|  |  |
| --- | --- |
|  | **Universidad Católica Andrés Bello**  **Facultad de Ingeniería**  **Escuela de Ingeniería Informática** |

# Sistema de Monitoreo Acústico, para Identificar Sonidos y Generar Alertas de Emergencia

**Trabajo de Grado**

Presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Como parte de los requisitos para optar al título de

**INGENIERO EN INFORMÁTICA**

|  |  |
| --- | --- |
| Realizado por | Naim Arcoiza, Carmelo Jesús  Sotillo Vallejo, César Enrique |
| Tutor | Larez Mata, Jesús José |
| Fecha | Marzo, 2025 |

**Dedicatoria**

Bla bla bla

**Agradecimiento**

Bla bla bla

**Índice de contenidos**

[**Resumen 7**](#_Toc184848720)

[**Introducción 8**](#_Toc184848721)

[**Capitulo I. El Problema 9**](#_Toc184848722)

[Planteamiento del Problema 9](#_Toc184848723)

[Objetivo General 9](#_Toc184848724)

[Objetivos Específicos 9](#_Toc184848725)

[Alcance 9](#_Toc184848726)

[Limitaciones 10](#_Toc184848727)

[Justificación 11](#_Toc184848728)

[**Capitulo II. Marco Metodológico 12**](#_Toc184848729)

[Tipo de Investigación 12](#_Toc184848730)

[Según Diseño de la Investigación 12](#_Toc184848731)

[Según el Nivel de Investigación 12](#_Toc184848732)

[Población (opcionales) 12](#_Toc184848733)

[Muestra (opcionales) 12](#_Toc184848734)

[Sistema de Variables (opcionales) 12](#_Toc184848735)

[Tecnologías e Instrumentos de Recolección de Datos 12](#_Toc184848736)

[Metodología de Desarrollo Utilizada 12](#_Toc184848737)

**Índice de Tablas**

bla bla bla

**Índice de imágenes**

Bla bla bla

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Universidad Católica Andrés Bello**  **Facultad de Ingeniería**  **Escuela de Ingeniería Informática** |

# Sistema de Monitoreo Acústico, para Identificar Sonidos y Generar Alertas de Emergencia

|  |  |
| --- | --- |
| Autor: | Naim Arcoiza, Carmelo Jesus  Sotillo Vallejo, César Enrique |

|  |  |
| --- | --- |
| Tutor Académico: | Bello Castillo, Franklin Bismar |
| Tutor Empresarial: | Medina Cuida, Luz Esperanza |
| Fecha: | Marzo, 2024 |

# 

# Resumen

Bla bla bla bla bla y bla

*Palabras clave:* bla, bla, bla. y bla,

**NOTA**

Exposición del problema, objetivo, enfoque teórico, aspectos metodológicos, resultados y conclusiones.

Debe ser: ***preciso***: reflejar el propósito y contenido del informe, sin incluir información que no aparezca en el informe; ***coherente, legible y conciso***

En un solo párrafo, se utiliza interlineado sencillo, SIN sangría. Extensión máxima de **250** palabras

# Introducción

Este trabajo de investigación propone un **sistema distribuido** para la **detección temprana** de emergencias mediante el uso de **inteligencia artificial**, enfocada en proteger no solo a **personas mayores o con discapacidades subyacentes, sino también, a personas que a raíz de cualquier situación, quedaron en una situación de vulnerabilidad**. El sistema utiliza dispositivos que capturan **sonidos**, clasificándolos y detectando palabras clave relevantes.

Esta información se envía en tiempo real a un servidor central donde se analizan patrones y anomalías con técnicas predictivas mediante **Prophet**. La **importancia** de este proyecto radica en su capacidad de prevenir que se agraven las consecuencias ante un evento que comprometa la salud de un individuo si no se detectan a tiempo, ofreciendo un **monitoreo no invasivo** que respeta la privacidad. Además, beneficia a **familias, cuidadores, instituciones públicas y privadas** y facilita una intervención más rápida de los **servicios de emergencia**, incluso en casos como **violencia doméstica o el monitoreo de personas con depresión**. El **propósito** es crear un entorno más seguro mediante una identificación de situaciones peligrosas y alertar a quienes puedan ofrecer ayuda, contribuyendo a una mejor calidad de vida y una respuesta efectiva ante emergencias.

Para el desarrollo del sistema, se empleó la metodología espiral, que permite un enfoque iterativo y flexible. Cada ciclo del proceso abarca fases de planificación, análisis de riesgos, desarrollo y evaluación, permitiendo ajustes continuos en el diseño y la implementación del sistema. Esta metodología es ideal para proyectos con incertidumbre, ya que facilita la evolución del sistema según la retroalimentación obtenida, asegurando su mejora progresiva a lo largo del desarrollo.

El presente trabajo está estructurado en cinco capítulos, En el Capítulo I, referido al Planteamiento del Problema, se describe la problemática, se establecen los objetivos, justificación, alcance y limitaciones del proyecto. En el Capítulo II, se expone el Marco Teórico donde se recopilan los antecedentes y las bases teóricas que sustentan el trabajo. En el Capítulo III, se presenta el Marco Metodológico, que describe el tipo de investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos, metodología de desarrollo y el procedimiento metodológico. En el Capítulo IV, se expone el Desarrollo y Resultados, donde se describe como el procedimiento metodológico dio respuesta a cada uno de los objetivos planteados, y en el Capítulo V, se presentan las conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado. Finalmente se listan las referencias bibliográficas utilizadas, seguidas de los anexos y apéndices.

**NOTA**

* ~~Proporciona una perspectiva del trabajo de investigación.~~
* ~~importancia de la investigación,~~
* ~~propósito,~~
* enfoque teórico,
* ~~metodología utilizada.~~
* ~~Finaliza con la organización del trabajo, escrito en un solo párrafo.~~

# Capitulo I. El Problema

## Planteamiento del Problema

### Objetivo General

Desarrollar un sistema para generar alertas en casos de emergencia basado en el monitoreo acústico.

### Objetivos Específicos

1. Analizar los conceptos asociados a la analítica de sonidos ambientales identificando los conceptos necesarios para diseñar el sistema.
2. Diseñar un sistema para generar alertas en casos de emergencia basado en el monitoreo acústico en función del análisis realizado.
3. Implementar el sistema para generar alertas en casos de emergencia basado en el monitoreo acústico según el diseño realizado.
4. Validar el sistema para generar alertas en casos de emergencia basado en el monitoreo acústico con respecto al análisis realizado.
5. Elaborar la documentación técnica y guías del usuario y sistema.

## Alcance

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de monitoreo acústico que perfile el comportamiento de los habitantes de una vivienda, a través del reconocimiento de los sonidos ambientales en las diferentes estancias de la misma. El sistema generará alarmas en tiempo real que alertarán a contactos de emergencia predefinidos, estas notificaciones podrán tener múltiples niveles dependiendo del grado de incertidumbre de la situación. Para ello se llevará a cabo un análisis de los conceptos asociados a la analítica de sonidos donde se identificaran los conceptos necesarios para diseñar el sistema.

Con base en los resultados del análisis, se procederá a diseñar el sistema de monitoreo acústico capaz de reconocer sonidos. El diseño comprende la definición de la arquitectura del sistema, contemplando los componentes esenciales, como la red de micrófonos para la captura de sonidos y los mecanismos de alerta, detección de anomalías y de reconocimiento acústico. El diseño considerará la importancia de la privacidad de los usuarios. Según los resultados del análisis realizado para el desarrollo del sistema de monitoreo acústico, se evaluará si es necesario crear un dataset desde cero, obtener uno de internet y modificarlo según sea necesario, o bien emplear un modelo ya preentrenado.

Una vez completado el diseño, se procederá a la implementación del sistema de monitoreo acústico. Esta fase incluirá la configuración e instalación de los componentes físicos, como los micrófonos distribuidos en las estancias de la vivienda, asegurando una cobertura adecuada para la captura de sonidos relevantes. Los algoritmos de procesamiento de señales y los modelos de inteligencia artificial, definidos en la fase de diseño, serán desarrollados y adaptados para realizar el reconocimiento y clasificación de los sonidos.

Se desarrollarán los mecanismos de alerta y notificación, que emitirán avisos a los contactos de emergencia predefinidos, permitiendo la personalización de los niveles de alarma en función de la detección de anomalías o eventos específicos. Durante esta fase, se asegurará medidas de privacidad para proteger la información sensible capturada por los micrófonos.

Luego se realizará la validación del sistema, se llevarán a cabo pruebas funcionales en ambientes controlados y no controlados para comparar los resultados obtenidos con los objetivos planteados y realizar ajustes en caso de ser necesario.

Finalmente se elaborará la documentación del sistema, manuales de usuario, manuales de sistema, descripción de los componentes, diagramas y cualquier otro documento necesario.

## Limitaciones

En la implementación del sistema, se prevén ciertas limitaciones que podrían influir en el desempeño de su desarrollo. A continuación, se describirán algunas de las restricciones que se podrían presentar:

Limitaciones tecnológicas: La precisión del sistema puede verse afectada por la calidad de los sensores acústicos y la capacidad de procesamiento de los microcontroladores empleados.

Limitaciones de datos: La recolección de suficientes muestras de sonidos para entrenar el modelo puede ser limitada, lo que puede comprometer la eficacia del sistema en escenarios no previstos.

## Justificación

# Capitulo II. Marco Metodológico

## Este capítulo presenta las bases teóricas y las investigaciones previas que sustentan el desarrollo del Sistema de Monitoreo Acústico para Identificar Sonidos y Generar Alertas de Emergencia. A través de la revisión de fuentes documentales, se exponen los conceptos y enfoques principales relacionados con el procesamiento de señales acústicas, la clasificación de sonidos mediante técnicas de inteligencia artificial y los sistemas de alertas automatizadas.

## El marco teórico no solo proporciona un contexto académico para el proyecto, sino que también justifica las decisiones técnicas y metodológicas adoptadas en el diseño del sistema. En las siguientes secciones se detallan los antecedentes investigativos, los modelos de IA aplicados a la clasificación de sonidos y los fundamentos teóricos que permiten la generación de alertas en situaciones de emergencia.

## En las siguientes secciones se detallan los antecedentes y los conceptos clave que sustentan este trabajo.

## Antecedentes de investigación

**Real-time Audio Classification on an Edge Device**

Christoffer y David (2021) Abordan la implementación de modelos de aprendizaje automatico en dispositivos edge para la clasificación de audio en tiempo real, Se centra en el uso del modelo YAMNet, que fue reentrenado para detectar eventos acústicos como disparos, rotura de cristales, animales y habla humana. Este modelo puede desplegarse en dispositivos edge en su versión completa con TensorFlow como en versiones optimizadas con TensorFlow Lite , con el objetivo de comparar la precisión, el tiempo de inferencia y el uso de memoria de cada variante​.

Con el propósito de evaluar el desempeño, trabajaron en una serie de experimentos en los que compararon la precisión del modelo en ambas versiones de TensorFlow. Se encontraron con que aunque existía una pérdida de precisión en la versión lite los resultados eran comparables a los de la versión completa. Esto implica que TensorFlow Lite es una opción viable y crea la posibilidad de trabajar con dispositivos de bajo consumo y recursos limitados como ESP32

Este enfoque no solo demuestra la factibilidad de implementar modelos de clasificación de audio en tiempo real en entornos con recursos restringidos, sino que también abre la puerta a futuras investigaciones que busquen optimizar aún más estos modelos. La capacidad de desplegar soluciones de inteligencia artificial en dispositivos edge amplía las posibilidades de aplicaciones en áreas como la seguridad, la vigilancia y el monitoreo ambiental, permitiendo respuestas más rápidas y reduciendo la dependencia de infraestructuras centralizadas.

.

## Bases Teóricas

## Bases Legales (si aplica).

## Terminología Básica (si aplica)