



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

“Diseño e Implementación de un prototipo para la protección de viviendas
mediante el reconocimiento de sonidos usando Raspberry Pi”

AUTORES

SALAZAR RODRIGUEZ OMAR ALEJANDRO

TORRES CHARCOPA IVANA YAMILETH

TUTOR

LIVINGTON MIRANDA

ENERO, 2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotras, Salazar Rodríguez Omar Alejandro con documento de identificación N° 0951845429 y Torres Charcopa Ivana Yamileth con documento de identificación N° 0850014382, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación

Guayaquil, 29 de enero del año 2024.

Atentamente,

Salazar Rodríguez Omar Alejandro
0951845429

Torres Charcopa Ivana Yamileth
0850014382

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotras, Salazar Rodríguez Omar Alejandro con documento de identificación N° 0951845429 y Torres Charcopa Ivana Yamileth con documento de identificación N° 0850014382, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del Proyecto Técnico: “Diseño e Implementación de un prototipo para la protección de viviendas mediante el reconocimiento de sonidos usando Raspberry Pi”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería en Electrónica, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento cuando entregamos el trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 29 de enero del año 2024.

Atentamente,

Salazar Rodríguez Omar Alejandro

0951845429

Torres Charcopa Ivana Yamileth

0850014382

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Livingston Alfredo Miranda Delgado con documento de identificación N° 0930635172, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Diseño e Implementación de un prototipo para la protección de viviendas mediante el reconocimiento de sonidos usando Raspberry Pi”, realizado por Salazar Rodríguez Omar Alejandro con documento de identificación N° 0951845429 y Torres Charcopa Ivana Yamileth con documento de identificación N° 0850014382, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 29 de enero del año 2024.

Atentamente,



Ing. Livingston Alfredo Miranda Delgado

0930635172

DEDICATORIA

Con mucho amor y gratitud dedico este logro a mis queridos padres y abuelos. Su inquebrantable apoyo, sacrificio y enseñanzas han sido mi guía de inspiración a lo largo de mi camino. Este logro es su triunfo tanto como el mío, Muchas Gracias por ser mi fuente constante de inspiración y fortaleza.

Ivana Torres C.

Dedico este logro a mis padres, por su amor incondicional y constante apoyo, también a mis seres queridos, por ser mi fuente de inspiración en el trayecto de mi educación.

Omar Salazar R.

AGRADECIMIENTO

En la culminación de este arduo camino académico, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía constante, mi fuente de fortaleza y sabiduría. A mis padres y abuelos, cuyo amor incondicional y apoyo han sido el cimiento de este logro. A mi compañero de tesis, por su colaboración, esfuerzo conjunto y su leal amistad que permitió complementarnos para realizar este proyecto técnico de titulación. Además, agradezco a mis ingenieros de carrera, cuya enseñanza y mentoría han sido fundamentales en mi formación. Este éxito no solo es mío, sino el resultado de la influencia positiva de cada uno de ustedes. Gracias por ser parte esencial de este capítulo en mi vida académica.

Ivana Torres C.

Este proyecto es un tributo al inquebrantable amor y apoyo de mis padres, quienes han sido la luz que nos guía en este viaje educativo. A mis hermanos, agradezco su invaluable aliento y comprensión, siempre siendo una constante fuente de inspiración. También a mi leal compañero canino, Rocko, testigo silencioso de mis jornadas de estudio y celebraciones. Este proyecto no solo representa mis esfuerzos, sino el condicional apoyo y amor de mi familia, a quienes expreso mi sincero agradecimiento por ser elementos esenciales en mi historia y la base de este proyecto.

Omar Salazar R.

RESUMEN

La implementación de dispositivos basados en reconocimiento de sonidos en sistemas de seguridad para el hogar representa un avance en la evolución de la tecnología de protección residencial, incorporan tecnologías avanzadas de procesamiento de sonido y algoritmos de aprendizaje automático, identificando patrones sonoros asociados a eventos específicos, como robos o emergencias, al poder analizar y distinguir sonidos, estos sistemas desempeñan un papel esencial al proporcionar un nivel adicional de seguridad complementando los métodos tradicionales, monitores y sirenas.

La innovación subyacente en estos dispositivos se encuentra en su capacidad para interpretar de manera inteligente el entorno sonoro, discriminando entre sonidos cotidianos y aquellos que podrían indicar una situación de riesgo, este enfoque no solo amplía el espectro de detección, sino que también posibilita una respuesta más rápida y específica ante posibles amenazas.

A pesar de estos avances, la precisión en la detección de sonidos es una consideración clave, ya que la eficacia del sistema depende directamente de su capacidad para identificar eventos específicos de manera acertada, además, surge la cuestión delicada de la privacidad del usuario, ya que estos dispositivos involucran la captura y procesamiento de información sonora en el hogar, abordar estos desafíos se vuelve esencial para asegurar la aceptación y confianza de los usuarios en estas tecnologías emergentes.

Por eso esta tesis se sitúa en este contexto, explorando cómo la Raspberry Pi 3 puede ser un dispositivo eficaz para concretar estos avances en la seguridad domiciliaria, al superar los desafíos de precisión y privacidad, el prototipo busca contribuir al desarrollo de sistemas de seguridad residencial más inteligentes y adaptables, aprovechando el potencial del reconocimiento de sonidos en la era digital.

ABSTRACT

The implementation of devices based on voice recognition in home security systems represents a considerable advance in the evolution of residential protection technology, these devices incorporate advanced sound processing technologies and machine learning algorithms, which facilitates identification accurate sound patterns associated with specific events, such as robberies or emergencies, by being able to analyze and distinguish sounds, these systems play an essential role in providing an additional level of security that complements traditional methods, such as monitors and sirens.

The underlying innovation in these devices lies in their ability to intelligently interpret the sound environment, discriminating between everyday sounds and those that could indicate a risk situation; this approach not only broadens the detection spectrum, but also enables a response. Faster and more specific in the face of possible threats.

Despite these advances, the accuracy of sound detection is a key consideration, since the effectiveness of the system depends directly on its ability to accurately identify specific events, in addition, the delicate issue of user privacy arises, since these devices involve the capture and processing of sound information in the home, addressing these challenges becomes essential to ensure user acceptance and trust in these emerging technologies.

That is why this thesis is situated in this context, exploring how the Raspberry Pi can be an effective platform to realize these advances in home security, by overcoming the challenges of precision and privacy, the prototype seeks to contribute to the development of more residential security systems, intelligent and adaptable, harnessing the potential of sound recognition in the digital age.

Índice

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PROBLEMA DE ESTUDIO	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. OBJETIVOS	3
4.1. Objetivo General	3
4.2. Objetivos Específicos	3
V. MARCO TEÓRICO	3
5.1. Raspberry Pi	3
5.2. Teachable Machine	4
5.3. P5.js	5
5.4. Sistema de reconocimientos de sonidos	5
VI. MARCO METODOLÓGICO	6
6.1. Definición del Problema y Objetivos:	6
6.2. Diseño del Sistema:	6
6.3. Selección de Componentes:	7
6.4. Desarrollo de Software:	7
6.4.1. Definición de variables	8
6.4.2. Creación de la función “preload”	8
6.4.3. Creación de la función “setup”	9
6.4.4. Creación de la función “draw”	10
6.4.5. Creación de la función “gotResult”	10
6.5. Pruebas y Validación:	11
6.5.1. Demostración del reconocimiento de sonido	11

6.5.2. Demostración del envío de la alerta	11
6.6. Implementación y Configuración:	12
6.6.1. Adquisición del Hardware:	12
6.6.2. Instalación del Sistema Operativo:	12
6.6.3. Servicios Prestados:	12
6.6.4. Preparación para el Aprendizaje Automático:	12
6.6.5. Integración con Raspberry Pi:	13
6.6.6. Desarrollo de la Interfaz de Usuario:	13
6.6.7. Conexión de Auriculares:	13
6.6.8. Pruebas y Mejoras:	13
6.6.9. Configuración Inicial:	13
6.6.10. Documentación Detallada:	13
6.6.11. Práctica en Entornos Reales:	13
6.7. Capacitación y Documentación:	13
6.7.1. Uso del Sistema:	13
6.7.2. Monitoreo en Tiempo Real:	14
6.7.3. Gestión de Alertas:	14
6.7.4. Mantenimiento del Sistema:	14
6.7.5. Documentación Detallada:	14
6.8. Evaluación y Mejora:	15
6.9. Conclusiones y Presentación:	15
VII. RESULTADOS	16
7.1. Ejecución del código	16
7.2. Reconocimiento de sonidos	18

VIII.CRONOGRAMA	22
IX. PRESUPUESTO	24
X. CONCLUSIONES	25
XI. RECOMENDACIÓN	25
XII. CITAS BIBLIOGRAFICAS	26
XIII.ANEXOS.....	27

Diseño e Implementación de un prototipo para la protección de viviendas mediante el reconocimiento de sonidos usando Raspberry Pi

I. INTRODUCCIÓN

En el cruce entre la innovación tecnológica y la seguridad del hogar, se abre un emocionante campo de investigación que redefine cómo protegemos nuestras viviendas en la era digital, en nuestra tesis actual nos sumergiremos en la exploración y desarrollo de un proyecto innovador: el "Diseño e Implementación de un prototipo para la protección de viviendas mediante el reconocimiento de sonidos usando Raspberry Pi".

La esencia de mi trabajo se centra en la creación de un prototipo capaz de identificar situaciones riesgosas mediante el reconocimiento de sonidos específicos y activar respuestas preventivas, este enfoque no solo amplía las posibilidades en términos de seguridad, sino que también plantea preguntas intrigantes sobre cómo la tecnología se integra en nuestro día a día.

El objetivo de mi investigación es desarrollar un sistema domóticos inteligente adaptable a cualquier tipo de casa, brindando un mayor control y gestión de las funciones de la vivienda, me enfoco en un sistema domóticos con servidores locales y plataformas comerciales como controladores, permitiendo autonomía tanto para aquellos que no pueden realizar el control directo como para aquellos que buscan un mayor control remoto, seguridad o comodidad en su hogar. (Jonatán & Alejandro, 2018).

En los próximos capítulos, exploraré en detalle el diseño e implementación de este prototipo, desde la elección de hardware y software hasta las prácticas asociadas. Mi objetivo es contribuir al campo de la seguridad residencial y fomentar la reflexión sobre cómo las soluciones tecnológicas transforman nuestra percepción y protección de los hogares en esta era digital.

II. PROBLEMA DE ESTUDIO

Actualmente, hay carencia de dispositivos que utilizan el reconocimiento de sonidos en los sistemas de seguridad del hogar, lo que plantea importantes desafíos en cuanto a eficacia y precisión en la protección doméstica, los dispositivos convencionales, basados en sensores de movimiento, han sido útiles en ciertos escenarios, pero su capacidad para distinguir entre diferentes sonidos y eventos resulta insuficiente.

El análisis de la señal de sonidos y su posterior reconocimiento deben superar algunos problemas que en principio parecen triviales, ya que los humanos superan sencillamente, algunos son: la correcta elección y extracción de las características de la señal de sonidos, tratar con corrección las variaciones inherentes a género, velocidad de emisión y a reconocer, ruido y distorsión de los entornos donde se utilizan. (Martinez & Portale, 2021)

El reconocimiento de sonidos para sistemas de seguridad domésticos puede ser una tecnología eficaz, pero también presenta desafíos y problemas potenciales que deben abordarse para garantizar su eficacia y confiabilidad, además existen ciertos factores en este tipo de dispositivos tales como:

- Los ambientes ruidosos ya que estos dificultarían las probabilidades de que sea un sistema de seguridad eficaz.
- Diferenciaciones de eventos rutinarios y eventos realmente importantes al momento de enviar el correo electrónico del sonido que reconozca el dispositivo.
- La implementación de sistemas avanzados de reconocimiento de sonidos aumenta el costo de los dispositivos de seguridad, lo que puede ser un factor limitante para algunos usuarios.

Para resolver estas dificultades se requiere una combinación de algoritmos avanzados, aprendizaje automático, pruebas rigurosas y participación del usuario para brindar retroalimentación y mejorar continuamente el sistema.

III. JUSTIFICACIÓN

Aunque existen dispositivos disponibles, su habilidad para reconocer diversos sonidos es limitada, se requiere el desarrollo del sistema de seguridad más sofisticado y preciso para el reconocimiento de sonidos como una solución promisorio, esta necesidad surge por la creciente importancia de la seguridad en el hogar, especialmente por la inseguridad en el país.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un prototipo para la protección de viviendas mediante el reconocimiento de sonidos usando Raspberry Pi

4.2. Objetivos Específicos

- Crear una base de datos con 5 diferentes sonidos representativos de situaciones de interés, como roturas de cristales, sonidos de cerraduras forzadas, alarma de auto, etc.
- Obtener un modelo de aprendizaje para el reconocimiento de los sonidos relevantes mediante Teachable Machine, empleando la base de datos que ha sido creada.
- Integrar el modelo obtenido en el sistema de Raspberry Pi para la detección de sonidos y envío del SMS al usuario.

V. MARCO TEÓRICO

5.1. Raspberry Pi

La Raspberry Pi es una computadora de bajo coste y tamaño compacto similar al de una tarjeta de crédito, interactúa con el entorno físico y se

adapta a una variedad de proyectos digitales, desde reproductores de música hasta estaciones meteorológicas y cajas con cámaras infrarrojas, además puede conectarse a monitores y televisores. En la figura 1 se puede observar (Cortez, 2019).

Figura 1

Raspberry Pi (Cortez, 2019)



5.2. Teachable Machine

Teachable Machine 2.0 representa una herramienta de inteligencia artificial concebida por Google y alojada en línea, diseñada para simplificar y acelerar la creación de modelos de aprendizaje automático, haciendo que este proceso sea accesible para cualquier usuario, mediante esta herramienta, es posible capacitar a una computadora para identificar imágenes, sonidos y poses, esto es una forma ágil y directa de generar modelos de aprendizaje automático para integrarlos en sitios web o aplicaciones. En la figura 2 se puede observar (Oliveros, 2020).

Figura 1

Teachable Machine. (Oliveros, 2020)



5.3. P5.js

P5.js es una biblioteca de JavaScript, que es un lenguaje que los navegadores web (Chrome, Explorer, Firefox, Safari, Opera) son capaces de ejecutar, a grandes rasgos, las páginas web se escriben en HTML, donde se indican los contenidos y estructura de la página web, incluyendo, texto, imágenes y videos, P5.js es una manera de usar tecnologías web para expresarnos artísticamente. En la figura 3 se puede observar (Rodríguez, 2019).

Figura 2

Software para-Teaching Machine. (Konopelski, 2021)



Figura 3

Detección de sonido (Alvarez, 2023)



VI. MARCO METODOLÓGICO

6.1. Definición del Problema y Objetivos:

El presente trabajo se centra en el diseño e implementación de un sistema innovador de reconocimiento de diseño utilizando la plataforma Raspberry Pi. A través de meticulosos procesos de desarrollo, se ha logrado integrar de manera efectiva la potencia computacional de Raspberry Pi con algoritmos avanzados de reconocimiento, permitiendo una identificación precisa y eficiente de patrones y elementos de diseño. Este proyecto no solo representa un avance tecnológico en el campo del reconocimiento visual, sino también demuestra el potencial práctico de la Raspberry Pi en aplicaciones específicas, ofreciendo una solución versátil y asequible para el reconocimiento de diseño en diversas industrias.

6.2. Diseño del Sistema:

- El micrófono en la Raspberry Pi captura continuamente el sonido ambiente.
- Los datos de audio se transmiten a la Raspberry Pi.

- La Raspberry Pi ejecuta el modelo de reconocimiento de sonido y activa alertas si se detectan eventos de sonido anómalos.
- p5.js, a través de la interfaz web, muestra visualmente la información procesada y activa alertas visuales y sonoras.
- En caso de detección de eventos anómalos, la Raspberry Pi activa medidas de seguridad según la configuración del sistema.

6.3. Selección de Componentes:

En nuestro proyecto, hemos optado por la versátil placa Raspberry Pi 3 B+ como plataforma de ejecución para nuestro código, la configuración incluye una memoria micro-USB que alberga el sistema operativo destinado al Raspberry Pi, además, hemos integrado un micrófono USB para la entrada de audio, junto con un conjunto estándar de periféricos que comprenden teclado, mouse y monitor y para alimentar eficientemente el sistema, utilizamos una fuente de alimentación adecuada, esta combinación de hardware proporciona un entorno funcional y compacto para el desarrollo y la ejecución de nuestro proyecto.

6.4. Desarrollo de Software:

Para desarrollar nuestro modelo de reconocimiento de sonidos, empleamos la plataforma Teachable Machine para su creación y posterior ejecución, la interfaz y el código fueron elaborados en el P5.js Web Editor, aprovechando la biblioteca JavaScript P5.js. La implementación se divide en dos componentes principales: "index.html" y "sketch.js", el primero alberga las etiquetas HTML para el lienzo de P5.js, enlaces a bibliotecas externas y cualquier otro contenido HTML necesario para la presentación del sketch, por otro lado, "sketch.js" contiene el código en sí, donde se define la lógica y la interacción del programa, utilizando las capacidades de la biblioteca P5.js para crear una experiencia de usuario efectiva y dinámica.

Figura 4

*Entorno de P5*JS*



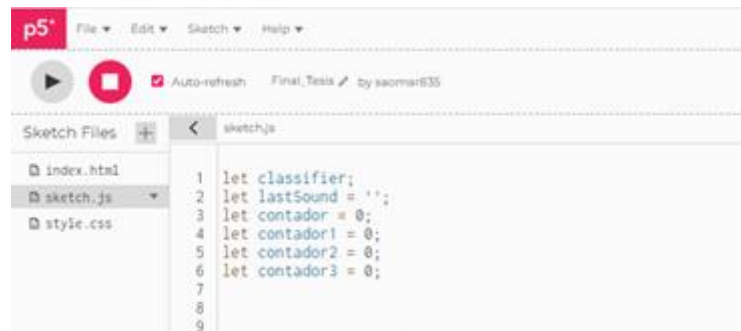
“sketch.js” contiene todo mi código a ejecutar y es donde coloco todas las funciones necesarias para que mi código se ejecute de manera efectiva. El código se los podría dividir en 5 partes:

6.4.1. Definición de variables

En este punto comienzo definiendo las variables que usaremos a lo largo de todo el programa

Figura 5

Definición de Variables



6.4.2. Creación de la función “preload”

En esta parte creamos la función “**preload()**” el cual nos ayuda a cargar imágenes, sonidos o en este caso, un modelo de aprendizaje automático antes que el sketch comience a ejecutarse.

La variable “**model URL**” contiene la URL del modelo de clasificación de sonido que deseas cargar y la función “**ml5.soundClassifier()**” crea un objeto clasificador de sonido utilizando la biblioteca **ml5.js**. Este objeto se almacenará en la variable **classifier**.

Figura 6

Carga de contenidos para comparar

```
10 function preload() {  
11   const modelURL = 'https://teachablemachine.withgoogle.com/models/JV5rhLdfx/model.json';  
12   classifier = ml5.soundClassifier(modelURL);  
13 }  
14
```

6.4.3. Creación de la función “**setup**”

A continuación, creamos la función “**setup()**” el cual es una función especial que solo se ejecutara una sola vez y cuyo propósito principal es el de configurar mi entorno y parámetros iniciales de mi sketch.

En la primera línea de código dentro de mi función “**setup()**” es “**createCanvas(600, 400)**”, en esta línea de código lo que estoy haciendo es crear un lienzo de 600x400 pixeles, después creo un texto con la función “**textFont('Arial')**” y lo centro con la función “**textAlign(CENTER, CENTER)**”, y por último utilizaremos la función “**classifier.classify(gotResult)**” el cual inicializara la clasificación de los sonidos.

Figura 7

Clasificación de sonidos

```
14  
15 function setup() {  
16   createCanvas(600, 400);  
17   textFont('Arial');  
18   textAlign(CENTER, CENTER);  
19   classifier.classify(gotResult);  
20 }  
21
```

6.4.4. Creación de la función “draw”

Todo lo que está dentro de mi función “**draw()**” se estará ejecutando de manera repetitiva; en las primeras líneas de código estoy definiendo el color de mi lienzo, tamaño de letra, el color de mi letra y todo esto lo estaré imprimiendo en mi variable ya anteriormente creada “**lastSound**”

Figura 8

Definición de mi entorno

```
22
23 function draw() {
24   background(220);
25   // Draw the label in the canvas
26   fill(40);
27   textSize(32);
28   textAlign(CENTER, CENTER);
29   text(lastSound, width / 2, height / 2);
30 }
31
```

6.4.5. Creación de la función “getResult”

En la última parte del código esta la función “**getResult()**”, esta es una función de tipo callback que se llama cuando se obtienen resultados de la clasificación de sonidos, maneja los posibles errores de clasificación, al detectar un sonido el nombre del sonido será asignado a la variable “**lastSound**”, al reconocer 7 veces el mismo sonido se enviará un correo electrónico detallando que sonido ha sido detectado

Figura 9

Proceso de entrenamiento

```
33 // Callback para manejar los resultados de la clasificación
34 function getResult(error, results) {
35   if (error) {
36     console.error(error);
37     return;
38   }
39
40   // Muestra la etiqueta del sonido clasificado en el lienzo
41   const label = results[0].label;
42   lastSound = label;
43
44
45   if (label === 'vidrios rotos') {
46     contador++;
47   }
48   else if (label === 'Ladridos'){
49     contador1++;
50   }
51
52   else if (label === 'pisadas'){
53     contador2++;
54   }
55
56   else if (label === 'Forcejeo de puerta'){
57     contador3++;
58   }
59
60
61   if (contador === 7) {
62
63     console.log('vidrios rotos');
64     Email.send({
65       Host : "smtp.elasticemail.com",
66       Username : "saomar83@gmail.com",
67       Password : "F9W7e15037A60AC9F937463A9B392465C16",
68       To : "osalazar@iselec.ec",
69       From : "saomar83@gmail.com",
70       Subject : "Sonido detectado",
71       Body : "Vidrios rotos"
72     });
73
```

6.5. Pruebas y Validación:

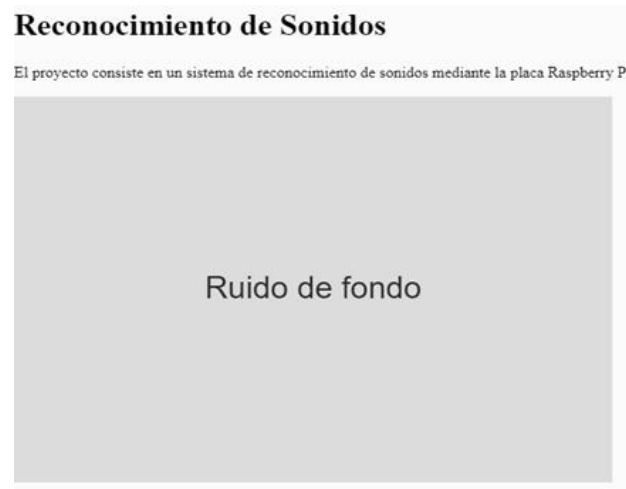
Ejecutamos el código e hicimos las pruebas para ver su funcionamiento.

6.5.1. Demostración del reconocimiento de sonido

En la primera Figura 11 se puede visualizar la pantalla del proyecto, mientras reconoce un sonido.

Figura 10

Pruebas de reconocimiento de sonidos

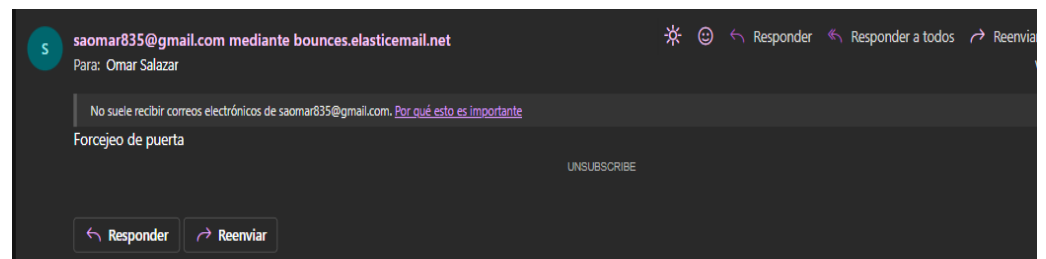


6.5.2. Demostración del envío de la alerta

En la segunda Figura 12 se puede ver cuando se detectó el sonido, y este envió el correo electrónico de advertencia al usuario.

Figura 11

Envío de alerta al correo del usuario

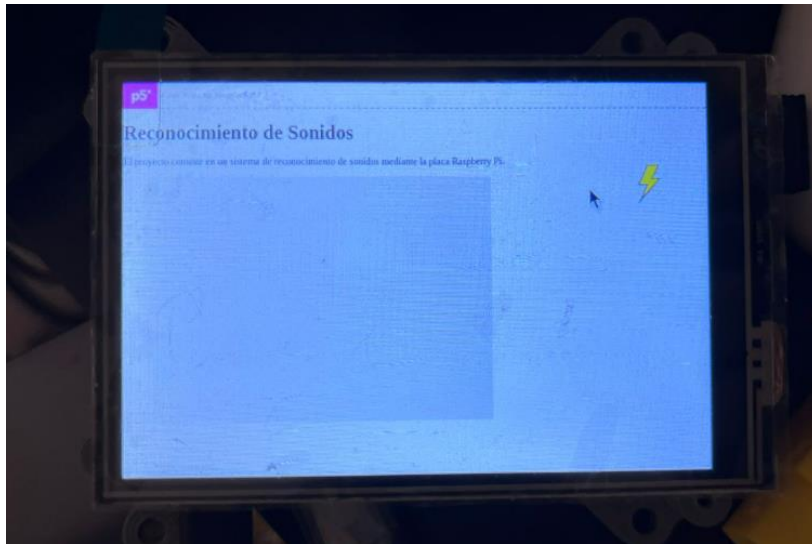


6.6. Implementación y Configuración:

Instalar y configurar el sistema físicamente, asegurándose de que todos los componentes funcionen, una vez conectado todos los periféricos en la placa, creado el modelo, a ver verificado el correcto funcionamiento de mi código se ejecutó todo en la placa y todo funciona de forma efectiva.

Figura 12

Prueba de la interfaz



6.6.1. Adquisición del Hardware:

Adquiera una Raspberry Pi con los recursos necesarios.

6.6.2. Instalación del Sistema Operativo:

Instale Raspbian y asegúrese de contar con una conexión estable.

6.6.3. Servicios Prestados:

Descargue e instale las herramientas necesarias.

Ubique la Raspberry Pi en la rejilla.

6.6.4. Preparación para el Aprendizaje Automático:

Desarrolle un detector de sonidos.

Capture, etiquete datos, aplique el modelo y exporte.

6.6.5. Integración con Raspberry Pi:

Conecte el modelo a la Raspberry Pi para ponerlo en funcionamiento.

6.6.6. Desarrollo de la Interfaz de Usuario:

Diseñe una interfaz fácil de usar que ofrezca información clara sobre eventos y notificaciones.

6.6.7. Conexión de Auriculares:

Proporcione asistencia auditiva durante la instalación.

6.6.8. Pruebas y Mejoras:

Verifique la validez del modelo con pruebas exhaustivas.

Ajuste la configuración para optimizar el reconocimiento de sonidos.

6.6.9. Configuración Inicial:

Identifique y prepare informes de respuesta a incidentes.

Ajuste la sensibilidad según las preferencias del usuario.

6.6.10. Documentación Detallada:

Elabore documentos individuales para la creación y gestión del sistema.

6.6.11. Práctica en Entornos Reales:

Implemente el sistema en tiempo real realice pruebas y verifique su efectividad para garantizar resultados de audio confiables.

6.7. Capacitación y Documentación:

6.7.1. Uso del Sistema:

Para iniciar o detener el sistema, utilice Raspberry Pi y gestione el reconocimiento de sonidos mediante la interfaz de usuario.

6.7.2. Monitoreo en Tiempo Real:

Acceda a la interfaz para observar las detecciones en tiempo real, supervisando los resultados a través de indicadores visuales o datos de audio.

6.7.3. Gestión de Alertas:

Identifique las notificaciones generadas en respuesta a eventos sonoros, comprendiendo los distintos tipos de alertas disponibles.

6.7.4. Mantenimiento del Sistema:

Mantenga actualizado el sistema operativo de Raspberry Pi para mejorar la estabilidad y seguridad.

Siga las instrucciones de Teachable Machine para agregar nuevos sonidos y perfeccionar la precisión del modelo.

Verifique periódicamente la conectividad de la red para garantizar un funcionamiento ininterrumpido.

6.7.5. Documentación Detallada:

Siga la guía de instalación detallada, que incluye la configuración de Raspberry Pi y la integración del modelo Teachable Machine, con capturas de pantalla y explicaciones detalladas.

Consulte la documentación específica de Machine Learning para el modelado y entrenamiento, asegurando una implementación precisa.

En caso de problemas, utilice la herramienta de solución de problemas para abordar posibles inconvenientes con el hardware, software o conexión.

Reciba notificaciones de actualizaciones siguiendo las pautas proporcionadas, asegurando una mejora continua del sistema.

6.8. Evaluación y Mejora:

La evaluación del sistema de seguridad se enfoca en varios aspectos cruciales para garantizar su efectividad en entornos reales, se busca evaluar la precisión del modelo de reconocimiento de sonidos en diversas situaciones y condiciones ambientales, además, se mide el tiempo de respuesta del sistema para asegurar una reacción rápida y eficiente frente a eventos sonoros, la adaptabilidad a nuevos sonidos se valora, destacando la capacidad del sistema para aprender sin intervención manual, resaltando su versatilidad.

La integración del sistema con Raspberry Pi se analiza considerando la portabilidad, estabilidad y eficacia en comparación con otras plataformas, las pruebas en entornos reales son esenciales para validar la detección efectiva de eventos sonoros relevantes.

Se proponen mejoras, como la ampliación del conjunto de datos para mejorar la adaptabilidad del modelo, y la optimización de parámetros para mejorar la eficacia general, la exploración de nuevas funcionalidades, la implementación de redundancias y la mejora de la interfaz de usuario son consideradas para potenciar el sistema, un estudio exhaustivo del consumo de recursos, especialmente en Raspberry Pi, se lleva a cabo para optimizar la eficiencia energética y el rendimiento, finalmente, pruebas de estrés se aplican para evaluar el rendimiento bajo cargas intensivas y garantizar la escalabilidad del sistema en entornos más grandes o complejos.

6.9. Conclusiones y Presentación:

Se logró entrenar un modelo de reconocimiento de sonidos altamente preciso y robusto, capaz de distinguir una variedad de sonidos, lo que potencia significativamente la eficacia del sistema de seguridad, la versatilidad del modelo permite su implementación en diversos entornos, facilitando la incorporación de nuevos sonidos sin necesidad de conocimientos extensos, la exitosa integración con Raspberry Pi proporciona portabilidad y una

implementación sencilla, ofreciendo una amplia gama de aplicaciones tanto en entornos residenciales como comerciales, la capacidad de detección en tiempo real es esencial para generar informes rápidos, especialmente en situaciones de incertidumbre.

A pesar de los resultados satisfactorios, se han identificado áreas de mejora, entre ellas se incluyen la expansión del conjunto de datos y la optimización de condiciones específicas para incrementar la eficiencia del sistema. Estos ajustes buscan perfeccionar aún más la capacidad del sistema y garantizar un rendimiento óptimo en diversas situaciones.

VII. RESULTADOS

Al tener en cuenta que esta tesis sigue siendo un prototipo, los resultados lograron ser puntuales tales como:

7.1. Ejecución del código

El Raspberry Pi reenviará lo que escuche a una pequeña web P5.js que ejecutará los comandos.

Figura 14

Ejecucion del codigo en el sketch



```
1 let classifier;
2 let lastSound = '';
3 let contador = 0;
4 let contador1 = 0;
5 let contador2 = 0;
6 let contador3 = 0;
7
8
9
10 function preload() {
11   const modelURL =
12     'https://teachablemachine.withgoogle.com/models/JV5rKldfx/model.json';
13   classifier = ml5.soundClassifier(modelURL);
14 }
15
16 function setup() {
17   createCanvas(400, 200);
18   textAlign(CENTER, CENTER);
19   sClassifier.classify(audioResult);
20 }
21
22
23 function draw() {
24   background(220);
25   // ... the label in the canvas
26 }
```

Figura 15

Reconocimiento de ruido de fondo

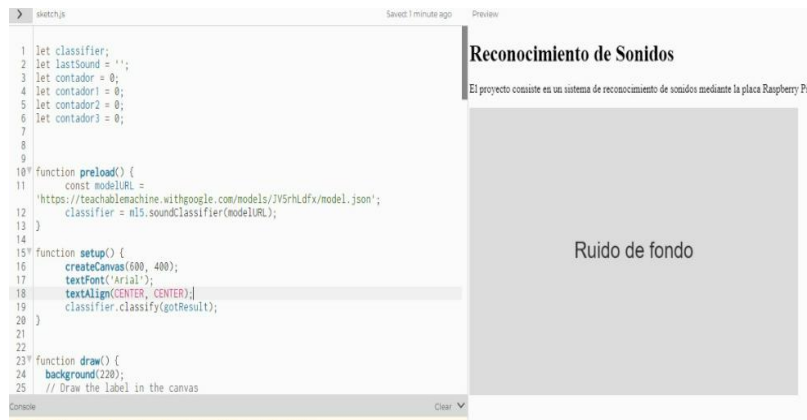


Figura 16

Reconocimiento de ladridos



Figura 17

Reconocimiento de vidrios rotos

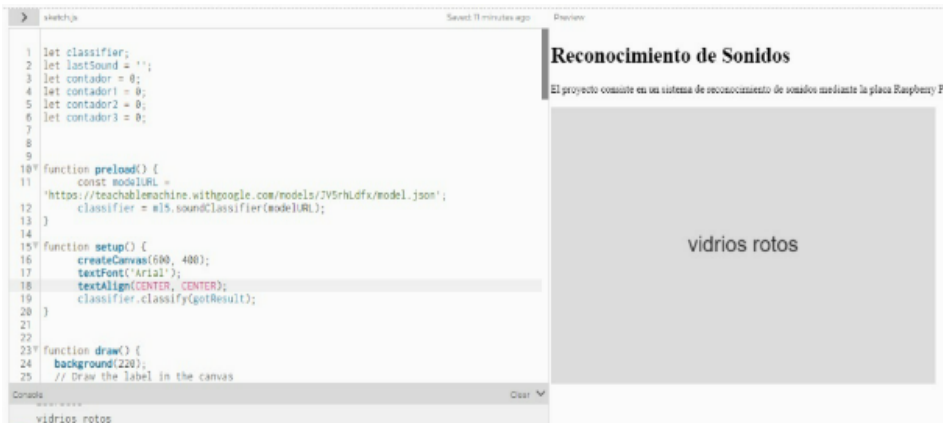


Figura 18

Reconocimiento de pisada



Figura 19

Reconocimiento de forcejeo de puerta



7.2. Reconocimiento de sonidos

El sistema es capaz de reconocer los sonidos de las muestras que se insertaron desde el Teachable Machine.

Figura 20

Muestra de sonidos en Teachable Machine

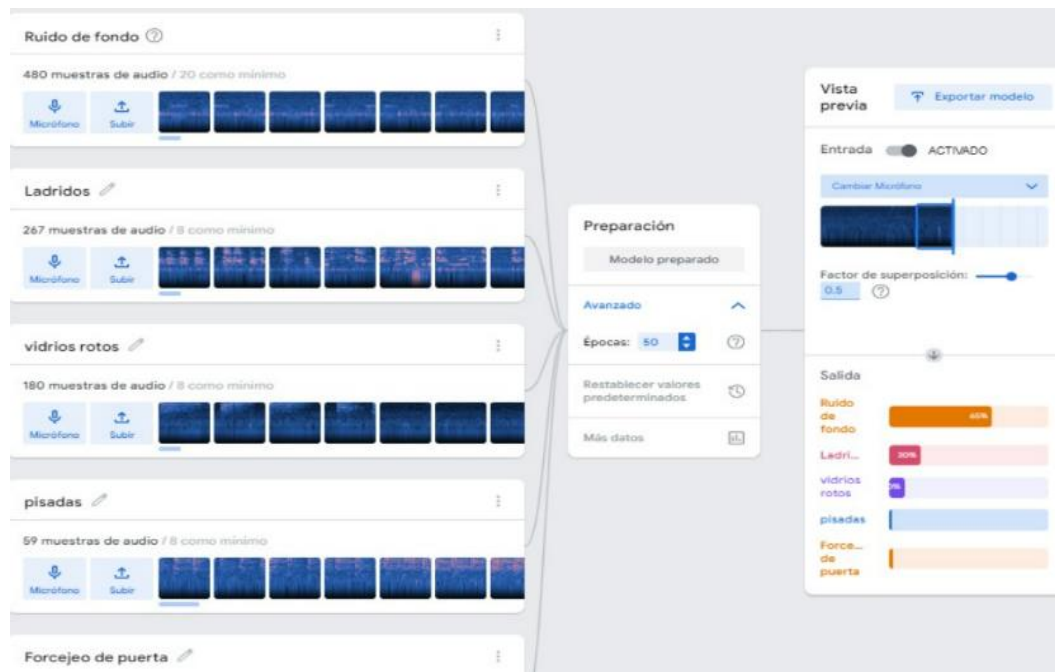
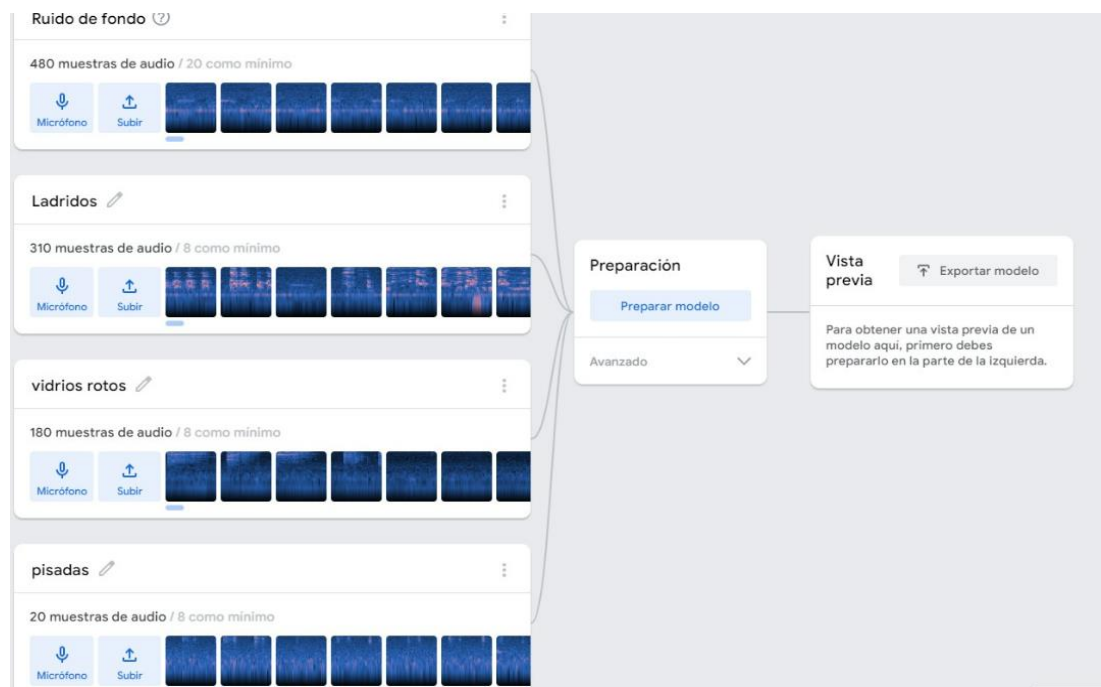


Figura 21

Interfaz de Teachable Machine



El código preparado en la página web P5.js para el problema en cuestión, fue capaz de reconocer los sonidos y además enviar un alerta por correo electrónico después de la 5ta vez que escuchó el mismo sonido.

Figura 22

Raspberry Pi 3



Figura 23

Teclado para la pantalla del Raspberry Pi 3



Figura 24

Micrófono para el reconocimiento de sonidos



Figura 25

Prototipo funcional



Figura 26

Prototipo de Raspberry Pi 3 con pantalla reconociendo sonido

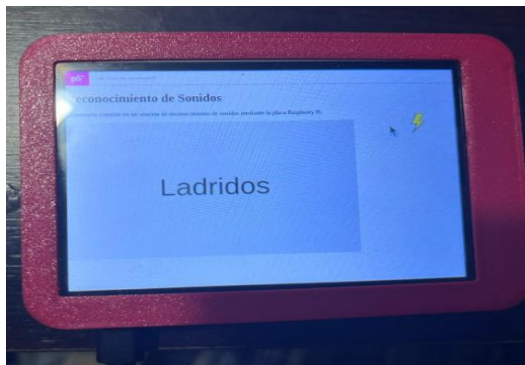
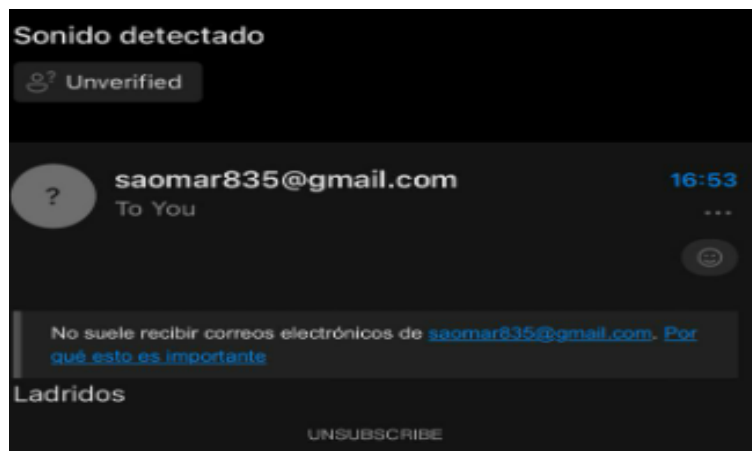


Figura 27

Alerta de reconocimiento de sonido en correo electrónico



VIII. CRONOGRAMA

➤ **Semana 1-2: Definición del Problema y Objetivos**

- Investigar la necesidad y objetivos del proyecto.
- Detallar los tipos de sonidos a reconocer y las acciones de seguridad.

➤ **Semana 3-4: Revisión Bibliográfica**

- Investigar investigaciones previas y tecnologías relacionadas.
- Comprender las mejores prácticas en reconocimiento de sonidos y uso de Raspberry Pi.

➤ **Semana 5-6: Diseño del Sistema**

- Diseñar la arquitectura del sistema, considerando la conexión de sensores y la lógica de seguridad.
- Definir el algoritmo de reconocimiento de sonidos.

➤ **Semana 7-8: Selección de Componentes**

- Verificar la compatibilidad con Raspberry Pi y los requisitos del sistema.

➤ **Semana 9-10: Desarrollo de Software**

- Programar en la página web P5.js para que pueda procesar y funcione acorde a lo que se pide.
- Desarrollar la lógica de comunicación entre los sensores, el algoritmo y las medidas de seguridad.

➤ **Semana 11-12: Pruebas y Validación**

- Realizar pruebas exhaustivas del sistema en diversos escenarios.
- Validar que el reconocimiento de sonidos funcione y que envíe una alerta al usuario por correo electrónico.

➤ **Semana 13-14: Implementación y Configuración**

- Montar físicamente el sistema en el lugar deseado.
- Asegurarse de que todos los componentes estén conectados y funcionando.

➤ **Semana 15: Capacitación y Documentación**

- Crear instrucciones claras para el uso, mantenimiento y gestión del sistema.
- Elaborar una documentación detallada sobre la instalación y la resolución de problemas.

IX. PRESUPUESTO

Presentamos la siguiente tabla 1 los materiales y valores de estos, para la realización de nuestro proyecto de titulación. La Tabla 1 es Presupuesto de los materiales

Tabla 1

Detalle	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cargador 12v-2A (Plug Arduino)	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Memoria micro SD	1	\$ 14,00	\$ 14,00
micrófono para reconocimiento de audio	1	\$ 8,00	\$ 8,00
Mini micrófono de clip de solapa	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Pantalla para Raspberry	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Raspberry Pi 3	1	\$ 80,70	\$ 80,70
Teclado	1	\$ 15,00	\$ 15,00
TOTAL			\$ 168,70

X. CONCLUSIONES

La culminación exitosa del proyecto de “Diseño e Implementación de un prototipo para la protección de viviendas mediante el reconocimiento de sonidos usando Raspberry Pi” representa un avance significativo en la seguridad residencial.

La combinación de la versatilidad de Raspberry Pi 3, junto a la página web P5.js con codificación de reconocimientos acústicos ha dado lugar a un prototipo eficaz que puede identificar y responder a sonidos específicos asociados con posibles amenazas.

Este proyecto no solo destaca el potencial práctico de la Raspberry Pi en aplicaciones de seguridad, sino también la viabilidad de la tecnología de reconocimiento de sonidos como una herramienta efectiva para la protección del hogar.

XI. RECOMENDACIÓN

Se recomienda la adopción y aplicación del prototipo desarrollado para la protección de viviendas mediante el reconocimiento de sonidos utilizando Raspberry Pi 3, la efectividad demostrada en la identificación precisa de sonidos asociados a posibles amenazas sugiere que este sistema puede ser una solución innovadora y confiable para fortalecer la seguridad residencial.

La integración de la versátil plataforma Raspberry Pi con algoritmos de reconocimiento acústico no solo representa una combinación eficaz, sino también una opción asequible para aquellos que buscan mejorar la protección de sus hogares.

Se recomienda, por tanto, considerar la implementación de este prototipo como parte integral de estrategias de seguridad residencial, proporcionando una capa adicional de detección y respuesta ante potenciales situaciones de riesgo.

XII. CITAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez, C. (2023, Septiembre 12). *AXIS Communication*. Retrieved from <https://www.axis.com/es-es/solutions/sound-detection>
- Cortez, P. (2019, Febrero 14). *MCI Electronics*. Retrieved from <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>
- Jonatán, & Alejandro. (2018, Junio 18). *Repositorio Universidad de Lima*. Retrieved from https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/8026/La_Cruz_Chac%C3%B3n_Jonat%C3%A1n?sequence=3&isAllowed=y
- Konopelski, K. (2021, Abril 16). *Morioh*. Retrieved from Morioh: <https://morioh.com/a/e3bfd360a673/p5js-and-5-things-you-need-to-know-about-it-in-2021>
- Martinez, F., & Portale, G. (2021, Febrero 16). *UTN*. Retrieved from UTN: https://www.frba.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2021/02/IA1_IntroReconocimientoVoz.pdf
- Oliveros, S. (2020, Febrero 2020). *Mundo Cloud*. Retrieved from <https://mundo.cloud/noticias/innovacion-noticias/teachable-machine-2-0-herramienta-basada-en-la-web-para-comenzar-proyectos-de-ml>
- ORACLE. (2022, Mayo 31). *Developer Oracle*. Retrieved from <https://developer.oracle.com/es/learn/technical-articles/what-is-python>
- Rodriguez, J. (2019, Junio 20). *Abierto al publico*. Retrieved from Abierto al publico: <https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/hacia-la-programacion-creativa-en-america-latina-p5-js/#:~:text=js.,p5.,de%20compartir%20y%20de%20programar>

XIII. ANEXOS

Código de la página web P5.Js junto a las muestras ingresadas del Teachable Machine

```
1 let classifier;
2 let lastSound = '';
3 let contador = 0;
4 let contador1 = 0;
5 let contador2 = 0;
6 let contador3 = 0;
7
8
9
10 function preload() {
11   const modelURL = 'https://teachablemachine.withgoogle.com/models/JV5rhLdfx/model.json';
12   classifier = ml5.soundClassifier(modelURL);
13 }
14
15 function setup() {
16   createCanvas(700, 400);
17   textFont('Arial');
18   textAlign(CENTER, CENTER);
19   classifier.classify(gotResult);
20 }
21
22
23 function draw() {
24   background(220);
25   // Draw the label in the canvas
26   fill(40);
27   textSize(70);
28   textAlign(CENTER, CENTER);
29   text(lastSound, width / 2, height / 2);
30 }
31
32
33 // Callback para manejar los resultados de la clasificación
34 function gotResult(error, results) {
35   if (error) {
36     console.error(error);
37     return;
38   }
39
40   // Muestra la etiqueta del sonido clasificado en el lienzo
```

```

70 // PROcesa los resultados del sonido capturado en el cliente
41 const label = results[0].label;
42 lastSound = label;
43
44
45 if (label === 'vidrios rotos') {
46     contador++;
47 }
48
49 else if (label === 'Ladridos'){
50     contador1++;
51 }
52
53 else if (label === 'pisadas'){
54     contador2++;
55 }
56
57 else if (label === 'Forcejeo de puerta'){
58     contador3++;
59 }
60
61
62 if (contador === 7) {
63
64     console.log('vidrios rotos');
65     Email.send({
66         Host : "smtp.elasticemail.com",
67         Username : "saomar835@gmail.com",
68         Password : "F0F7615D31A60AC98F937463A9B392465C16",
69         To : 'osalazar@siselec.ec',
70         From : "saomar835@gmail.com",
71         Subject : "Sonido detectado",
72         Body : "Vidrios rotos"
73     })

```

```

74     contador = 0;
75 }
76
77 else if (contador1 === 7) {
78     console.log('Ladridos');
79     Email.send({
80         Host : "smtp.elasticemail.com",
81         Username : "saonar835@gmail.com",
82         Password : "F0F7615D31A60AC98F937463A98392465C16",
83         To : 'osalazar@siselec.ec',
84         From : "saonar835@gmail.com",
85         Subject : "Sonido detectado",
86         Body : "Ladridos"
87     })
88     contador1 = 0;
89 }
90
91
92 else if (contador2=== 7) {
93     console.log('pisadas');
94     Email.send({
95         Host : "smtp.elasticemail.com",
96         Username : "saonar835@gmail.com",
97         Password : "F0F7615D31A60AC98F937463A98392465C16",
98         To : 'osalazar@siselec.ec',
99         From : "saonar835@gmail.com",
100        Subject : "Sonido detectado",
101        Body : "pisadas"
102    })
103    contador2 = 0;
104 }
105
106
107 else if (contador3=== 7) {
108     console.log('Forcejeo de puerta');
109     Email.send({
110         Host : "smtp.elasticemail.com",
111         Username : "saonar835@gmail.com",
112         Password : "F0F7615D31A60AC98F937463A98392465C16",
113         To : 'osalazar@siselec.ec',

```