

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**ESCUELA DE INFORMÁTICA**

INGENIERÍA EN SISTEMA DE INFORMACIÓN

EIF 408 Proyectos y sus aplicaciones en organizaciones

NRC 40102 - GRUPO 01



**Alumno:**

Byron Jesús Alfaro Ramírez

2-0822-0248

**Nombre de la institución:**

Universidad Nacional de Costa Rica

**Nombre de proyecto:**

RF01-04 Redes neuronales aplicadas en la detección de cáncer de mama.

**I Ciclo 2023**

## Índice

<b>Información general del proyecto</b>	<b>2</b>
Departamento donde se realizará el proyecto	2
Nombre del proyecto	2
Plataformas, herramientas y metodología (TIC) que utilizará	2
<b>Información de la empresa</b>	<b>2</b>
Historia de la organización	2
Misión de la organización	2
Visión de la organización	3
Razón de ser de la empresa	3
Estructura de la organización (Organigrama)	3
<b>Información del departamento</b>	<b>4</b>
Organigrama del departamento	4
Principales proyectos en desarrollo	4
Plataformas, herramientas, metodologías y estándares utilizados	5
<b>Justificación del proyecto</b>	<b>5</b>
Descripción del proyecto	5
Objetivo general:	5
Objetivos específicos:	5
Principales productos por obtener durante la duración de la práctica	6
Principales productos a entregar y el rol en el desarrollo de dicho producto	6
Importancia para la empresa	8
Interoperabilidad de ese sistema con otros sistemas o bases de datos dentro de la organización	8
<b>Metodología de Trabajo</b>	<b>8</b>
<b>Cronograma de actividades por llevar a cabo</b>	<b>9</b>
<b>Principales riesgos del proyecto</b>	<b>10</b>
<b>Estructura del proyecto</b>	<b>13</b>
<b>Expectativas</b>	<b>13</b>
Estudiante	13
Empresa	13

## **Información general del proyecto**

### **Departamento donde se realizará el proyecto**

Laboratorio de procesamiento de imágenes digitales (LAPID)

### **Nombre del proyecto**

RF01-04 Redes neuronales aplicadas en la detección de cáncer de mama.

### **Plataformas, herramientas y metodología (TIC) que utilizará**

Durante el desarrollo del proyecto se hará uso de Python, Java, TensorFlow, Orthanc y OHIF. Además se llevan reuniones a cabo por Microsoft Teams, capacitaciones y seguimientos mediante sesiones preprogramadas.

### **Puesto o función que el estudiante desempeñará dentro del proyecto**

El objetivo de la participación del estudiante es contribuir en la creación de un modelo de aprendizaje automático de nivel de producción para facilitar el diagnóstico de cáncer de mama, en el contexto costarricense.

## **Información de la empresa**

### **Historia de la organización**

El laboratorio de procesamiento digital de imágenes de la Universidad Nacional de Costa Rica. Es un departamento que nació con la idea de desarrollar métodos y algoritmos con el objetivo de procesar imágenes digitales usando modelos matemáticos que se inspiran en el sistema de visión humano por computadoras e inteligencia artificial. Además de ofrecer servicios de almacenamiento, manipulación y análisis de imágenes mediante el sistema PACs.

### **Misión de la organización**

Formar recursos humanos en Procesamiento Digital de Imágenes con las competencias necesarias en la investigación, la docencia con formación humanista y comprometidos con el país..

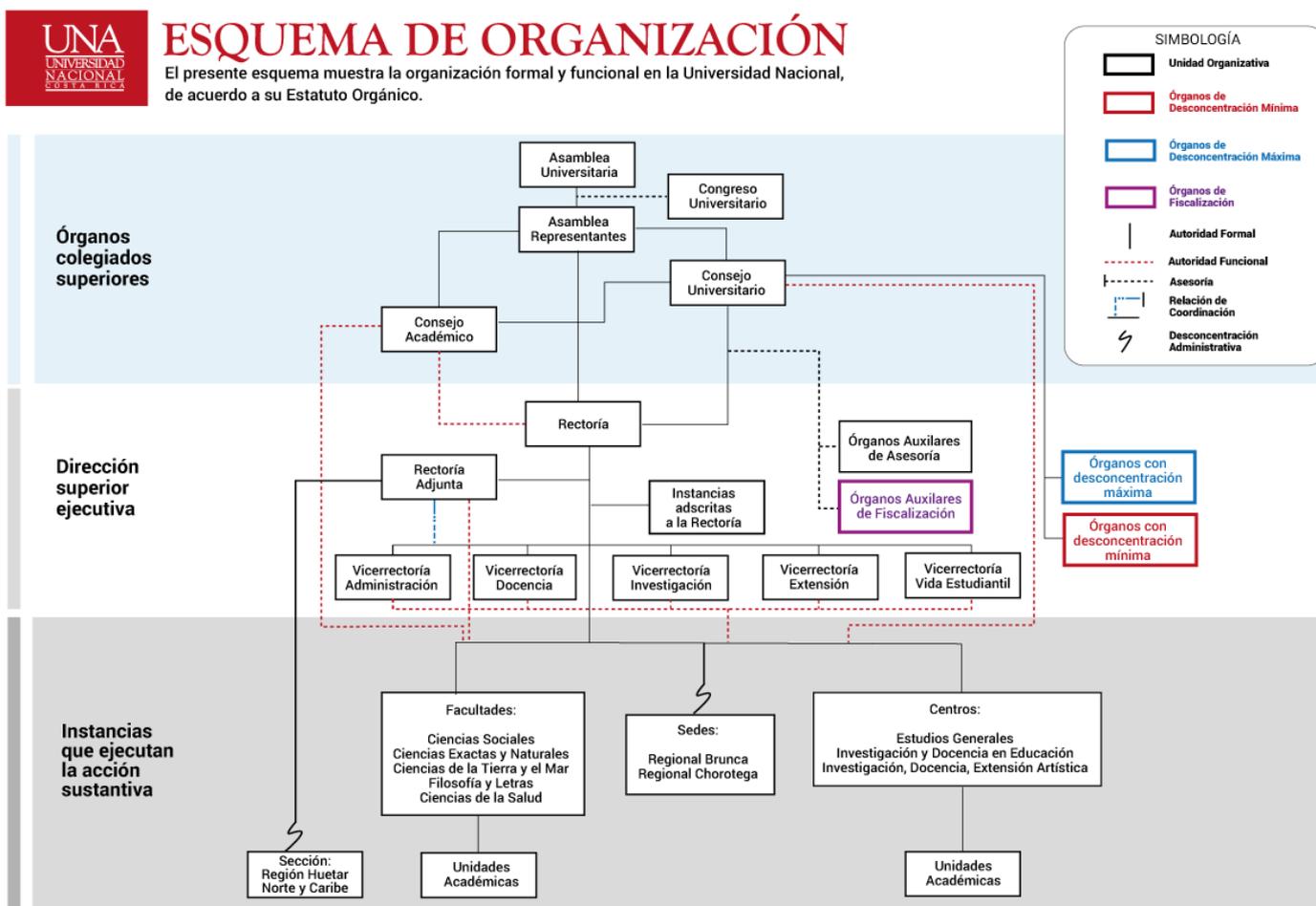
## Visión de la organización

El laboratorio de Procesamiento Digitales de Imágenes ayudará a formar profesionales que generen conocimiento, promoviendo investigaciones con sentido humanista, social y ecológico.

## Razón de ser de la empresa

Mantener un laboratorio de investigación en la Escuela de Informática que desarrolle métodos y algoritmos de procesamiento digital de imágenes usando modelos matemáticos inspirados en propiedades y características del sistema de visión por computadora e inteligencia artificial, para contribuir en el desarrollo de la sociedad costarricense así como en la formación y capacitación de profesionales.

## Estructura de la organización (Organigrama)



Órganos auxiliares de asesoría: que asesoran pero no tienen poder de decisión (Asesoría Jurídica).  
Órganos auxiliares de fiscalización: que asesoran y fiscalizan, por tanto sus recomendaciones son vinculantes (Contraloría Universitaria, Defensoría de los Estudiantes, Fiscalía de Hostigamiento Sexual).  
\*El Centro de Estudios Generales, no tiene unidades académicas adscritas.

Elaborado por: Mayela Vega Fallas, Jefa, Sección de Gestión Estratégica.  
Revisado por: Juan Miguel Herrera Delgado, Director, Área de Planificación.

Aprobado por: Dr. Alberto Salom E.  
Acuerdo: UNA-R-RESO-171-2017  
Fecha: 24/05/2017

## Información del departamento

### Organigrama del departamento



### Principales proyectos en desarrollo

- Base de datos para el almacenamiento y análisis digital de imágenes mamográficas.
- Base de datos de imágenes médicas y mamografías digitales con fines de investigación.
- Identificación automática de microcalcificaciones en mamografía digital de imagen.
- Redes neuronales aplicadas en la detección del cáncer de mama.
- Estudio comparativo de métodos preventivos para la detección del cáncer de mama.

## Plataformas, herramientas, metodologías y estándares utilizados

Plataformas	Herramientas	Metodología	Estándares
Google Colab y Tensorflow	Python, Java, PostgreSQL, Orthanc y OHIF.	Se realizarán seguimientos y se hará uso de Google Colab para realizar trabajo en conjunto.	Estándares de buena organización y código limpio.

## Justificación del proyecto

### Descripción del proyecto

El proyecto RF01-04 Redes neuronales aplicadas en la detección de cáncer de mama, como bien dice su nombre, tiene como propósito la creación de un modelo de aprendizaje automatizado a un nivel de producción para contribuir con el diagnóstico de cáncer de mama mediante inteligencia artificial.

### Objetivo general:

El objetivo de la participación del estudiante es contribuir en la creación de un modelo de aprendizaje automático de nivel de producción para facilitar el diagnóstico de cáncer de mama, en el contexto costarricense.

### Objetivos específicos:

1. Actualizar la base de datos de imágenes médicas del LAPID
2. Colaborar en la implementación de un modelo de clasificación automática mediante el uso de redes neuronales, (Inteligencia Artificial Aplicada en imágenes médicas).
3. Desarrollar nueva funcionalidad a la plataforma OHIF.
4. Realizar pruebas de funcionalidad del modelo de producción.

5. Creación de documentación detallada de cada una de las actividades en las que participa.

### Principales productos por obtener durante la duración de la práctica

- Cargar un conjunto de imágenes médicas de mamografías digitales en formato DICOM, en la base de datos UNA-PAC, del Laboratorio de imágenes médicas de la Universidad Nacional (LAPID-UNA).
- Desarrollar nueva funcionalidad en el framework OHIF, el cual corresponde a un visor de imágenes médicas.
- Generar un modelo de clasificación automática con imágenes digitales en formato DICOM y realizar ajustes.

### Principales productos a entregar y el rol en el desarrollo de dicho producto

Objetivo	Producto	Breve descripción Producto	Rol/responsabilidad en el desarrollo del producto
<b>1</b>	Conjunto de imágenes médicas en formato DICOM.	Corresponde a un conjunto de imágenes de mamografías que posteriormente serán almacenadas en la base de datos UNA-PAC.	Buscar bases de datos que contengan dichas imágenes, prepararlas y transformarlas para posteriormente almacenarlas en la base de datos.
<b>2</b>	Modelo de clasificación automática	Corresponde a un modelo de clasificación automática	<b>Generación del modelo:</b> <b>1.</b> Cargar el conjunto de imágenes DICOM y procesarlas.

	mediante redes neuronales.	(Inteligencia Artificial Aplicada en imágenes médicas).	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Definir correctamente los datos de entrenamiento y validación.</li> <li>3. Aumentar los datos mediante inversiones de las imágenes, desplazamientos y zoom. Esto con el objetivo de que el modelo tenga mayor cantidad de datos y diferentes perspectivas de imágenes ante casos no esperados. <b>(En caso de ser necesario).</b></li> <li>4. Definir los parámetros fundamentales del modelo: <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Función de activación.</li> <li>4.2. Número de épocas.</li> <li>4.3. Learning rate.</li> <li>4.4. Función de pérdida.</li> <li>4.5. Métrica de evaluación.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>Probar el modelo con imágenes ejemplos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Supervisar el aprendizaje del modelo mediante pruebas con imágenes DICOM.</li> </ul> <p><b>Ajustar el modelo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Realizar los ajustes necesarios para una mayor efectividad del modelo.</li> </ul>
<b>3</b>	Nueva funcionalidad mediante un botón en la plataforma de visión de	La plataforma OHIF alojada en los servidores de la Universidad Nacional requiere de un nuevo botón que	Investigar cómo implementar dicho botón y aplicarlo en un servidor de pruebas, posteriormente debe de ser aplicado en el servidor principal de la Universidad Nacional. Esto se realiza clonando el repositorio y editando el código de acuerdo con la documentación. El repositorio a clonar se encuentra en el siguiente enlace <a href="https://github.com/OHIF/Viewers">https://github.com/OHIF/Viewers</a>

	imágenes médicas OHIF.	implemente una nueva funcionalidad	
2	Definir un nuevo modelo de clasificación de imágenes para detectar si una radiografía mamaria posee un tumor benigno o maligno. Posteriormente se deberá de construir una página web para alojar el modelo y poder utilizarlo para realizar pruebas con distintas mamografías.	Una página web que permita utilizar el modelo de clasificación de mamografías mediante imágenes de prueba.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir y entrenar el modelo utilizando Teachable Machine.</li> <li>2. Probar el modelo hasta encontrar la configuración de parámetros que mejor se ajuste para la tarea especificada.</li> <li>3. Alojar el modelo para utilizarlo en la página web.</li> <li>4. Construir la estructura de la página web y darle estilo.</li> <li>5. Realizar pruebas de funcionamiento y corrección de errores.</li> <li>6. Alojar la página web en el servidor oficial de la universidad.</li> </ol>

### Importancia para la empresa

El proyecto RF01-04 Redes neuronales aplicadas en la detección de cáncer de mama es un proyecto que ayudará no solo al área de investigación de la universidad sino también a la sociedad en general y podrá ayudar a las mujeres que realicen sus prácticas mamográficas con gran precisión y rápidamente.

## Interoperabilidad de ese sistema con otros sistemas o bases de datos dentro de la organización

El modelo de aprendizaje automático del cual se ha hablado en el transcurso de este proyecto está asociado con la base de datos PAC. De la cual se alimenta dicho modelo. Esto se puede apreciar en la siguiente imagen.



## Metodología de Trabajo

- Reuniones al final de cada entrega.
- Retroalimentación de trabajo.
- Talleres de capacitaciones.
- Colaboración mediante Google Colab.
- Reuniones preprogramadas.

## Cronograma de actividades por llevar a cabo

Número de semana	Número de objetivo específico	Descripción
4, 5 y 6 (27 de marzo - 10 abril)	1	1. Buscar bases de datos que contengan dichas imágenes, prepararlas y transformarlas para posteriormente almacenarlas en la base de datos.

		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Capacitaciones.</li> <li>3. Investigación de base de datos <b>CBIS-DDSM</b> y generar reporte.</li> <li>4. Documentar sobre un método de automatización de subida de imágenes DICOM a la base de datos.</li> </ol>
7 y 8 <b>(10 abril - 22 abril)</b>	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investigación e implementación de un nuevo botón en la aplicación OHIF, tanto en un servidor de prueba como en el servidor oficial.</li> <li>2. Seleccionar modelo de clasificación automática.</li> <li>3. Probar el modelo con imágenes ejemplos</li> <li>4. Ajustar el modelo</li> </ol>
9-17 <b>(29 abril - 10 junio)</b>	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir y entrenar el modelo de detección de mamografías utilizando Teachable Machine.</li> <li>2. Probar el modelo hasta encontrar la configuración de parámetros que mejor se ajuste para la tarea especificada.</li> <li>3. Alojarse el modelo para utilizarlo en la página web.</li> <li>4. Construir la estructura de la página web y darle estilo.</li> <li>5. Realizar pruebas de funcionamiento y corrección de errores.</li> <li>6. Alojarse la página web en el servidor oficial de la universidad.</li> </ol>

## Principales riesgos del proyecto

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Magnitud del Riesgo	Responsable (s)	Estrategia de administración (Evitar, Mitigar, Aceptar o Transferir el riesgo)	Qué acción se realiza para la mitigación (control) (antes de materializarse)	Plan de contingencia  En caso de que se materializara el riesgo (Cuál será el Plan B)
<b>Calendario</b>	Como consecuencia del uso de tecnologías nuevas, se pueden presentar problemas en la finalización de las tareas, provocando que no se cumplan con los tiempos propuestos.	2	4	8	Estudiante	Mitigar	Realizar una investigación profunda de las nuevas tecnologías y en caso de no poder implementar las funcionalidades con estas, buscar la manera de solucionarlas de una manera que el sistema funcione según lo esperado	Hablar con el supervisor de proyecto y buscar soluciones factibles.
<b>Tecnológico</b>	El trabajo virtual depende de la conexión a internet, lo que puede ser un riesgo para la productividad si la conexión es inestable o si hay	1	4	4	Estudiante	Mitigar	Contratar un buen servicio de internet y asegurarse de que los dispositivos encargados de brindar esta conexión siempre se encuentren en buen estado,	Buscar otro proveedor capaz de cumplir con las necesidades del caso.

	interrupciones en el servicio de internet.							
<b>Externo</b>	Como consecuencia de problemas de salud del estudiante se pueden generar problemas para cumplir con las tareas asignadas	3	2	6	Estudiante	Asumirlo	Mantener constante comunicación con el supervisor para que en caso de que se produjera un problema como este se pueda actuar con antelación evitando retrasos.	Si se da una de estas situaciones, se deberá hacer una reunión de urgencia, para informar la situación e informar las medidas necesarias.
<b>Personas</b>	Trabajar virtualmente puede dificultar la coordinación del equipo y la comunicación entre los miembros. Esto podría incluir dificultades para programar reuniones en línea, para trabajar en equipo en línea y para mantener una comunicación efectiva.	4	2	2	Equipo de trabajo	Mitigar	Mantener una comunicación constante y anticipada. Además de programar las reuniones con bastante antelación.	Programar una reunión para ver la situación y tomar medidas para que no se vuelva a producir.

<b>Personas</b>	Trabajar desde casa puede presentar riesgos para la productividad de los trabajadores. Esto podría incluir distracciones en el hogar, horarios de trabajo irregulares y dificultades para colaborar con otros miembros del equipo.	4	2	2	Estudiante	Mitigar	Asegurarse de tener un ambiente siempre ordenado y libre de distracciones.	Tomar las medidas necesarias para mitigar dichas distracciones o inconvenientes.
<b>Tecnológico</b>	Como consecuencia de la necesidad de implementar nuevas funcionalidades en la plataforma LAPID, cabe la posibilidad de que se presenten problemas con respecto a la compatibilidad de las tecnologías o versiones.	2	4	8	Estudiante	Mitigar	Realizar una investigación profunda sobre ambas tecnologías utilizadas para asegurar la compatibilidad entre las nuevas funciones y las tecnologías de la página web objetivo.	Hablar con el supervisor de proyecto y buscar soluciones factibles.

## Estructura del proyecto

### **Johnny Villalobos Murillo - Supervisor, Lider de proyecto.**

- Supervisar los avances del estudiante.
- Dirigir el proyecto.
- Desarrollar el proyecto.

### **Byron Jesús Alfaro Ramírez - Desarrollador Intern**

- Subir imágenes DICOM a la base de datos **UNAPAC**.
- Generar reporte de investigación sobre la base de datos **CBIS-DDSM**.
- Colaborar con la implementación del modelo de aprendizaje automático.

## Expectativas

### **Estudiante**

Al final de la práctica, espero haber aprendido mucho inteligencia artificial y cómo analizar imágenes mediante esta. También espero haber evolucionado como persona y como profesional y ser capaz de desenvolverme de gran manera en este tipo de organizaciones.

A la organización espero aportar mi conocimiento, esfuerzo y persistencia por conseguir objetivos.

### **Empresa**

Se espera con esta práctica profesional, que el estudiante se familiarice y obtenga conocimientos en el área de la inteligencia artificial aplicada, como parte de su formación profesional.

## Código del programa realizado

El siguiente programa fue realizado mediante el uso de la herramienta Teachable Machine. Haciendo uso de esta plataforma se entrenó un modelo el cual es capaz de clasificar mamografías entre benigno y maligno.

Una vez entrenado el modelo, se exportó en formato json y se alojó en una página web. Link de la plataforma Teachable Machine: <https://teachablemachine.withgoogle.com/>.

**A continuación se adjunta el código javascript utilizado para alojar el modelo en una página web.**

```
// Model URL
//let imageModelURL =
'https://teachablemachine.withgoogle.com/models/hXltOt-kN/';
var classifier;
async function init () {
  classifier = ml5.imageClassifier('./model/model.json');
}
init()

// Get a prediction for the current image
function classifyImage() {
  let uploadedImage = document.getElementById('imageUpload').files[0];
  console.log(uploadedImage);

  // Create a new image element
  var img = document.getElementById("testing_img");

  // Set the source of the image
  img.setAttribute("src", URL.createObjectURL(uploadedImage));

  var div = document.getElementById('image-container')
  div.appendChild(img)
  imageReady()
}

// When the image is loaded, run the classification
function imageReady() {
  classifier.classify(document.getElementById('testing_img'), gotResult);
}

// When we get a result
function gotResult(error, results) {
  // If there is an error
  if (error) {
    console.error(error);
  }
}
```

```

    return;
}
// The results are in an array ordered by confidence.
console.log(results[0]);
let label = results[0].label;
let porcentaje = results[0].confidence;
// Show the result
let result_lbl = document.getElementById('result_lbl');
let porcentaje_lbl = document.getElementById('porcentaje');
result_lbl.textContent = "Clasificación: " + label;
porcentaje_lbl.textContent = "Confidence: % " + (porcentaje *
100).toFixed(2);
}

```

El siguiente código corresponde al HTML

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <meta charset="utf-8">
  <title>Image classification model</title>
  <!-- Agregamos los estilos de Bootstrap -->
  <link rel="stylesheet"
href="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.3.1/css/bootstrap.min.css">
  <!-- Agregamos nuestro archivo de estilos personalizado -->
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/styles.css">
</head>
<body>
<div class="container">
  
</div>
<h1 class="title text-center mb-4">Mammogram classification model test</h1>
<h2 class="title text-center mb-4">Convolutional Neural Network</h2>
<div class="text-center mb-4" style="color: red;">
  <a
href="https://www.imaginglab.una.ac.cr/index.php/rf01?view=article&id=51&catid=2
">RF01-04 Neural networks applied in the detection of breast cancer</a>
</div>
<div class="container my-5">
  <div class="row">
    <div class="col-md-8 mx-auto">
      <h2 class="text-center mb-4 classification">Classification Class (
Benign )</h2>
      <div class="row">
        <div class="col-md-3">
          
        </div>

```

```

        <div class="col-md-3">
            
        </div>
        <div class="col-md-3">
            
        </div>
        <div class="col-md-3">
            
        </div>
    </div>
</div>
</div>
</div>
<div class="container my-5">
    <div class="row">
        <div class="col-md-8 mx-auto">
            <h2 class="text-center mb-4">Classification Class ( Malignant )</h2>
            <div class="row">
                <div class="col-md-3">
                    
                </div>
                <div class="col-md-3">
                    
                </div>
                <div class="col-md-3">
                    
                </div>
                <div class="col-md-3">
                    
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>
</div>
<div class="container my-5">
    <div class="row">
        <div class="col-md-8 mx-auto">
            <p class="description text-center mb-5">Select the image you want to
classify:</p>
            <div class="d-flex justify-content-center">
                <input type="file" id="imageUpload" class="file-input"
placeholder="Select an image...">
                <button type="button" class="btn btn-danger m1-3 upload-button
text-white" onclick="classifyImage()" value="Upload">Classify</button>
            </div>
            <div id='image-container' class="mt-5 text-center">
                <img id="testing_img" class="image img-fluid mb-3">
                <div>
                    <label id="result_lbl" class="result-label"></label>

```

```

        <label id="porcentaje" class="result-label"></label>
    </div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<!-- Agregamos los scripts de Bootstrap -->
<script src="https://code.jquery.com/jquery-3.3.1.slim.min.js"
integrity="sha384-q8i/X+965Dz00rT7abK41JStQIAqVgRVzpbzo5smXKp4YfRvH+8abtTE1Pi6jji
zo" crossorigin="anonymous"></script>
<script
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/popper.js@1.14.7/umd/popper.min.js"
integrity="sha384-U02eT0CpHqdSJK6hJty5KVphtPhzWj9W01c1HTMga3JDZwrnQq4sF86dIHNDz0
W1" crossorigin="anonymous"></script>
<script
src="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.3.1/js/bootstrap.min.js"
integrity="sha384-JjSmVgyd0p3pXB1rRibZUAYoIIy60rQ6VrjIEaEf/nJGzIxFDsf4x0xIM+B07j
RM" crossorigin="anonymous"></script>

<!-- Agregamos los scripts necesarios para el funcionamiento del modelo -->
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/p5@latest/lib/p5.min.js"></script>
<script
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/p5@latest/lib/addons/p5.dom.min.js"></script>
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/ml5@latest/dist/ml5.min.js"></script>
<script
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@tensorflow/tfjs@latest/dist/tf.min.js"></scri
pt>
<script
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@teachablemachine/image@latest/dist/teachblem
achine-image.min.js"></script>
<script src="js/app.js"></script>

```

**Por otra parte, a continuación se adjunta un código correspondiente a Python, el cual permite ejecutar el modelo.**

```

from keras.models import load_model # TensorFlow is required for Keras to
work
from PIL import Image, ImageOps # Install pillow instead of PIL
import numpy as np

np.set_printoptions(suppress=True)

model = load_model("keras_Model.h5", compile=False)

class_names = open("labels.txt", "r").readlines()

```

```
data = np.ndarray(shape=(1, 224, 224, 3), dtype=np.float32)
image = Image.open("<IMAGE_PATH>").convert("RGB")

size = (224, 224)
image = ImageOps.fit(image, size, Image.Resampling.LANCZOS)

image_array = np.asarray(image)

normalized_image_array = (image_array.astype(np.float32) / 127.5) - 1

# Load the image into the array
data[0] = normalized_image_array

prediction = model.predict(data)
index = np.argmax(prediction)
class_name = class_names[index]
confidence_score = prediction[0][index]

print("Class:", class_name[2:], end="")
print("Confidence Score:", confidence_score)
```

