pérdida de biodiversidad, sino que también exacerba el cambio climático al liberar grandes cantidades de dióxido de carbono. Socialmente, afecta a las comunidades indígenas y locales que dependen del bosque, provocando desplazamientos, pérdida de medios de vida y conflictos territoriales. Económicamente, genera pérdidas significativas para el Estado debido a la evasión fiscal y la depreciación del capital forestal, distorsionando el mercado y perjudicando la inversión legal. Los retos para solucionar esta problemática son grandes e incluyen la necesidad de fortalecer los mecanismos de monitoreo y control, mejorar la coordinación institucional, promover alternativas económicas sostenibles y aumentar la transparencia en la cadena de valor forestal.

Este proyecto tiene como fin, frenar la deforestación y la degradación del suelo para garantizar la conservación de los recursos naturales y la protección de las comunidades que dependen de ellos, tanto directa como indirectamente.

Objetivo del estudio

Proponer el desarrollo de un sistema distribuido capaz de detectar automáticamente actividades de tala ilegal en áreas extensas de la Amazonía.

Determinación de la alternativa de solución tecnológica

Problema Tecnológico y sus Causas

La tala ilegal en la Amazonía peruana representa una amenaza crítica para la biodiversidad, el clima global y las comunidades locales. Las causas subyacentes de esta problemática son multifacéticas: (1) la inmensidad de la Amazonía, escasez de recursos humanos, tecnológicos y económicos, (2) métodos de detección ineficientes, tradicionales y costosos, (3) corrupción y crimen organizado, y (4) demanda de madera y otros recursos crea incentivos económicos para esta actividad ilícita.

Alternativa de Solución Tecnológica: Sistema de Detección Acústica con Inteligencia Artificial

Para enfrentar este desafío, proponemos una solución tecnológica innovadora: un sistema de detección acústica basado en inteligencia artificial. Este sistema consta de dispositivos electrónicos autónomos equipados con micrófonos de alta sensibilidad y algoritmos de aprendizaje automático capaces de reconocer el sonido distintivo de las motosierras utilizadas en la tala ilegal.

Funcionamiento del Sistema:

Detección de sonido: Dispositivos estratégicamente ubicados en áreas vulnerables, capturan continuamente los sonidos del entorno.

Procesamiento y análisis: Los algoritmos de inteligencia artificial procesan los sonidos en tiempo real, identificando patrones acústicos característicos de las motosierras.

Alerta temprana: Al detectar actividad sospechosa, el sistema envía una alerta inmediata a través de una red de comunicación inalámbrica (WhatsApp) a las autoridades y comunidades locales.

Respuesta rápida: Las alertas tempranas permiten una respuesta rápida y coordinada, incrementando las posibilidades de detener la tala ilegal en curso y aprehender a los responsables.

Ventajas de la Solución:

Vigilancia continua: El sistema opera las 24 horas del día, los 7 días de la semana, brindando una vigilancia constante en áreas remotas y de difícil acceso.

Detección temprana: La identificación inmediata de la actividad ilegal permite una respuesta rápida, aumentando la probabilidad de detener la tala y aprehender a los infractores.

Disuasión: La presencia del sistema actúa como un elemento disuasorio para los taladores ilegales, reduciendo la probabilidad de que operen en áreas monitoreadas.

Costo-efectividad: El sistema puede ser más rentable que los métodos tradicionales de vigilancia, al requerir menos recursos.

Escalabilidad: El sistema puede ser fácilmente escalado para cubrir áreas más extensas mediante la implementación de una red de dispositivos interconectados.

Requerimientos de la Solución

Para garantizar la efectividad y funcionalidad del sistema, se deben cumplir los siguientes requerimientos:

Hardware: Micrófonos de alta sensibilidad, procesador de bajo consumo, módulo de comunicación inalámbrica, fuente de energía autónoma, carcasa resistente, entre otros.

Software: Algoritmos de aprendizaje automático y sistema de alerta.

La implementación de este sistema de detección acústica con inteligencia artificial representa una oportunidad para fortalecer la lucha contra la tala ilegal en la Amazonía peruana, protegiendo este invaluable ecosistema y promoviendo un desarrollo sostenible en la región.

MÉTODO: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Para este proyecto, hemos elegido la placa Arduino Nano 33 BLE, que es ideal para trabajar en dispositivos pequeños y de bajo consumo. Esta placa cuenta con un micrófono integrado, lo que la hace perfecta para proyectos que necesitan procesar sonidos. Además, incluye un procesador que permite ejecutar el modelo de inteligencia artificial en tiempo real. También tiene cinco pines de conexión que permiten interactuar con otros dispositivos y activar salidas externas.

La placa Arduino Nano 33 BLE es muy eficiente energéticamente, lo que es una ventaja importante en nuestro caso, ya que el dispositivo estará en lugares remotos y no queremos recargar la batería con frecuencia. Para alimentarlo, hemos optado por una batería recargable de 2500 mAh, que proporciona energía tanto a la placa como a otros componentes clave, como el ESP32 que permite la comunicación a Internet mediante Wi-Fi para que a través de la API de WhatsApp envía notificaciones a los guardabosques o autoridades.

Figura 1

Diagrama de funcionamiento

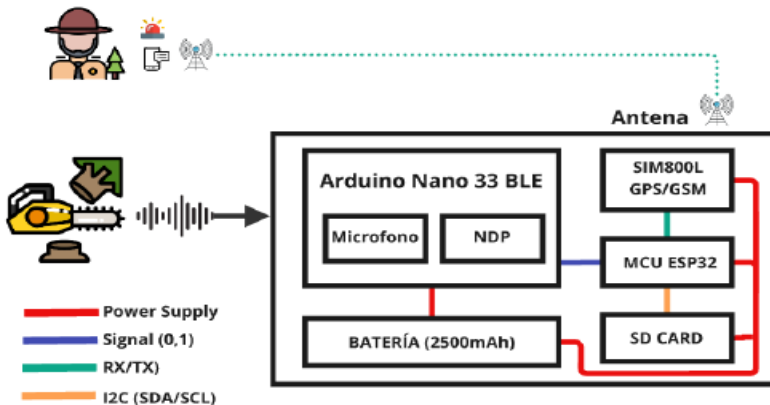


Tabla 1

Presupuesto del prototipo

Descripción	Costo en S/.
Modulo ESP32	35.00
Batería y cargador	75.00
Modulo GPRS	45.00
Arduino Nano Sense 33 Ble	330.00
Regulador de voltaje	15.00
Impresión 3D del Case	85.00
Placa de prueba o protoboard	6.00
Cable USB	12.00
Placa ESP 32	45.00
TOTAL	S/ 648.00

DESARROLLO

Solución tecnológica implementada

En la Figura 2, se muestra el prototipo con todos sus componentes electrónicos.

Figura 2

Prototipo de detector

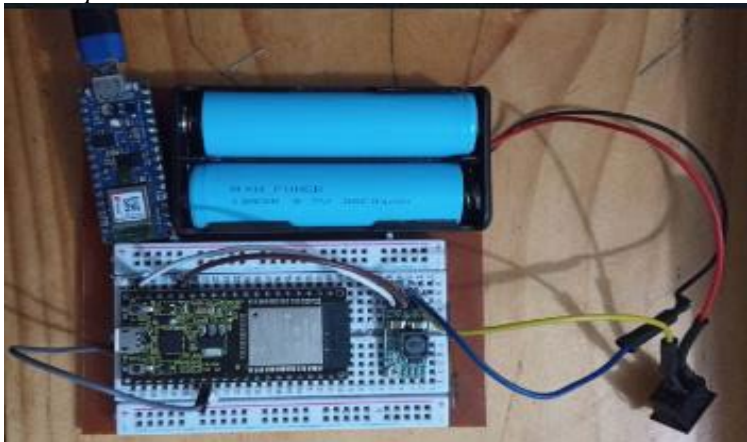
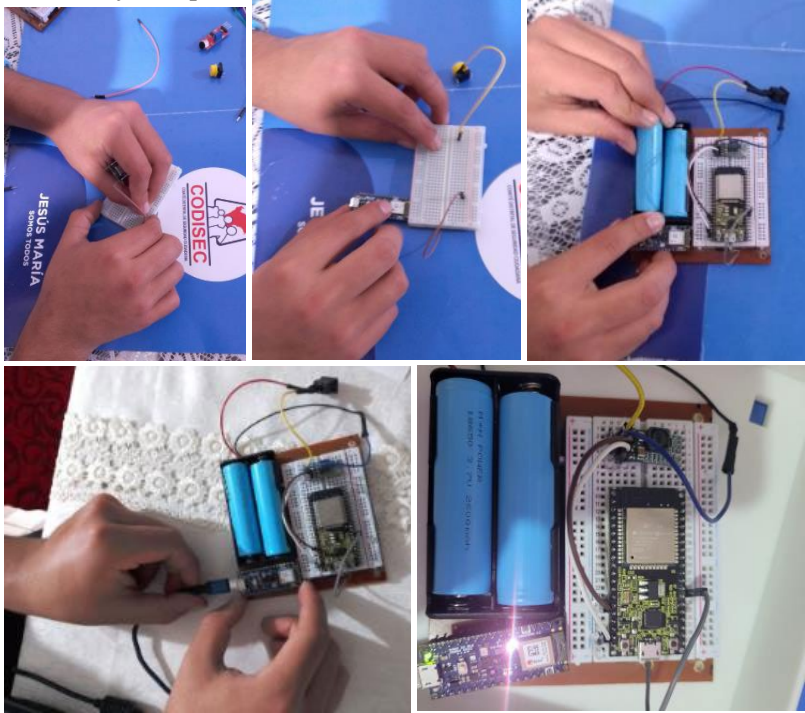


Figura 3

Ensamblaje del prototipo



En la figura 3, se muestra el ensamblado del prototipo en un total de 5 pasos,

Paso 1: Recolección de materiales.

Paso 2: Conexión de la placa Esp 32 en de la placa de prueba

Paso 3: Adaptación de la fuente de energía suministrada por las baterías hacia el módulo esp32, sin antes

Paso 4: Adaptación de la placa de prueba, el porta batería y Arduino nano 33ble sense a la placa principal.

Paso 5: Conexión entre Arduino nano 33 ble sense y el módulo esp32 (pin 4 del Arduino nano y pin4 del esp32)

Validación y evaluación

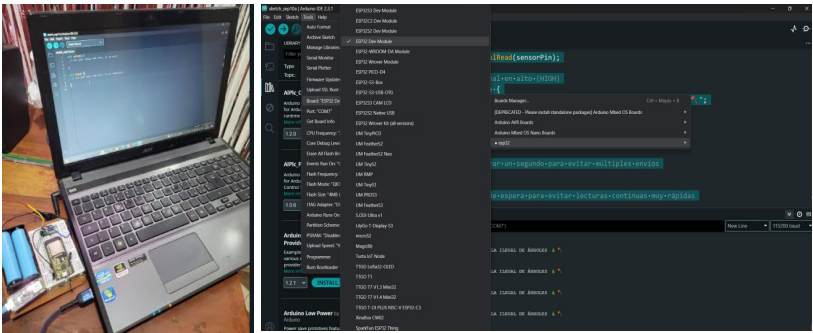
Para la validación y evaluación, se hizo prueba del sistema electrónico, siguiendo la secuencia de:

Paso 1: Conexión del dispositivo al Arduino IDE

Paso 2: Cargar los códigos al dispositivo

Figura 4

Conexión del dispositivo y cargado de códigos

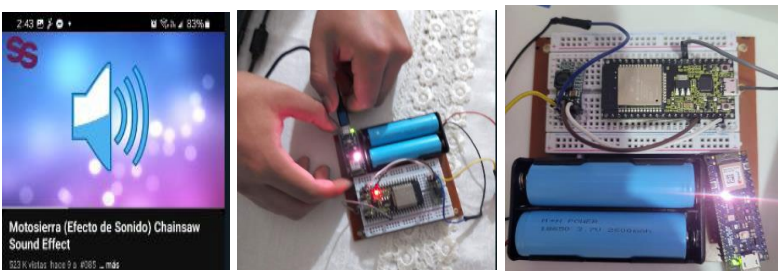


Paso 3: Prueba con sonidos de motosierras

Paso4: Encendido del LED color azul por el sonido de la motosierra.

Figura 5

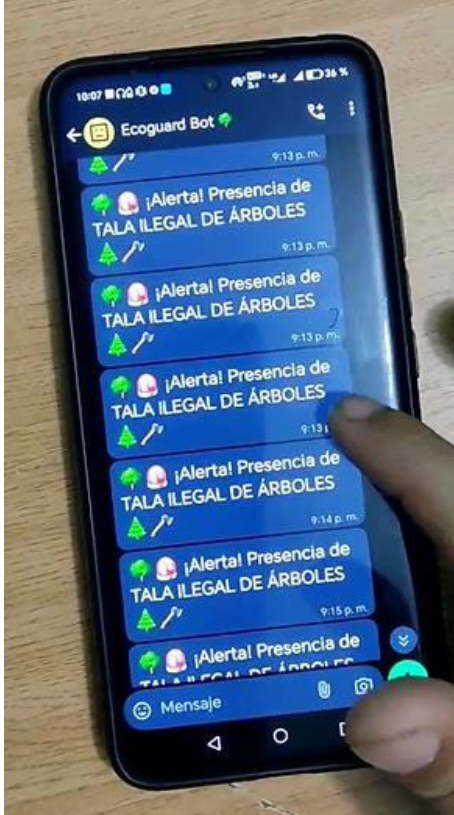
Sonido de motosierra enciende el LED



Paso 5: Llegada inmediata del mensaje en WhatsApp

Figura 6

Recepción del aviso mediante WhatsApp



Después de haber realizado las pruebas de validación y evaluación del rendimiento del dispositivo, se determinó que el tiempo de respuesta ha sido casi instantánea, ya que el mensaje demora 2 segundos en llegar al dispositivo, lo que se interpreta como una detección en tiempo real.

CONCLUSIONES

La deforestación en la Amazonía peruana se presenta como una crisis ambiental grave, impulsada principalmente por actividades ilegales como la tala y la minería. Esta problemática ha devastado millones de hectáreas de bosque en los últimos años, con consecuencias devastadoras como pérdida de biodiversidad, cambio climático, conflictos sociales y pérdidas económicas.

El sistema tecnológico de detección automatizado, desarrollado en este estudio ofrece una herramienta valiosa para combatir esta problemática desde un enfoque de preservación del medio ambiente y bienestar social. El sistema cuenta con sensores que emplean inteligencia artificial para detectar el sonido de motosierras en un radio de 20 metros y transmitidos a dispositivos remotos (celulares) de forma instantánea, pudiendo extender su alcance a 1km e interconectando en una red.

Sin embargo, es fundamental reconocer que esta solución tecnológica debe integrarse dentro de un enfoque más amplio que aborde las causas subyacentes de la deforestación, como la pobreza, la desigualdad y la falta de oportunidades económicas. A través de una combinación de acciones en los ámbitos tecnológico, político y social, es posible proteger los bosques amazónicos y garantizar un futuro sostenible para las generaciones venideras.

REFERENCIAS

- Chacón, A. y Alvarado, J. (2014). *Sistema electrónico integrado en chip (SoC) para el reconocimiento de patrones de disparos y motosierras en una red inalámbrica de sensores para la protección ambiental.* <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3354>

- Convoca.pe y CONNECTAS. (2023). *Santa Rosillo: una comunidad amazónica que combate la tala ilegal y el abandono del Estado*. <https://convoca.pe/investigacion/santa-rosillo-una-comunidad-amazonica-que-combate-la-tala-ilegal-y-el-abandono-del>
- FAO. (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020: Key Findings. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/3/ca9825en/ca9825en.pdf>
- Geobosques. (s/f). *Bosques y perdida de bosques*. <https://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php>
- Gobierno Regional de Loreto. (2017). *Tala Ilegal en la Amazonía Peruana: Diagnóstico y Propuestas*. Recuperado de <http://regionloreto.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Tala-ilegal-en-la-Amazon%C3%ADa-Peruana-Diagn%C3%B3stico-y-propuestas.pdf>
- Informe National Geographic (2024). *Deforestación, todavía se puede frenar esta crisis climática*. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/deforestacion>.
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Boletín Informativo: Tala Ilegal de Madera en el Perú*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Boletin-Informativo-Tala-Ilegal-de-Madera-en-el-Peru-AGO-2019.pdf>
- USAID. (2022). *La Tala Ilegal en la Amazonía Peruana*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3095185/Document-o%20-%20La%20tala%20ilegal%20en%20la%20Amazon%C3%ADa%20peruana.pdf.pdf>