



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Sistema de reconocimiento de personas que están usando la  
mascarilla incorrectamente en espacios públicos

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**AUTOR:**

Gomez Maytahuari, Jose Ernesto (0000-0001-8932-0948)

**ASESOR:**

Dr. Hilario Falcón, Francisco Manuel (0000-0003-3153-9343)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Información y Comunicaciones

LIMA – PERÚ

2021

### **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado principalmente a mis padres por forjarme como la persona que soy; de todos los logros este se los debo a ustedes.

### **Agradecimiento**

Principalmente doy gracias a Dios que fue el creador de todas las cosas, el que ha dado fortaleza a mi corazón cuando estuvo a punto de quebrarse.

De igual manera doy gracias a mis padres, a quienes le debo mi vida, por su cariño y comprensión, también por su buena guía, hábitos y valores, lo cual me ha brindado la oportunidad de salir adelante buscando el mejor camino. A mis compañeros y maestros que me alentaron a seguir y no abandonar el camino.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de abreviaturas.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2 Variables y operacionalización.....	20
3.3 Población, muestra y muestreo.....	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5 Procedimientos.....	23
3.6 Método de análisis de datos.....	24
3.7 Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	37
ANEXOS.....	

## Índice de tablas

Tabla 1: Esquema de diseño de grupo único con medida post-tratamiento.....	20
Tabla 2: Estadísticos descriptivos indicador incremento de la precisión de la identificación.....	27
Tabla 3: Prueba de normalidad indicador incremento de la precisión de la identificación.....	28
Tabla 4: Prueba de Wilcoxon indicador precisión de la identificación .....	29
Tabla 5: Prueba de hipótesis - Precisión de la identificación .....	29
Tabla 6: Tabla de resumen de las pruebas de hipótesis .....	30
Tabla 7: Matriz de operacionalización de variables.....	44
Tabla 8: Matriz de consistencia .....	46

## Índice de figuras

Figura 1: Arquitectura tecnológica para el desarrollo del sistema .....	49
Figura 2: Arquitectura tecnológica para el uso del sistema .....	50
Figura 3: Modelo relacional de la base de datos del sistema .....	51
Figura 4: Flujograma algoritmo detección de video .....	52
Figura 5: Pseudocódigo algoritmo detección de video .....	53
Figura 6: Código detección de rostros a través de imagen .....	54
Figura 7: Código propuestas cuadros delimitadores de máscaras faciales.....	55
Figura 8: Código obtener propuestas de cajas delimitadoras a través de tensor ..	56
Figura 9: Pantalla Dashboard Bienvenida al Sistema .....	57
Figura 10: Pantalla Dashboard Indicación Cargar Dataset .....	57
Figura 11: Módulo Dataset para carga de imágenes.....	58
Figura 12: Resultados de Reconocimiento mediante imagen .....	58
Figura 13: Módulo Detección en tiempo real .....	59
Figura 14: Resultados de Reconocimiento mediante video .....	59
Figura 15: Dataset de imágenes de personas con mascarilla y sin mascarilla .....	60
Figura 16: Imágenes Google de personas con mascarilla y sin mascarilla .....	60

## Resumen

La presente investigación incorporó el desarrollo y la implementación de un sistema de reconocimiento de personas que están usando la mascarilla incorrectamente en espacios públicos, debido a que nos encontramos en un momento crucial a causa del nivel de contagio de COVID-19 y al poco respeto por las normas de bioseguridad entre la población lo cual ha generado lamentablemente llegar a un nivel crítico.

Se tuvo como objetivo contestar la interrogante: ¿Qué efecto tuvo el uso del sistema de reconocimiento personas que usan la mascarilla incorrectamente en la identificación, tiempo de entrenamiento y uso de recursos de PC? y teniendo como final el desarrollo de un método que permita la mejora en la detección de personas que no estén usando de forma correcta la mascarilla y a su vez tener un control más riguroso.

Para la construcción del sistema nos apoyamos en el lenguaje de programación Python. Este estudio según su propósito es aplicado, con un enfoque cuantitativo, y con el diseño pre experimental el cual incluyó 848 imágenes de personas que estaban usando la mascarilla facial tanto de forma correcta e incorrecta para el entrenamiento y para la muestra un conjunto de 135 imágenes de personas en establecimientos públicos. Se utilizó la ficha de registro para recopilar datos en cuanto a precisión y tiempos de reconocimiento.

Los resultados fueron beneficiosos para esta investigación, logrando incrementar la precisión en comparación con un modelo tradicional en un 17%. Se recomendó ampliar este estudio mediante el entrenamiento de imágenes en un ordenador con mejores recursos y utilizar una cámara CCTV para poder capturar mejor los datos de imagen.

**Palabras clave:** sistema de reconocimiento, COVID-19, mascarilla, detección, precisión.

## **Abstract**

This research incorporated the development and implementation of a system for the recognition of people who are using masks incorrectly in public spaces, because we are at a crucial moment due to the level of COVID-19 infection and the lack of respect for biosecurity norms among the population, which has unfortunately reached a critical level.

The objective was to answer the question: What effect did the use of the system for recognizing people who use masks incorrectly have on the identification, training time and use of PC resources? The final objective was to develop a method that would improve the detection of people who are not using masks correctly and at the same time have a more rigorous control.

For the construction of the system we rely on the Python programming language. This study according to its purpose is applied, with a quantitative approach, and with a pre-experimental design which included 848 images of people who were using the face mask both correctly and incorrectly for training and for the sample a set of 135 images of people in public establishments. The recording card was used to collect data in terms of accuracy and recognition times.

The results were beneficial to this research, achieving increased accuracy compared to a traditional model by 17%. It was recommended to extend this study by training images on a computer with better resources and using a CCTV camera to better capture the image data.

**Keywords:** recognition system, COVID-19, mask, detection, accuracy.

# **I. INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo se detalla la realidad problemática para dar inicio a la investigación, se presentará la formulación del problema general y específicos, además de mostrar la justificación práctica y social.

En diciembre de 2019, casos de una neumonía grave comenzaron a suscitarse en China, más específicamente en Wuhan provincia de Hubei [...] [posteriormente se descubre que] el SARS-CoV2, un virus de síndrome respiratorio tipo-2 es el causante de COVID-19 (Díaz y Toro, 2020, p.184).

A raíz de lo anterior Velázquez (2020) señaló que la entidad encargada a nivel internacional de la Salud advirtió que el SARS-CoV-2 se mantendría durante un largo periodo prolongado, lo cual indica que la humanidad tendrá que tener una preparación para enfrentarse a esta realidad. También Huarcaya (2020) sugirió que los casos sospechosos y el incremento de número de pacientes han suscitado la preocupación del público por infectarse.

Dentro de los métodos existentes para monitorear el comportamiento de las personas que cumplen con el correcto uso de la mascarilla se tiene la detección facial que según Cajiao “busca identificar automáticamente si en una imagen de tamaño arbitrario se encuentra un rostro humano, y de ser así, debe identificar donde está” (Zuluaga, 2020, p.7)

Además, Saldarriaga (2020) señaló que la fisionomía del rostro posee un número considerable de datos sobre una persona y posibilita hacer diferencia entre individuos a partir de los rasgos, los que tienen mayor relevancia son los ojos, cejas, orejas, boca y nariz, y a partir de estos se puede realizar una caracterización biométrica.

Otros autores mencionaron que el reconocimiento facial puede ser empleado en un gran volumen de personas conjuntamente, resaltando características como sus rostros y empleando algoritmos para convertir esas imágenes en datos para posteriormente ser usados en un sistema informático (Oliveira, Donadon y Pereira, 2021)

Con todo lo mencionado y en este contexto Montesdeoca (2019) recomendó desarrollar un sistema capaz de identificar personas que permanecen usando mascarillas e individuos que no permanecen usando mascarillas en tiempo real. Para poder hacer esto es necesario una gigantesca proporción de fotografías, entre más fotografías se usen para el entrenamiento más efectivo va a ser su aprendizaje y reconocimiento.

Considerando la situación actual, el problema general en la presente investigación fue ¿Cuál es el efecto del uso del sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos en la precisión de la identificación, tiempo de entrenamiento y uso de recursos de PC? Obteniendo además como problemas específicos los que se listan a continuación:

- **PE1:** ¿Cuál fue el efecto del uso de un sistema de reconocimiento en la precisión de identificación de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos?
- **PE2:** ¿Cuál fue el efecto del uso de un sistema de reconocimiento en el tiempo de entrenamiento y detección de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos?
- **PE3:** ¿Cuál fue el efecto del uso de un sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos en el uso de recursos de PC?

Baena (2017) mencionó que es necesaria la justificación del tema; esto es, señalar las necesidades y motivos que guía al investigador a seleccionar la temática a tratar.

También justificar implica la fundamentación de las razones para realizar la investigación, esto es, comprender la importancia de la misma, a su vez estas explicaciones pueden ser agrupadas de forma teórica, metodológica y social. (Ñaupas et al., 2018)

Dentro de las razones prácticas para la elaboración de esta investigación podemos mencionar la de aportar a la información y conocimiento existente del resultado de emplear un sistema que permita la identificación de personas que

empleen la mascarilla de forma incorrecta en establecimientos públicos, que según Córdova (2020) esto despierta el interés por obtener un mecanismo que tenga como base la IA para la gestión en establecimientos públicos prevengan el foco infeccioso por acumulación de personas.

Esta investigación fue justificada de manera social porque existe la necesidad de un mejor control con respecto al tema de salud. Como bien lo mencionan (Agosta et al., 2020) “Muchos aspectos de nuestra vida están afectados en mayor o menor medida, pero lo que está en juego es la salud de muchos, y en ciertos casos, la vida misma de algunos [...]”.

Del mismo modo mencionamos que el objetivo general fue determinar el efecto del uso del sistema de reconocimiento de personas que usan incorrectamente la mascarilla en espacios públicos en la precisión de la identificación, tiempo de entrenamiento y uso de recursos de PC. La lista a continuación contiene los objetivos específicos.

Baena Paz (2017) mencionó que las hipótesis constituyen ejes centrales en una investigación o estudio, y estas se muestran como propuestas para dar una solución a una pregunta inicial.

Este estudio presenta algunos antecedentes que emplean un método similar para llegar al objetivo, por nuestra parte nosotros, como respuesta al planteamiento inicial mencionaremos que la hipótesis general fue: “El efecto del uso de un sistema de reconocimiento de personas que usan incorrectamente la mascarilla en espacios públicos incrementó la precisión de la detección, disminuyó el tiempo de entrenamiento y redujo el uso de recursos de PC”. A su vez tenemos objetivos específicos listados a continuación:

- **HE1:** La precisión del sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos basado en el modelo SSD-MobileNet fue mayor en comparación con el modelo YOLOV3.

Avanzato et al. (2020) propusieron un algoritmo basado en el modelo YOLOV3 para aplicaciones de protección individual seleccionando

maskas quirúrgicas para 6000 casos. Sus resultados mostraron una precisión en el reconocimiento de 84% en el caso de detectarse una mascarilla y un 96% en el caso de que se detectase un rostro. (Avanzato et al., 2020, p.41).

De igual forma Jiang et al. (2021) propusieron un detector de máscaras con una eficacia y eficiencia relativamente equilibradas basados en el modelo Squeeze and Excitation (SE)-YOLOv3 en donde obtuvieron como resultados un 8,6% más de mAP en comparación con YOLOv3 de un 8,6% en comparación con YOLOv3, con una velocidad de detección comparable. (Jiang et al., 2021, p.1).

- **HE2:** El tiempo de entrenamiento del sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos basado en el modelo SSD-MobileNet fue menor en comparación con el modelo YOLOv3.

Sethi, Kathuria y Kaushik (2021) desarrollaron una técnica en tiempo real para poder detectar eficazmente los rostros sin mascarilla en público y así llevarla obligatoriamente a fin de contribuir con la salud pública basado en la arquitectura ResNet50. Los autores concluyeron que la técnica no solo ayuda a conseguir una gran precisión (98.2%), sino que además mejora la velocidad de detección considerablemente. (Sethi, Kathuria y Kaushik, 2021, p.389)

- **HE3:** El uso de recursos de PC empleado por el sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos basado en el modelo SSD-MobileNet fue menor en comparación con el modelo YOLOv3.

Han et al. (2020) desarrollaron un método de detección de mascarillas faciales ante la pandemia COVID-19. Los autores realizaron todos los experimentos utilizando una tarjeta de video NVIDIA GTX1080TI, memoria de 11GB, CPU E5-2620. Los resultados experimentales mostraron que el método propuesto puede lograr un 90,9% de precisión, que es un 18% y

un 15,7% más alto que SSD y YoloV3 respectivamente en el conjunto de datos COVID-19-Mask. (Han et al., 2020, p.442)

## **II. MARCO TEÓRICO**

En el siguiente apartado se expone una recopilación de estudios que están asociadas con el actual proyecto de investigación, dentro de los cuales se encontraron precedentes a nivel nacional e internacional, donde se describen conceptos y teorías vinculados con el tema.

Las investigaciones similares a una aplicación de reconocimiento facial para detectar el empleo incorrecto de la mascarilla en lugares públicos se situaron en esta sección entre las cuales se mencionaron el aprendizaje automático clásico y profundo (Loey et al., 2021), un sistema inteligente artificial IOT (Shenvi y Shet, 2021), una técnica en tiempo real para poder detectar eficazmente los rostros sin mascarilla en público (Sethi, Kathuria y Kaushik, 2021), un sistema completo de reconocimiento facial (Salama et al., 2020) , además se presentó un algoritmo computacional que se orienta a la identificación (Armas et al., 2020), un método que tuvo como objetivo la identificación de las condiciones del uso de las mascarillas mediante una combinación de la súper resolución de imágenes y redes de clasificación (Qin y Li, 2020), se presentó además una visión pragmática de la aplicación Toolbox Deep Learning para la detección facial de un grupo de alumnos de la Universidad Ricardo Palma (Huamaní, Suarez y Cayllahua, 2020), otro método eficiente de reconocimiento con el fin de detectar rostros enmascarados durante la pandemia COVID-19 (Hariri, 2020), en esa línea también se expuso una metodología con el fin de mejorar las capacidades de la tecnología de reconocimiento facial existente (Mundial et al., 2020), un aplicativo con el fin de reducir la comercialización ilícita de animales y a su vez realizar la identificación de especies que se pretende mercantilizar de forma ilegal mediante el uso de las arquitecturas de redes convolucionales (Narváez, 2020), una aplicación web de reconocimiento facial con el objetivo de proporcionar seguridad a un repositorio de documentos (Shulca et al., 2020) , dentro de los antecedentes también se tiene un sistema de biometría para la vigilancia en entidades de educación superior (Tovar, Echavez y Martelo, 2020) , un modelo de reconocimiento de rostros enmascarados con la finalidad de alcanzar un alto grado de precisión (Wang et al., 2020), se mencionó una clasificación de imágenes de conductores distraídos para hacer uso de las redes neuronales convolucionales (Bazan, Sanchez y Rodriguez, 2018),

teoría de aprendizaje profundo (Ferro, 2018), fases y metodologías de extracción de rasgos distintivos que efectúan los sistemas de reconocimiento facial (Cadena et al., 2017). Finalmente, se desarrolló un sistema para la seguridad biométrica a través de la comprobación de rostros en línea (Tafur y Calderón, 2016).

Loey et al. (2021) desarrollaron un modelo híbrido que utiliza el aprendizaje automático clásico y profundo para la detección de máscaras faciales, mencionaron que este modelo consta de dos componentes. Loey et al. (2021) utilizaron tres conjuntos de datos de máscaras faciales para la investigación los cuales son: el conjunto de datos de rostros enmascarados del mundo real (RMFD), el conjunto de datos de rostros enmascarados simulados (SMFD) y el conjunto de caras etiquetadas en la naturaleza (LFW) a estos datos, se les aplicó la extracción de características utilizando *Resnet50* para luego realizar el proceso de clasificación de máscaras faciales utilizando árboles de decisión, *Support Vector (SVM)* y un algoritmo de conjunto. Se concluyó que las precisiones de la detección de máscaras faciales de Loey et al. (2021) superan el 95% en las pruebas y recomendaron utilizar aprendizajes de transferencia más profundos para la extracción de características y emplear el dominio neutrosóficos ya que muestra un potencial prometedor en los problemas de detección y clasificación.

Shenvi y Shet (2021) desarrollaron una propuesta de sistema inteligente artificial IOT (Internet de las cosas) como objetivo de la monitorización de temperatura, higienización automática y el reconocimiento de mascarilla. Shenvi y Shet (2021) mencionaron que el sistema está basado en CNN (Redes neuronales convolucionales) donde la interfaz humana se reemplaza por el sistema (Raspberry Pi) a fin de utilizar el procesamiento de imágenes y algoritmo de aprendizaje automático. Finalmente, Shenvi y Shet (2021) concluyeron que utilizando el sistema propuesto se puede lograr la detección de la mascarilla con una precisión del 98%, si no ocurre este proceso se genera un mensaje de alerta.

Sethi, Kathuria y Kaushik (2021) desarrollaron una técnica en tiempo real para poder detectar eficazmente los rostros sin mascarilla en público y así llevarla obligatoriamente a fin de contribuir con la salud pública. Sethi, Kathuria y Kaushik (2021) tomaron a ResNet50, un modelo de referencia al cual se le aplicó el concepto de aprendizaje de transferencia para unir la información semántica de nivel alto en diversos mapas de caracteres y utilizaron un *dataset* centrado en la máscara facial, con un total de 25.876 imágenes de personas con máscara y 2018 imágenes de personas que no utilizan la mascarilla a fin de entrenar el modelo de reconocimiento de mascarilla propuesto. Finalmente, Sethi, Kathuria y Kaushik (2021) concluyeron que la técnica no solo ayuda a conseguir una gran precisión (98.2%), sino que además mejora la velocidad de detección considerablemente.

Salama et al. (2020) utilizaron los conocimientos de transferencia en *Fog computing* y *cloud computing* con el objetivo de desarrollar un sistema completo de reconocimiento facial. Salama et al. (2020) emplearon un conjunto de datos SDUMLA-HMT, que se halla gratuitamente a fin de evaluar el sistema propuesto el cual consta de diversas bases de datos: cara, iris, venas, huellas dactilares y postura, la investigación se valió de 106 sujetos (45 mujeres y 61 hombres) entre 17 y 31 años a los cuales se les aplicó el algoritmo DCNN más reciente llamado Alex-Net. Salama et al. (2020) finalizaron mencionando que el algoritmo propuesto puede localizar una solución óptima en tiempo razonable y que consigue una mayor exactitud (99.06%), una mayor precisión (99.07%) y una mayor especificidad (99.10%) que los algoritmos en comparación.

Armas et al. (2020) construyeron un algoritmo computacional que se orienta a la identificación de 13 tipos de semillas forestales, el cual tuvo como objetivo la mejora del proceso de aprendizaje y enseñanza en las instituciones de ingeniería forestal y la reducción de la subjetividad que se muestra al procurar reconocer semillas por simple observación. Dentro del método empleado Armas et al. (2020) mencionaron que el algoritmo utiliza modelos de color RGB-24 bits para posteriormente segmentar, conectar, etiquetar y reconocer las semillas haciendo uso de redes neuronales convolucionales. Armas et al. (2020) señalaron que tres

ingenieros forestales realizaron la identificación de referencia y sus apreciaciones coincidían al momento de elegir las semillas para su posterior análisis. Finalmente, Armas et al. (2020) concluyeron que su algoritmo supera el 98% de identificación de semillas lo cual fue muy satisfactorio.

Quin y Li (2020) desarrollaron un método que tuvo como objetivo la identificación de las condiciones del uso de las mascarillas mediante una combinación de la súper resolución de imágenes y redes de clasificación. Los investigadores Quin y Li (2020) recogieron un conjunto de datos públicos de mascarillas médicas las cuales abarcaron 3835 imágenes, 671 de ellas, sin uso de mascarilla, 134 con el uso incorrecto de la mascarilla y 3030 imágenes con el uso correcto de la máscara, a estos se les aplicó el método propuesto: un algoritmo de redes de clasificación. Quin y Li (2020) finalizaron mencionando que su propuesta logró una precisión del 98.70% y que este método supera a los métodos tradicionales de clasificación de imágenes con lo cual tiene potencial para la prevención de epidemias que implican COVID-19.

Huamaní, Suárez y Cayllahua (2020) expusieron un estudio con el fin de presentar una visión pragmática de la aplicación Toolbox Deep Learning para la detección facial de un grupo de alumnos de la Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. La metodología empleada por Huamaní, Suárez y Cayllahua (2020) se basó en la configuración y preparación de una red neuronal convolucional para sustraer datos de atributos faciales. Los investigadores tomaron como muestra 426 fotos de 14 estudiantes además de realizar pruebas para la selección de capas adecuadas y el mayor porcentaje de precisión. Finalmente, Huamaní, Suárez y Cayllahua (2020) concluyeron que las redes neuronales profundas requieren de una *data* extensa para conseguir una apropiada preparación y posterior tratamiento de las imágenes.

Hariri (2020) presentó en su investigación un método eficiente de reconocimiento con el fin de detectar rostros enmascarados durante la pandemia COVID-19. Hariri (2020) tomó un *dataset* de 5000 imágenes de cara con máscara y 90000 imágenes de cara sin máscara donde a las imágenes 2d de medidas 240 x

240 píxeles se les aplica el modelo pre entrenado VGG-16 para extraer las mejores características, entre otros procesos a fin de poder clasificar los rostros y establecer una mejor tasa de reconocimiento. Hariri (2020) concluyó que el método propuesto mejora la generalización del reconocimiento facial con presencia de la mascarilla y menciona que puede extenderse a aplicaciones como video vigilancia.

Mundial et al. (2020) propusieron una metodología con el fin de mejorar las capacidades de la tecnología de reconocimiento facial existente. Mundial et al. (2020) recogieron un conjunto de datos de rostros enmascarados que contiene 800 imágenes de 200 individuos, y estas se componen de 200 imágenes sin uso de mascarilla y los 600 restantes usándolas a fin de usarlas para el entrenamiento del clasificador de la máquina de vectores de apoyo. Los autores Mundial et al. (2020) concluyeron que la metodología propuesta ofrece una precisión de reconocimiento de hasta 99% con rostros enmascarados y que esta puede extenderse a otro tipo de aplicaciones como la video vigilancia.

Narváez (2020) desarrolló un aplicativo con el fin de reducir la comercialización ilícita de animales y a su vez realizar la identificación de especies que se pretende mercantilizar de forma ilegal. Haciendo uso de VGGnet16 (una estructura de red convolucional) Narváez (2020) empleó un *dataset* de 600 imágenes y las distribuyó en 3 clases donde cada una de ellas contiene 200 imágenes y estas se guardaron en *Firebase*, una base de datos no relacional con el fin posterior de analizarlas y clasificarlas. Narváez (2020) concluyó que el aplicativo posibilita el reconocimiento de imágenes para la clasificación de un solo dominio en este caso de aves y además de obtenerse una efectividad del 89%.

Shulca et al. (2020) desarrollaron una aplicación web de reconocimiento facial con el objetivo de proporcionar seguridad a un repositorio de documentos. Shulca et al. (2020) utilizaron la verificación de rostros de los usuarios y el algoritmo Viola-Jones, posteriormente se aplicaron pruebas donde en una de ellas consistió en el almacenamiento de frames al interior de un directorio establecido con el nombre del usuario, para lo cual previamente fueron obtenidas 90 imágenes consecutivas. Shulca et al. (2020) concluyeron que una herramienta de seguridad

biométrica como el reconocimiento facial permitió la validación del acceso de documentos a través de la detección de los usuarios.

Tovar, Echavez y Martelo (2020) expusieron un sistema de biometría para la vigilancia en entidades de educación superior, cuyo fin fue plantear una respuesta que aporte seguridad en entidades de educación superior. Tovar, Echavez y Martelo (2020) utilizaron 150 personas miembros activos de la Universidad de Cartagena como participantes, los cuales evaluaron el sistema mediante pruebas que involucran distancia, movimiento, accesorios, etc. para posteriormente ser encuestados mediante formularios. En conclusión, Tovar, Echavez y Martelo (2020) evidenciaron que los requisitos planteados por los usuarios fueron cumplidos en materia de detección e identificación y el sistema puede desplegarse en la entrada y salida de instituciones educativas públicas y privadas.

Wang et al. (2020) propusieron un modelo de reconocimiento de rostros enmascarados con la finalidad de alcanzar un alto grado de precisión. Wang et al. (2020) emplearon distintos conjuntos de datos como son *Masked Face Detection Dataset* (MFDD) donde se utilizaron alrededor de 24771 imágenes de rostros enmascarados además de un conjunto de datos de reconocimiento de rostros enmascarados en el mundo real (RMFRD) donde se emplearon 5000 imágenes y el conjunto de datos de reconocimiento de rostros enmascarados simulados (SMFRD) , en este último se utilizaron 500 000 imágenes faciales de 10 000 a fin de entrenar el modelo de reconocimiento de rostros basados en la multigranularidad. Finalmente, Wang et al. (2020) concluyeron que el modelo propuesto da como precisión del 50% inicial al 95%.

Yaranga, Sanchez y Rodriguez (2018) emplearon la clasificación de imágenes de conductores distraídos para hacer uso de las redes neuronales convolucionales (CNN) con la finalidad de determinar si una persona está desatenta al momento de conducir un vehículo. Yaranga, Sanchez y Rodriguez (2018) utilizaron técnicas de Transferencia de Aprendizaje y representaciones de la prueba de Kaggle en el cual se realizaron aumentos de tamaño y rotaciones para obtener mejores resultados, también mencionaron el uso de Ingeniería de Características.

Yaranga, Sanchez y Rodriguez (2018) finalizaron mencionando que sus resultados dan una efectividad de adiestramiento del 99.30% y validación del 99.44% y que su solución presentada puede ser evaluada en un sistema embebido ubicado en un auto para consideración en la seguridad de pasajeros y conductor.

Ferro (2018) en su estudio describió la teoría de aprendizaje profundo o *Deep Learning* con el fin de desarrollar un modelo de detección de peatones haciendo uso de las redes convolucionales. Ferro (2018) mencionó que existen infraestructuras de trabajo para *Deep Learning* como lo son PyTorch, TensorFlow, Caffe y Theano y estos al ser flexibles permiten enfocarse en la definición del modelo. Haciendo uso de otro *framework* para la detección destacada como YOLO y Darknet y empleando el *dataset* de INRIA en el cual consideró 30 filtros para la última capa de convolución desarrolló un modelo de predicción de peatones/personas. La conclusión de Ferro (2018) fue que el *Deep Learning* es un creciente campo y que, en el entrenamiento del modelo el conjunto de datos es importante.

Cadena et al. (2017) desarrollaron un estudio en el que se abarca procedimientos, fases y metodologías de extracción de rasgos distintivos que efectúan los sistemas de reconocimiento facial a fin de presentar los beneficios e inconvenientes de los mismos. Cadena et al. (2017) emplearon fuentes de investigación como libros, blog y sitios web para analizar documentos en con respecto a la temática. Se obtuvo una muestra de 50 individuos aleatorios de la población de Latacunga para informarles de la utilidad del reconocimiento facial. Cadena et al. (2017) llegaron a la conclusión que el reconocimiento facial apoya en la batalla contra el crimen además de mencionar que uno de sus beneficios es el de permitir a los individuos observar los rostros que se presentan en vez de fragmentar estos últimos.

Tafur y Calderón (2016) hicieron uso de las redes neuronales convolucionales a fin de desarrollar un sistema para la seguridad biométrica a través de la comprobación de rostros en línea. Tafur y Calderón (2016) mencionaron que el sistema lleva a cabo una verificación facial, que se basa en identificar el rostro con la finalidad de extraer sus características y se probó con una muestra de 485

comparaciones de 22 individuos con el objetivo de realizar pruebas de efectividad en teléfonos móviles que cuentan con cámara a través de un formulario online. Tafur y Calderón (2016) concluyeron que su sistema presenta un aceptable grado de confiabilidad.

En el siguiente apartado se exponen teorías que tienen correspondencia con la investigación donde se especifican, nociones, beneficios, metodologías y mecanismos utilizados, conceptos donde se presenta la definición de inteligencia artificial (Morales, 2020; Rouhiainen, 2018), definición de redes convolucionales (Hadji y Wildes, 2018), aspectos beneficiosos de las redes neuronales convolucionales (Albawi, Mohammed y Al-Zawi, 2017), utilidad de la red neuronal convolucional (Mijwel, Esen y Shamil, 2019; Wu, 2017), técnicas de las redes neuronales artificiales (Farizawani et al., 2020), *deep learning* (Goldsborough, 2016), así como la definición de TensorFlow (Karim, 2018; Goldsborough, 2016)

La inteligencia artificial se refiere a la inteligencia humana común que posibilita la comunicación en lenguaje hablado o escrito por humanos, también permite emplear instrumentos para alcanzar metas, planear nuestros actos, relacionarnos con animales y otras personas (Morales, 2020, p. 5). Morales (como se citó en Adams et al., 2012) describió a la inteligencia artificial general como aquella que es generada por recursos no biológicos, pero tiene capacidades similares a la de los humanos, especialmente en el campo de la cognición.

Según (Rouhiainen, 2018, p. 17) definió a la inteligencia artificial como capacidad del ordenador para realizar operaciones en las que se necesita del intelecto humano, así como la capacidad de las máquinas para emplear algoritmos, darles sentido a los datos y usar ese conocimiento para tomar decisiones. Rouhiainen (2018, p. 18) mencionó que uno de los beneficios de la inteligencia artificial es la de ofrecer predicciones y sugerencias en relación con áreas como la educación, bienestar, vínculos entre personas y la salud.

Hadji y Wildes (2018, p. 10) señalaron a las redes convolucionales (CovNets) como un tipo especial de red neuronal que se acopla de forma especial a las

aplicaciones de visión por computadora debido a la facultad para abstraer de forma jerárquica las representaciones con operaciones locales.

Albawi, Mohammed y Al-Zawi (2017) mencionaron que uno de los aspectos beneficiosos de las redes neuronales convolucionales (CNN) “es la reducción del número de parámetros en las RNA” también que otro aspecto importante “es la obtención de características abstractas cuando la entrada se propaga hacia las capas más profundas”.

Wu (2017, p. 2) señaló que la red neuronal convolucional (CNN) es muy útil en diversas aplicaciones, particularmente con labores que tienen relación con la imagen, debido a la facultad que tiene para abstraer de forma jerárquica representaciones con operaciones locales.

Mijwel, Esen y Shamil (2019, p. 1) mencionaron que las redes neuronales artificiales (ANN) se inspiran en la mente humana y se pueden utilizar para la enseñanza de forma automática y la inteligencia artificial, y que con estas redes se pueden solucionar múltiples problemas por computadora.

Según Farizawani et al. (2020) las redes neuronales artificiales han cobrado mayor importancia en la investigación y desarrollos actuales. Farizawani et al. (2020) señalaron que las redes neuronales artificiales necesitan de muchos procesos y que estas se ocupan de patrones complicados en grandes volúmenes de datos. También se mencionó que estas redes aplican varias técnicas en su proceso de ejecución como la instrucción supervisada y el estudio por refuerzo.

Goldsborough (2016) señaló que *deep learning* es una derivación de la inteligencia artificial el cual hace uso de las redes neuronales profundas, a su vez proporcionó un progreso en el estado del arte en la visión por computador. También Goldsborough (2016) mencionó que TensorFlow es una librería de aplicación de aprendizaje de código abierto que permite entrenar y desarrollar modelos de aprendizaje automático.

Chollet (2018, p.94) hizo referencia a que la detección de objetos es que, dada una imagen, se dibuja un delimitador en forma de cuadro alrededor de ciertos objetos en específico.

Karim (2018, p. 1) indicó que TensorFlow es un software matemático y una librería de aplicación de código abierto relacionada a Inteligencia Artificial, desarrollado en 2011 por el equipo de Google Brain. También Karim (2018, p. 1) señaló que esta herramienta puede ser utilizada para ayudar a la toma de decisiones a partir de una colección de datos.

Datta, Datta y Banerjee (2015, p.4) señalaron que la función biológica más común usada para la identificación personal de humanos son las imágenes faciales. Mencionaron que la detección y el reconocimiento de rostros son habilidades cognitivas que sustentan nuestras interacciones sociales. Datta, Datta y Banerjee (2015, p.4) indicaron que la tecnología denominada reconocimiento facial automatizado (RFA) involucran actividades como la detección y reconocimiento de rostros por parte de las máquinas.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

Escudero y Cortez (2018) señalaron que el tipo de investigación aplicada es caracterizada por tener en consideración los objetivos prácticos del conocimiento, vale decir, poseer como finalidad el desarrollo del conocimiento teniendo en cuenta una aplicación inmediata para resolver una determinada situación. (p. 19).

Vera, Castaño y Torres (2018) mencionaron que la investigación aplicada también toma el nombre de práctica o empírica, a su vez está íntimamente asociada a la investigación básica y es empírica cuando hay un interés del indagador (p. 14).

Esta investigación presentó un enfoque cuantitativo. Según Cohen y Gómez (2019) en este tipo de investigación se exige un instrumento estructurado que, al ser empleado, no admite interpretación de parte de quien investiga (p. 183). Cohen y Gómez (2019) dentro de la investigación cuantitativa mencionan el trabajo con magnitudes, estimaciones, proyecciones y que para llegar a ello es necesaria la producción de datos de forma cuantitativa (p. 183).

También mencionamos que la naturaleza de esta investigación es cuantitativa, debido a que agrupa características que va desde el desarrollo de la hipótesis, la definición de variables de forma conceptual y operacional, la evaluación de indicadores a través de los instrumentos y un acopio de información de diversos documentos para contribuir con el conocimiento en esta materia.

Escudero y Cortez (2018) señalaron como propósito del método cuantitativo la descripción, predicción y explicación de un fenómeno de carácter observable, a su vez, los resultados se basan en procedimientos hipotéticos-deductivos, análisis de conceptos operativos y medición objetiva (p. 67-68). Vale decir que para llegar a las conclusiones primero se parte de una hipótesis para posteriormente realizar acciones (experimentación) que permitan la afirmación de las teorías.

Cohen y Gómez (2019) señalaron que el diseño es una proposición concebida, programada para configurar o destinar y que en consecuencia la elaboración de un diseño de investigación trae consigo la agrupación de pautas,

contenidos y elaboraciones, que precisan cómo ha de llevarse la investigación a cabo (p. 231-232).

La investigación presenta un tipo de diseño pre experimental. Según Cabezas, Andrade y Torres (2018) este tipo de diseño realiza el análisis de una sola variable y prácticamente no existe un tipo de control (p. 76).

Cabezas, Andrade y Torres (2018) también mencionaron que el pre experimental ocurre cuando en una investigación existe una sola medición la cual es realizada posteriormente al acontecer el impacto que se estudia el cual se denomina post-prueba. Además, existe otro tipo de pre-experimento donde existe un cálculo antes y después de ocurrido el efecto mediante una pre-prueba / post-prueba, pero solo en un grupo sin compararlo con otro (p. 77). Para la presente investigación se recurrió al primer grupo puesto que aplica una prueba después del uso del sistema de reconocimiento con un solo grupo de personas que se encuentran en un espacio público.

*Tabla 1: Esquema de diseño de grupo único con medida post-tratamiento*

GRUPOS	SUJETOS	MEDIDA PRE-TRATAMIENTO	ESTÍMULO EXPERIMENTAL	MEDIDA POST-TRATAMIENTO
1	N	SIN APLICAR	Y	X2

**Fuente:** Cabezas, Andrade y Torres (2018)

### **3.2 Variables y operacionalización**

En la presente investigación la variable examinada es el efecto del sistema de reconocimiento para detectar personas que están usando la mascarilla incorrectamente en espacios públicos. Complementario a ello, se presenta la matriz de operacionalización de variables en el anexo. Seguidamente, se precisa cada aspecto:

- A. Definición conceptual: Sistemas de alta concurrencia, sin contacto y fáciles de usar (Mundial et al., 2020). El proceso de control implica la detección de cualquier persona que no lleve una mascarilla. (Loey et al., 2021). Esto puede aplicarse en lugares públicos donde la máscara es obligatoria (Hariri, 2020)
- B. Definición operacional: El efecto del sistema de reconocimiento de personas permitió una mayor precisión en la detección del uso incorrecto de mascarilla en espacios públicos (Mundial et al., 2020; Loey et al., 2021; Hariri, 2020)
- C. Dimensiones:
- Registro de Imágenes (Bisht, Bhumika y Rahi, 2014)
  - Tiempo (Gaede, 2014)
  - Rendimiento de recursos (Lu et al., 2017)
- D. Indicadores:
- Incremento de la precisión de la identificación (PPV) (Selvik y Abrahamsen, 2017, p. 99)
  - Reducción del tiempo de entrenamiento (De Brouwer, 2020, p. 434)
  - Reducción del tiempo de reconocimiento (Firoze y Deb, 2018, p.20)
  - Reducción del uso de RAM (Al Kzair, Januzi y Blom, 2018, p. 5)
  - Reducción del uso de CPU (Wu y Buyya, 2015, p. 382)
- E. INSTRUMENTO:
- Ficha de registro (Escudero y Cortes, 2018, p.76)
  - Cámara web (Woodford, 2020)
- I. ESCALA DE MEDICIÓN:
- Escala de Razón (López-Roldán y Fachelli, 2015, p.20)

### 3.3 Población, muestra y muestreo

Acto seguido, se presentan las definiciones relacionadas a unidad de análisis, muestra, muestreo y población.

Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 88) consideraron a la población no sólo como la representación de personas sino de todos los elementos dentro de la investigación. Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 88) también mencionaron que la población es un universo que puede estar referenciado a un conjunto de elementos de los cuales se desea sustraer sus atributos generales y específicos. Así pues, para esta investigación se empleó como población personas que estaban usando la mascarilla en establecimientos públicos.

- Criterios de inclusión: Imágenes de personas mayores de ambos sexos que se encuentran en establecimientos públicos usando mascarilla facial en diversas posiciones.
- Criterios de exclusión: Imágenes de personas que no se encuentran empleando mascarilla facial.

Baena (2017, p.125) definió a la muestra como una parte representativa del universo que se estudia, y que esta se obtiene por distintos procesos que abarcan dos grandes rubros, el muestreo probabilístico y no probabilístico.

Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 100) indicaron que la selección de la muestra en caso de muestreo no probabilístico se efectúa de acuerdo a razones de comodidad [..], son empleadas en investigaciones que requieren la selección de individuos con una característica determinada, detalladas en el planteamiento del problema. Es así que, en este estudio la muestra escogida es por conveniencia, en este caso desfavorecida por la pandemia actual. La muestra fue conformada por 864 imágenes de personas elegidas por conveniencia, con los siguientes criterios de inclusión (imágenes de personas que se encuentran en un espacio público, imágenes de personas mayores que estén empleado mascarilla facial, imágenes de personas que no estén empleando mascarilla facial).

El muestreo en esta investigación es no probabilístico, usando el muestreo por conveniencia donde se evalúa los elementos con más representación a juicio del investigador (Cabezas, Andrade y Torres 2018, p. 100). Este tipo de muestreo se escogió por el motivo del acceso limitado a todas las personas que se encuentran en un espacio público, también evaluando a los individuos que estén empleando mascarilla facial.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En este apartado se hará mención de los instrumentos de acopio de datos, describiendo algunos conceptos relevantes e instrumentos escogidos para la investigación.

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.399) mencionaron que la observación es diferente de ver y que no solo se limita a la vista, sino a todos los sentidos, es decir implica relacionarse y mantener un papel activo, como fijarse en los detalles y sucesos. Es así que en este estudio se seleccionó la observación como técnica de recolección de datos.

En la investigación de este proyecto necesitamos registrar las imágenes en video para lo cual se usará la webcam que según Woodford (2020), mencionó que una cámara web permite la transmisión de imágenes de video en tiempo real, esta captura a través de una diminuta lente ubicada en la parte delantera. Debido a lo anteriormente mencionado se utilizó como instrumento de recolección de datos.

Escudero y Cortes (2018, p.79) señalaron al fichaje como técnica que se usa para la recolección y almacenamiento de información de diferentes fuentes con la finalidad de recordar y manipular el contenido. Es por esta razón que la ficha de registro fue empleada también como instrumento para la recolección de los datos.

### **3.5 Procedimientos**

Según Vivanco (2017, p.249) los procedimientos detallan uno o más procesos, los cuales incluyen una agrupación de operaciones o actividades realizadas en forma secuencial y que se encuentren relacionadas con el responsable de su ejecución.

Partiendo de esta definición podemos mencionar que, en primer lugar, se procedió con la recolección de las imágenes de personas mayores que se encuentren empleando la mascarilla en diversas posiciones en bases de datos existentes, y de necesitar otro tipo de fuente se empleará un formulario de consentimiento para aquellas personas que proporcionen una muestra para alimentar el *dataset*. En segundo lugar, se procederá con la instalación del modelo YOLOv3 para su entrenamiento con las imágenes recopiladas, así como utilizar también el algoritmo SSD. Posteriormente se codificará la modificación del algoritmo para mejorar el tiempo de entrenamiento. Luego se realizará la comprobación del funcionamiento del sistema en tiempo real. Finalmente se harán las comparaciones respectivas en cuanto a precisión, tiempo de entrenamiento, reconocimiento y el uso de recursos en el sistema.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Saldaña (2016, p.36) señaló que la prueba de Kolmogorov-Smirnov es conocida como prueba K-S, su finalidad es la de la verificación de datos los cuales tienen procedencia de una distribución normal, siendo esta, una prueba de significación estadística. Haremos uso de esta prueba a fin de ser empleada para variables cuantitativas continuas y si el tamaño de la muestra es superior a 50. (Saldaña, 2016, p.36). Y la usaremos con el fin de medir los indicadores.

### **3.7 Aspectos éticos**

En la Ley Universitaria N°30220 se menciona que la universidad es una comunidad académica en donde se orienta a la investigación y docencia. Como fin promueve la investigación científica, humanística y tecnológica. (Gobierno del Perú, N°3, 2014)

La resolución del consejo universitario N° 0262 de la Universidad César Vallejo 2020 indica que, el código de ética es indispensable para todos aquellos que anhelan realizar una investigación en la UCV (Vicerrectorado de Investigación, N°2, 2020)

Esta investigación se desarrolló en un marco de trabajo donde el código de ética fue primordial y en donde se llevó a cabo la adquisición de las fuentes de información de autores, donde la universidad César Vallejo fomenta la originalidad de los estudios e investigaciones señalando que el plagio es un delito, de esta forma

podemos indicar que esto se cumplió, debido a que se realizó un correcto citado en el formato solicitado de acuerdo con la Universidad César Vallejo (Vicerrectorado de Investigación, N°9, 2020)

Se tomó en cuenta las normas éticas del colegio de Ingenieros del Perú, en este caso el artículo 13 el cual es empleado como base para señalar que el comportamiento y la conducta fueron los adecuados con los fines de la institución, también podemos indicar que los valores que se abarca en este artículo como son la lealtad profesional, honestidad, justicia con los cuales debe contener este proyecto de investigación (Colegio de Ingenieros, 1999, p.2-3)

## **IV. RESULTADOS**

En este capítulo se muestra los resultados logrados a través de la investigación presentando las tablas que permiten mostrar los datos analizados los cuales fueron considerados a raíz de los indicadores del sistema de reconocimiento de personas que están usando la mascarilla incorrectamente en espacios públicos.

Se consideraron los indicadores “precisión”, “tiempo de reconocimiento”. Además, se realizó el procesamiento de las imágenes basados en los criterios de inclusión esto es: imágenes de personas mayores de edad que se encuentren utilizando la mascarilla facial y se encuentren en espacios públicos.

Los datos fueron procesados a mediante el software SPSS en su versión 26.0.0.0 y la edición de 64 bits.

Para el cálculo de la “precisión” se tomaron algunos factores en cuenta como los verdaderos positivos (TP) y los falsos positivos (FP) al momento de la detección de personas, de esta manera se pudo conocer cuan acertado es el sistema propuesto al momento de la identificación.

*Tabla 2: Estadísticos descriptivos indicador incremento de la precisión de la identificación*

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Precisión modelo Yolov3	Media	.2333	.03635	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.1614	
		Límite superior	.3052	
	Media recortada al 5%	.2037		
	Mediana	.0000		
	Varianza	.178		
	Desviación estándar	.42232		
	Mínimo	.00		
	Máximo	1.00		
	Rango	1.00		
	Rango intercuartil	.00		
	Asimetría	1.275	.209	
	Curtosis	-.365	.414	

Precisión modelo SSD MTCNN	Media		.4030	.03089
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.3419	
		Límite superior	.4641	
	Media recortada al 5%		.3922	
	Mediana		.3333	
	Varianza		.129	
	Desviación estándar		.35896	
	Mínimo		.00	
	Máximo		1.00	
	Rango		1.00	
	Rango intercuartil		.67	
	Asimetría		.349	.209
	Curtosis		-1.179	.414

Como podemos apreciar en la tabla anterior los resultados descriptivos la precisión del modelo Yolov3 registra una media de 0.23 mientras que el modelo propuesto SSD MTCNN alcanza una media de 0.40 obteniendo una mayor detección en este último.

Se utilizó la prueba de Kolmogorov Smirnov debido a que el tamaño de la muestra excede los 50 elementos, de esta manera se procedió con la normalización de los datos en el respectivo indicador “incremento de la precisión de la identificación”.

*Tabla 3: Prueba de normalidad indicador incremento de la precisión de la identificación*

Pruebas de normalidad			
Modelos / Arquitecturas	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Yolov3	.473	135	.000
SSD + MTCNN	.195	135	.000

Los datos que se observan en la tabla resultantes de la prueba de normalidad señalaron que para el indicador incremento de la precisión de la identificación los

valores de significancia son menores del 0.05, con lo cual podemos indicar que los datos no siguen una distribución normal.

Por lo tanto, debido a que los datos corresponden a muestras relacionadas y los mismos no siguen una distribución normal procedimos a realizar la prueba de Wilcoxon para comprobar la diferencia entre las muestras.

Se muestra a continuación el resultado de las pruebas de hipótesis.

**HE1o:** El modelo propuesto no incrementó en la precisión de la identificación con respecto al modelo Yolov3

**HE1a:** El modelo propuesto incrementó en la precisión de la identificación con respecto al modelo Yolov3

*Tabla 4: Prueba de Wilcoxon indicador precisión de la identificación*

Rangos				
Precisión SSD		N	Rango promedio	Suma de rangos
MTCNN -	Rangos negativos	24 <sup>a</sup>	47.67	1144.00
	Rangos positivos	65 <sup>b</sup>	44.02	2861.00
Yolov3	Empates	46 <sup>c</sup>		
	Total	135		

*Tabla 5: Prueba de hipótesis - Precisión de la identificación*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Precisión SSD MTCNN - Precisión Yolov3
Z	-3.521b
Sig. asintótica(bilateral)	.000

Según los resultados proporcionados por la prueba de Wilcoxon, el nivel de significancia fue de 0.00 lo cual resulta menor al contrastarlo con el nivel de significancia de 0.05. De esta forma indicamos que se rechaza la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna. Podemos afirmar entonces que el modelo propuesto incrementó en la precisión de la identificación con respecto al modelo Yolov3.

Se presentó en la investigación actual n hipótesis específicas.

Para sintetizar los resultados, se muestra a continuación la tabla que resume la aprobación o rechazo de las hipótesis propuestas con anterioridad.

*Tabla 6: Tabla de resumen de las pruebas de hipótesis*

Hipótesis específicas	Resultados	Condición
<p><b>HE1o:</b> El modelo propuesto no incrementó en la precisión de la identificación con respecto al modelo Yolov3</p> <p><b>HE1a:</b> El modelo propuesto incrementó en la precisión de la identificación con respecto al modelo Yolov3</p>	<p>Los resultados de la prueba de Wilcoxon recopilados muestran que el nivel de significancia fue menor a 0.05. De esta forma indicamos que se rechaza la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna. Podemos afirmar entonces que el modelo propuesto incrementó en la precisión de la identificación con respecto al modelo Yolov3.</p>	<p>Acceptada</p>

## **V. DISCUSIÓN**

La presente sección sintetiza y compara la investigación con los diversos estudios encontrados en la literatura científica actual. Se procederá a describir los puntos fuertes y las debilidades de la metodología empleada, también de detalla los aspectos significativos con relación al contexto en el que se encuentra esta investigación.

Gracias a la herramienta SPSS obtuvimos los resultados que fueron analizados y en comparación con otras investigaciones podemos mencionar las siguientes:

Con respecto a la primera hipótesis, el modelo propuesto incrementó en la precisión de la identificación con respecto al modelo Yolov3. Al hacer el contraste entre ambos modelos con base al indicador de precisión los datos arrojaron una media significativa de 0.23% en el caso del modelo Yolov3 que es menor a la detección realizada por el modelo propuesto con una media de 0.4%. Lo anterior mencionado tiene relación con el estudio de Jiang et al. (2021) los cuales propusieron un modelo detector de máscaras con una eficacia y eficiencia relativamente altas el cual nombraron como SE-YOLOv3 el cual superó al modelo Yolov3 tradicional con un 8,6% más de mAP (p. 1).

## **VI. CONCLUSIONES**

En base a lo presentado con anterioridad podemos detallar las consideraciones finales que responden a la intención de la investigación las cuales son las siguientes:

Dentro del estudio se determinó que el modelo propuesto incrementó en la precisión de la detección en comparación con el modelo Yolov3 tradicional debido a que se obtuvo un 17% más de precisión.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para el entrenamiento de los modelos presentados en este estudio se recomienda que se realice en un ordenador con amplios recursos debido a que se deben procesar grandes cantidades de datos y que la red neuronal pueda aprender hasta tener una precisión alta.

En cuanto al reconocimiento e incremento de la precisión de la identificación se sugiere tener en cuenta una cámara CCTV para la captura de los datos de imagen ya que permite obtener información con mejor calidad.

Se recomienda seguir entrenando en modelo con imágenes de personas en establecimientos públicos y ajustar los parámetros en el código con el fin de abordar la mayor cantidad de características faciales.

## **REFERENCIAS**

- AGOSTA, Roberto Daniel, et al. Pospandemia: 53 políticas públicas para el mundo que viene. 2020.
- AL KZAIR, Christian; JANUZI, Altin; BLOM, Andreas. Understanding the fundamentals of CPU architecture: Bachelor project in Electrical engineering. 2018.
- ALBAWI, Saad; MOHAMMED, Tareq Abed; AL-ZAWI, Saad. Understanding of a convolutional neural network. En 2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET). Ieee, 2017. p. 1-6.
- ARMAS, R., TÚPAC, M., KEMPER, G. y DEL CARPIO, C., 2020. Un algoritmo de clasificación de semillas forestales basado en procesamiento digital de imágenes y redes neuronales convolucionales. CISCi 2020 - Decima Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, Décimo Séptimo Simposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática - Memorias, vol. 2, no. Cisci, pp. 85-89.
- AVANZATO, R., et al. YOLOv3-based mask and face recognition algorithm for individual protection applications. En CEUR Workshop Proc. 2020. p. 41-45.
- BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 2a ed. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria, 2017. ISBN 9786077443797.
- BISHT, Sombir Singh; GUPTA, Bhumika; RAHI, Parvez. Image registration concept and techniques: a review. Int. J. Eng. Res. Appl, 2014, vol. 4, no 4, p. 30-35.
- CABEZAS MEJÍA, Edison Damián; ANDRADE NARANJO, Diego; TORRES SANTAMARÍA, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. ED Cabezas Mejia, D. Andrade Naranjo, & J. Torres SantaMaría, Introducción a la metodología de la INVESTIGACIÓN científica, 2018.
- CADENA MOREANO, J.A., MONTALUISA PULLOQUINGA, R.H., FLORES LAGLA, G.A., CHANCÚSIG CHISAG, J.C. y GUAYPATÍN PICO, O.A., 2017. Reconocimiento Facial Con Base En Imágenes. Revista Boletín Redipe, vol. 6, no. 5, pp. 143-151.
- CARDONA LÓPEZ, Alexander; PINEDA TORRES, Franklin. Reconocimiento de rostros en tiempo real sobre dispositivos móviles de bajo costo. Lámpsakos, 2019, vol. 1, no 20, p. 30-39.
- CHOLLET, Francois. Deep Learning with Python, © 2018 by Manning Publications Co. All rights reserved, 2018.
- COHEN, Néstor; GÓMEZ ROJAS, Gabriela. Metodología de la investigación, ¿para qué? Editorial Teseo, 2019.

- CÓRDOVA ERAS, Wilson Steeven. Implementación de un sistema de reconocimiento de distanciamiento social como medida preventiva para covid 19 usando deep learning. 2020. Tesis de Licenciatura. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- DATTA, Asit Kumar; DATTA, Madhura; BANERJEE, Pradipta Kumar. Face detection and recognition: theory and practice. CRC Press, 2015.
- DE BROUWER, Philippe J. S. Big R-Book: From Data Science to Learning Machines and Big Data. Wiley & Sons, Incorporated, John, 2020. ISBN 9781119632726.
- DE ÉTICA PROFESIONAL, Código. Colegio de Ingenieros de Perú. 1999.
- DEL PERÚ, Gobierno. Decreto Supremo N.º 003-2014-MINEDU, Incorpora disposición complementaria transitoria al reglamento de la ley N.º 29944. Ley de reforma magisterial, aprobado por decreto supremo n 004-2013-ED, Perú, 19 de mayo de 2014.
- DÍAZ-CASTRILLÓN, Francisco Javier; TORO-MONTOYA, Ana Isabel. SARCoV-2/COVID-19: The virus, the disease and the pandemic. Med. lab, 2020.
- ESCUADERO SÁNCHEZ, Carlos Leonel; CORTEZ SUÁREZ, Liliana Alexandra. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. 2018.
- EVDOKIMOV, Ivan Valeryevich, et al. Using PERT and Gantt charts for planning software projects on the basis of distributed digital ecosystems. En Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2018. p. 012127.
- FARIZAWANI, A. G., et al. A review of artificial neural network learning rule based on multiple variant of conjugate gradient approaches. En Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2020. p. 022040.
- FERRO, G., 2018. Investigación en redes convolucionales y una aplicación a la detección de Peatones., no. July, pp. 19-21
- FIROZE, Adnan; DEB, Tonmoay. Face recognition time reduction based on partitioned faces without compromising accuracy and a review of state-of-the-art face recognition approaches. En Proceedings of the 2018 international conference on image and graphics processing. 2018. p. 14-21.
- GAEDE, Bill. The scientific definition of time. Science, 2014, vol. 343, p. 128-139.
- GOLDSBOROUGH, Peter. A tour of tensorflow. arXiv preprint arXiv:1610.01178, 2016.
- HADJI, Isma; WILDES, Richard P. What do we understand about convolutional networks? arXiv preprint arXiv:1803.08834, 2018.

- HAN, Wenxuan, et al. A Mask Detection Method for Shoppers under the Threat of COVID-19 Coronavirus. En 2020 International Conference on Computer Vision, Image and Deep Learning (CVIDL). IEEE, 2020. p. 442-447.
- HARIRI, W., 2020. Efficient Masked Face Recognition Method during the COVID-19 Pandemic., no. December. DOI 10.21203/rs.3.rs-39289/v1.
- HERNÁNDEZ, Roberto. Fernández y Baptista (2014). Metodología de la investigación, 2010, vol. 6.
- HUAMANÍ NAVARRETE, Pedro, Juan Carlos SUÁREZ MACEDO y Nestor Asbel CAYLLAHUA AQUINO. Enfoque práctico de la aplicación del Toolbox Deep Learning del Matlab en el reconocimiento facial de estudiantes. En: The 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Based Economy" [en línea]. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2020. ISBN 9789585207141 [consultado el 29 de noviembre de 2021]. Disponible en: doi:10.18687/laccei2020.1.1.603
- HUARCAYA-VICTORIA, Jeff. Consideraciones sobre la salud mental en la pandemia de COVID-19. Revista peruana de medicina experimental y salud pública, 2020, vol. 37, p. 327-334.
- JIANG, Xinbei, et al. Real-Time Face Mask Detection Method Based on YOLOv3. Electronics, 2021, vol. 10, no 7, p. 837.
- KARIM, Md Rezaul. TensorFlow: Powerful Predictive Analytics with TensorFlow: Predict valuable insights of your data with TensorFlow. Packt Publishing Ltd, 2018.
- LOEY, Mohamed, et al. A hybrid deep transfer learning model with machine learning methods for face mask detection in the era of the COVID-19 pandemic. Measurement, 2021, vol. 167, p. 108288.
- LÓPEZ-ROLDÁN, Pedro; FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona, 2015.
- LU, Zongqing, et al. Modeling the resource requirements of convolutional neural networks on mobile devices. En Proceedings of the 25th ACM international conference on Multimedia. 2017. p. 1663-1671
- MIJWEL, Maad M.; ESEN, Adam; SHAMIL, Aysar. Overview of Neural Networks. Computer Engineering Techniques Department, 2019, vol. 1, p. 1-2.

- MONTESDEOCA ORDOÑEZ, Erik Daniel. Implementación de un sistema de reconocimiento del uso de mascarillas como medida de precaución contra el covid19 usando deep learning. 2020. Tesis de Licenciatura. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- MORALES GAMBOA, R., 2020. Mentas en la orilla: presente y futuro de la inteligencia artificial. Revista Digital Universitaria, vol. 21, no. 1. DOI 10.22201/codeic.16076079e.2020.v21n1.a8.
- MUNDIAL, Imran Qayyum, et al. Towards facial recognition problem in COVID-19 pandemic. En 2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM). IEEE, 2020. p. 210-214.
- NARVÁEZ, Guillermo-Eduardo. Red neuronal convolucional para la detección de aves exóticas en peligro de extinción. 2020.
- ÑAUPAS PAITÁN, H.; VALDIVIA DUEÑAS M.; PALACIOS VILELA J.; ROMERO DELGADO H. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 5a ed. Bogotá, Colombia, 2017. ISBN 978-958-762-876-0.
- OLIVEIRA-TEIXEIRA, Fabio; DONADON-HOMEM, Thiago Pedro; PEREIRA-JUNIOR, Alexandre. Aplicación de inteligencia artificial para monitorear el uso de mascarillas de protección. Revista Científica General José María Córdova, 2021, vol. 19, no 33, p. 205-222.
- QIN, Bosheng; LI, Dongxiao. Identifying facemask-wearing condition using image super-resolution with classification network to prevent COVID-19. Sensors, 2020, vol. 20, no 18, p. 5236.
- ROUHIAINEN, Lasse. Inteligencia artificial. Madrid: Alienta Editorial, 2018.
- RUSSINOVICH, Mark E.; MARGOSIS, Aaron. Troubleshooting with the Windows Sysinternals Tools. Microsoft Press, 2016.
- SALAMA ABDELMINAAM, Daa, et al. A deep facial recognition system using computational intelligent algorithms. Plos one, 2020, vol. 15, no 12, p. e0242269.
- SALDAÑA, Manuel Romero. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. Revista Enfermería del trabajo, 2016, vol. 6, no 3, p. 114.
- SALDARRIAGA QUINTERO, Mauricio. Reconocimiento de sujetos y caracterización de sus emociones a partir de sus expresiones faciales usando algoritmos de reconocimiento facial. 2020.

- SELVIK, Jon T.; ABRAHAMSEN, Eirik B. On the meaning of accuracy and precision in a risk analysis context. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability, 2017, vol. 231, no 2, p. 91-100.
- SETHI, Shilpa; KATHURIA, Mamta; KAUSHIK, Trilok. A real-time integrated face mask detector to curtail spread of coronavirus. CMES-Computer Modeling in Engineering and Sciences, 2021, p. 389-409.
- SHENVI, Deepalaxmi R.; SHET, Krishnananda. CNN Based COVID-19 Prevention System. En 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS). IEEE, 2021. p. 873-878.
- SHULCA ROMERO, A., VIDAL CASTRO, E., RAMÍREZ GUTIERREZ, J., PUCHURI LÓPEZ, M. y PORTOCARRERO MENDOZA, P. 2020. Face Recognition: Safe Docs. Proyectos.utec.edu.pe [en línea]. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: <https://proyectos.utec.edu.pe/sites/default/files/2021-02/Face%20Recognition%20-%20Safe%20Docs.pdf>.
- TAFUR CORONEL-ZEGARRA, Bruno; CALDERÓN NIQUÍN, Marks Arturo. Sistema online basado en verificación facial desde dispositivos móviles empleando redes neuronales convolucionales. 2016.
- TOVAR, Luis C.; ECHAVEZ, Martín E.; MARTELO, Raúl J. Diseño e implementación de un sistema de biometría facial para el control de acceso en instituciones de educación superior.
- VALLEJO, CÉSAR. RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N 0262-2020/UCV.
- VELÁZQUEZ, L.C., 2020. La COVID-19: reto para la ciencia mundial. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba [en línea], vol. 10, no. 2, pp. 763. ISSN 2304-0106. Disponible en: <http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/763>.
- VERA CHANG, Jaime; TORRES NAVARRETE, Yenny; CASTAÑO OLIVA, Rafael. Fundamentos de metodología de la investigación científica. 2018.
- VIVANCO VERGARA, María Eugenia. LOS MANUALES DE PROCEDIMIENTOS COMO HERRAMIENTAS DE CONTROL INTERNO DE UNA ORGANIZACIÓN. Universidad y Sociedad [online]. 2017, vol.9, n.3 [citado 2021-07-16], pp.247-252. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000300038&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000300038&lng=es&nrm=iso). ISSN 2218-3620.
- WANG, Zhongyuan, et al. Masked face recognition dataset and application. arXiv preprint arXiv:2003.09093, 2020.

- WOODFORD, Chris. How do webcams work? | What parts are inside a webcam? Explain that Stuff [en línea]. [sin fecha] [consultado el 29 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.explainthatstuff.com/webcams.html>
- WU, Caesar; BUYYA, Rajkumar. Cloud Data Centers and Cost Modeling: A complete guide to planning, designing and building a cloud data center. Morgan Kaufmann, 2015.
- WU, Jianxin. Introduction to convolutional neural networks. National Key Lab for Novel Software Technology. Nanjing University. China, 2017, vol. 5, no 23, p. 495.
- YARANGA, Cristopher Bazan; SANCHEZ, Zaid; RODRIGUEZ, Ricardo. Transferencia de aprendizaje mediante redes neuronales convolucionales para el reconocimiento de conductores distraídos. TECNIA, 2018, vol. 28, no 2.
- ZULUAGA CAJIAO, Adelaida, et al. Atención al cliente por medio de reconocimiento facial. 2020. Tesis de Licenciatura. Uniandes.

## Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 7: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Fórmula o Instrumento	Escalada de Medición
<p>Efecto del sistema de reconocimiento de personas para detectar uso incorrecto de mascarilla en espacios públicos</p> <p>(Mundial et al., 2020; Loey et al., 2021; Hariri, 2020)</p>	<p>Sistemas de alta concurrencia, sin contacto y fáciles de usar. (Mundial et al., 2020) El proceso de control implica la detección de cualquier persona que no lleve una mascarilla. (Loey et al., 2021) Esto puede aplicarse en lugares públicos donde la máscara es obligatoria (Hariri, 2020)</p>	<p>El efecto del sistema de reconocimiento de personas permitirá una mayor precisión en la detección del uso incorrecto de mascarilla en espacios públicos (Mundial et al., 2020; Loey et al., 2021; Hariri, 2020)</p>	<p>Registro de Imágenes (Bisht, Gupta y Rahi, 2014)</p>	<p>Incremento de la precisión de la identificación (PPV) (Selvik y Abrahamsen, 2017, p. 99)</p>	$PPV = \frac{TP}{TP + FP}$ <p>(De Brouwer, 2020, p. 393)</p>	<p><b>Escala de Razón</b></p> <p>(López-Roldán y Fachelli, 2015, p.20)</p>
			<p>Tiempo (Gaede, 2014)</p>	<p>Reducción del tiempo de entrenamiento (De Brouwer, 2020, p. 434)</p>	<p><b>Distribución PERT</b></p> $E[X] = \frac{a + 4m + b}{6}$ <p>(Evdokimov, 2018)</p>	

				Reducción del tiempo de reconocimiento (Cardona y Pineda, 2019, p.35)		<b>Escala de Razón</b>  (López-Roldán y Fachelli, 2015, p.20)
			Uso de recursos de PC (Wu y Buyya, 2015)	Reducción del uso de RAM (Al Kzair, Januzi y Blom, 2018, p. 5)	<b>RAMMap</b> (Russinovich y Margosis, 2016, p.437)	
				Reducción del uso de CPU (Wu y Buyya, 2015, p. 382)	<b>Process Explorer</b> (Russinovich y Margosis, 2016, p.41)	

## Anexo 2: Matriz de consistencia

Tabla 8: Matriz de consistencia

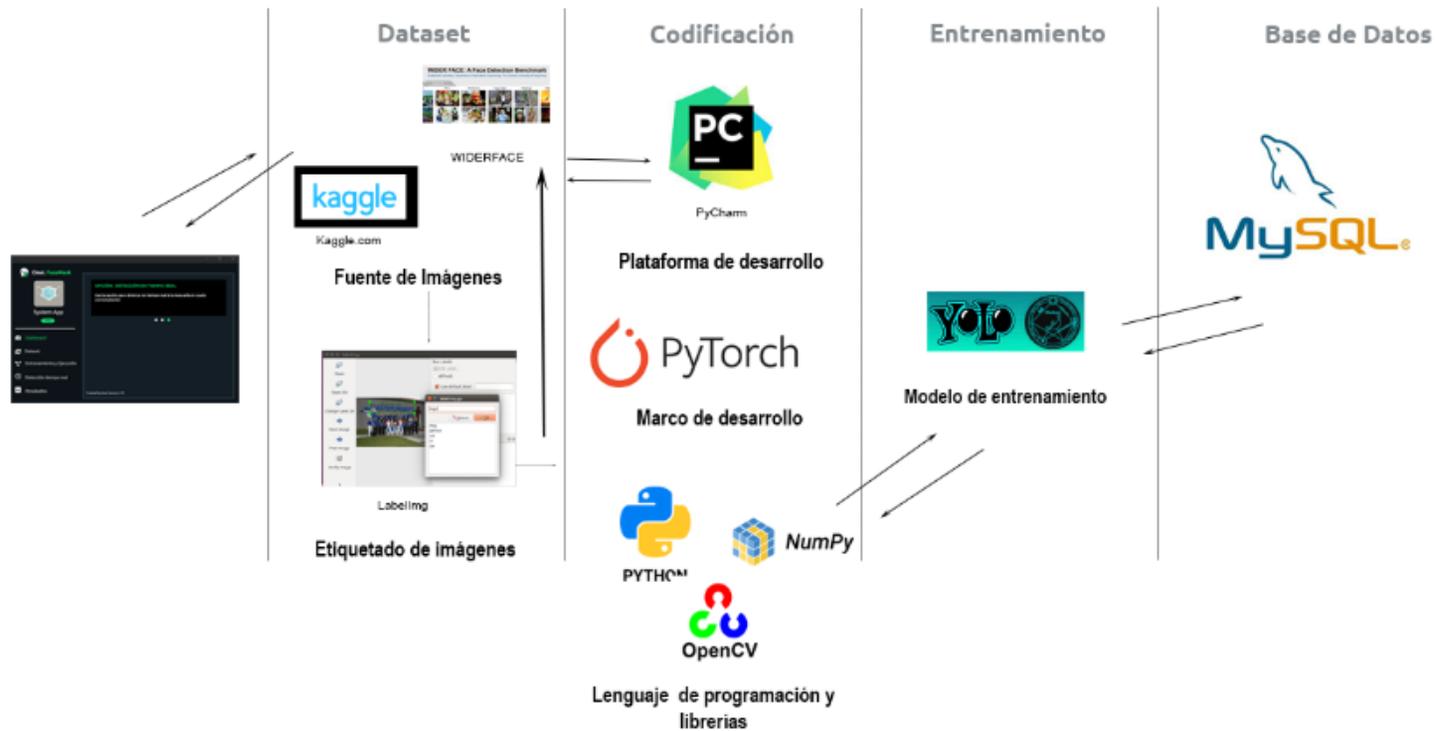
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>General</b>					
<p>¿Cuál es el efecto del uso del sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos en la precisión de la identificación, tiempo de entrenamiento y uso de recursos de PC?</p> <p>(Mundial et al., 2020; Loey et al., 2021; Hariri, 2020)</p>	<p>Determinar el efecto del uso del sistema de reconocimiento de personas que usan incorrectamente la mascarilla en espacios públicos en la precisión de la identificación, tiempo de entrenamiento y uso de recursos de PC</p> <p>(Mundial et al., 2020; Loey et al., 2021; Hariri, 2020)</p>	<p>El efecto del uso de un sistema de reconocimiento de personas que usan incorrectamente la mascarilla en espacios públicos incrementará la precisión de la detección, disminuirá el tiempo de entrenamiento y reducirá el uso de recursos de PC</p> <p>(Mundial et al., 2020; Loey et al., 2021; Hariri, 2020)</p>			
<b>Específicos</b>				<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>

<p>¿Cuál es el efecto del uso de un sistema de reconocimiento en la precisión de identificación de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos? (Bisht, Gupta y Rahi, 2014)</p>	<p>Determinar el efecto del uso de un sistema de detección en la precisión del reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos (Bisht, Gupta y Rahi, 2014)</p>	<p>La precisión del sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos será mayor comparada con otros algoritmos (Bisht, Gupta y Rahi, 2014)</p>		<p>Registro de Imágenes (Bisht, Bhumika y Parvez, 2014)</p>	<p>Incremento de la precisión de la identificación (PPV) (Selvik y Abrahamsen, 2017, p. 99)</p>
<p>¿Cuál es el efecto del uso de un sistema de reconocimiento en el tiempo de entrenamiento y detección de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos? (Gaede, 2014; De Brouwer, 2020)</p>	<p>Determinar el efecto del uso de un sistema de reconocimiento en el tiempo de entrenamiento y detección de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos (Gaede, 2014; De Brouwer, 2020)</p>	<p>El tiempo de entrenamiento del sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos será menor en comparación con otros algoritmos (Gaede, 2014; De Brouwer, 2020)</p>		<p>Tiempo (Gaede,2014)</p>	<p>Reducción del tiempo de entrenamiento (De Brouwer, 2020, p. 434)</p> <p>Reducción del tiempo de reconocimiento (Cardona y Pineda, 2019, p.35)</p>

<p>¿Cuál es el efecto del uso de un sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos en el uso de recursos de PC? (Wu y Buyya, 2015; Al Kzair, Januzi y Blom, 2018, p. 5)</p>	<p>Determinar el efecto del uso de un sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos en el uso de recursos de PC (Wu y Buyya, 2015; Al Kzair, Januzi y Blom, 2018, p. 5)</p>	<p>El uso de recursos de PC empleado por el sistema de reconocimiento de personas que usan la mascarilla incorrectamente en espacios públicos será menor en comparación con otros algoritmos (Wu y Buyya, 2015; Al Kzair, Januzi y Blom, 2018, p. 5)</p>		<p>Uso de recursos de PC (Wu y Buyya, 2015, p. 382)</p>	<p>Reducción del uso de RAM (Al Kzair, Januzi y Blom, 2018, p. 5)</p> <hr/> <p>Reducción del uso de CPU (Wu y Buyya, 2015, p. 382)</p>
--	---	--	--	---	--

### Anexo 3: Arquitectura tecnológica para el desarrollo del sistema

Figura 1: Arquitectura tecnológica para el desarrollo del sistema



**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 4: Arquitectura tecnológica para el uso del sistema

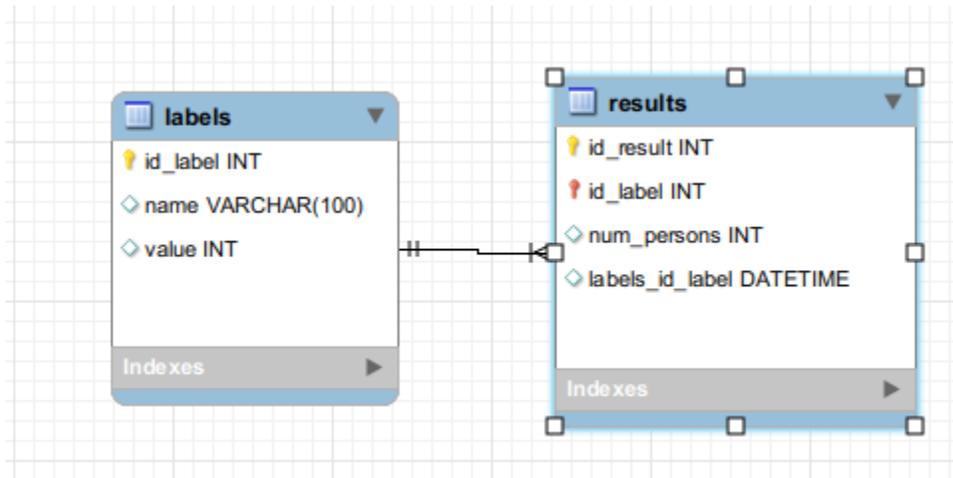
Figura 2: Arquitectura tecnológica para el uso del sistema



*Fuente: Elaboración propia*

## Anexo 5: Modelo relacional de la base de datos del sistema

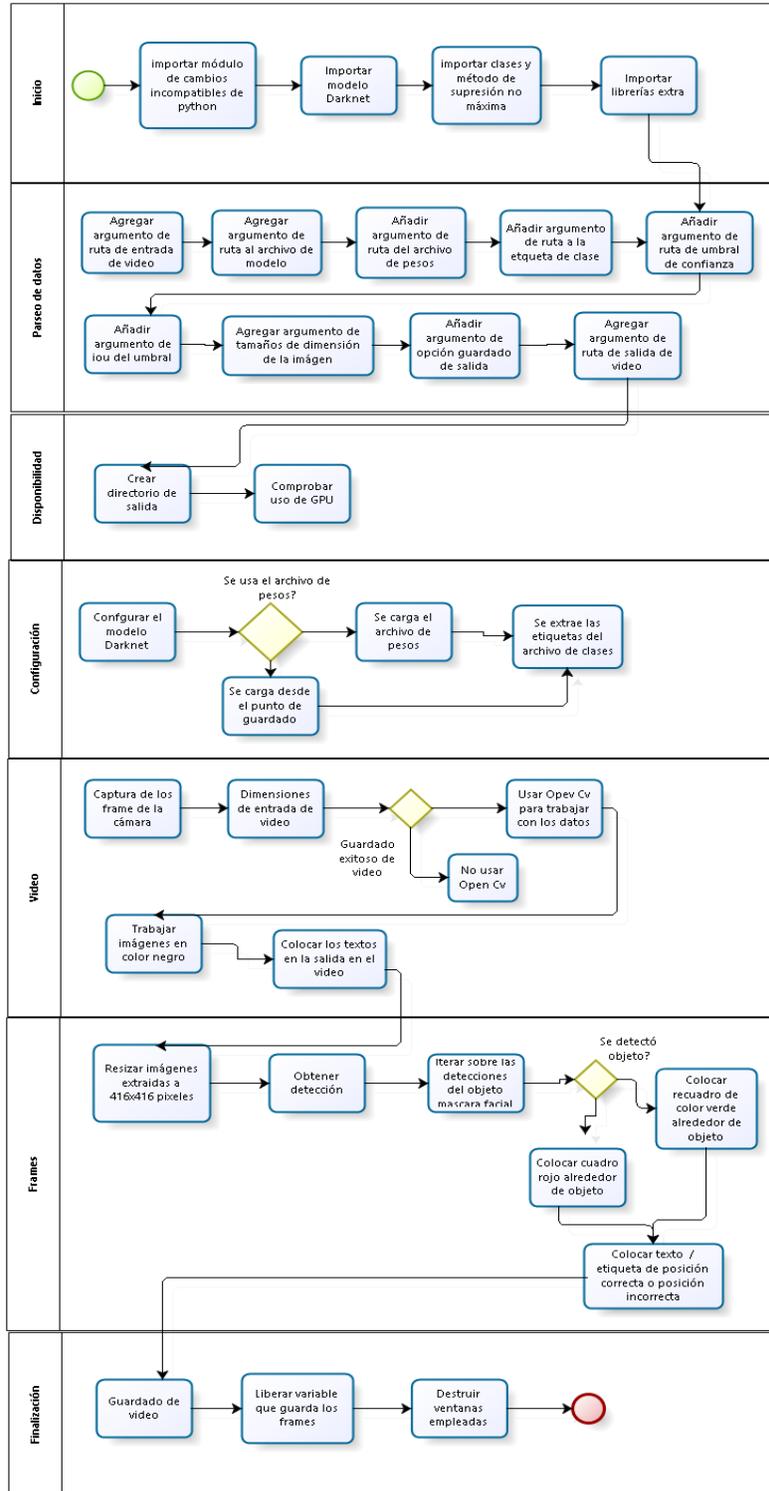
Figura 3: Modelo relacional de la base de datos del sistema



*Fuente: Elaboración propia*

## Anexo 6: Flujograma del algoritmo del sistema

Figura 4: Flujograma algoritmo detección de video



## Anexo 7: Pseudocódigo del algoritmo del sistema

Figura 5: Pseudocódigo algoritmo detección de video

```
Funcion gpu_disponible - verificar_gpu (cuda)
  Si cuda=='esta disponible' Entonces
    gpu_disponible - true
  SiNo
    gpu_disponible - false
  FinSi
FinFuncion

Algoritmo deteccion_en_video
  // Parseo de los datos
  Escribir 'ruta_de_entrada_video'
  Leer ruta_de_entrada_video
  Escribir 'ruta_archivo_de_modelo'
  Leer ruta_archivo_de_modelo
  Escribir 'ruta_archivo_de_pesos'
  Leer ruta_archivo_de_pesos
  Escribir 'ruta_etiqueta_de_clase'
  Leer ruta_etiqueta_de_clase
  Escribir 'umbral_de_confianza'
  Leer umbral_de_confianza
  Escribir 'iou_de_umbral'
  Leer iou_de_umbral
  Escribir 'dimensiones_imagenes'
  Leer dimensiones_imagenes
  Escribir 'guardar_salida_video'
  Leer guardar_salida_video
  Escribir 'ruta_salida_de_video'
  Leer ruta_salida_de_video
  // Comprobar disponibilidad
  Si guardar_salida_video Entonces
    Escribir 'Directorio de video creado'
  FinSi
  Si gpu_disponible Entonces
    Escribir 'usando GPU'
  SiNo
    Escribir 'usando CPU'
  FinSi
  // Configuración
  Escribir 'Configurando modelo Darknet'
  Si ruta_archivo_de_pesos#false Entonces
    Escribir 'Cargando archivo de pesos'
  SiNo
    Escribir 'Cargando desde punto de guardado'
  FinSi
  Escribir 'Extracción de archivo de clases'
  // Módulo de frames
  Si dimensiones_imagenes#'' Entonces
    Escribir 'Dimensiones cargadas correctamente'
  SiNo
    dimensiones_imagenes - '416x416'
  FinSi
  Escribir 'Obteniendo detecciones'
  detecciones - true
  Repetir
    borde_objeto - ''
    etiqueta_objeto - ''
    Si objeto_detectado Entonces
      borde_objeto - 'green'
      etiqueta_objeto - 'mascara bien puesta'
    SiNo
      borde_objeto - 'red'
      etiqueta_objeto - 'mascara mal puesta'
    FinSi
  Hasta Que detecciones=false
  Escribir 'Guardaando video'
  Escribir 'Liberando frames'
FinAlgoritmo
```

## Anexo 8: Código Fuente del Sistema

Figura 6: Código detección de rostros a través de imagen

```
# Caras
def get_faces(image_open):

    image_bgr2rgb = cv2.cvtColor(image_open, cv2.COLOR_BGR2RGB) # modified to bgr2rgb
    faces = detector.detect_faces(image_bgr2rgb)

    im_height, im_width, channels = image_open.shape

    for face in faces:
        confidence = face['confidence']
        print("confidence", confidence)
        if confidence > 0.9:
            x, y, w, h = face['box']
            keypoints = face['keypoints']
            print(keypoints)
            # cv2.rectangle(image_open, (x, y), (x + w, y + h + 10), (0, 0, 0), 2)
            face_crop = image_open[y:y + h, x:x + w]

            filter_boxes, filter_scores, indexes_f_scores, detections_classes =
            get_detections(face_crop)

            for box in filter_boxes:
                ymin, xmin, ymax, xmax = box[0], box[1], box[2], box[3]
                (left, right, top, bottom) = (int(xmin * w), int(xmax * w),
                                             int(ymin * h), int(ymax * h))

                format_index = np.argmax(indexes_f_scores[0])
                format_class = int(np.array(detections_classes)[format_index])
                format_label = labels[format_class]
                unformat_score = filter_scores[0]

                # Condicional para establecer etiqueta
                color = (50, 205, 50)

                if (format_label == "correct_mask"):
                    format_label = "correcto"
                elif (format_label == "incorrect_mask"):
                    color = (0, 255, 255) # incorrect yellow
                    format_label = "incorrecto"

                if (unformat_score > 0.7):
                    color = (0, 0, 255) # no mask danger red

                # Formatear texto
                font_size = .7
                thickness = 2
                format_score = str(round(unformat_score * 100, 2)) + "%"
                detected_text = format_label + ": " + format_score

                # Condicional según area del cuadro
                area_image = im_width * im_height

                if ( area_image <= 307200 ): # 480 x 640
                    x = x + w
                    y = y + h
                    font_size = .5
                    thickness = 1

                print("face", left, top, right, bottom, "percent", format_score)

            # Dibujar cuadros / box
            cv2.rectangle(face_crop, (left, top), (right, bottom), color, thickness + 1)
            cv2.putText(image_open, detected_text, (x, y - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
                       font_size, color, thickness)
```

Figura 7: Código propuestas cuadros delimitadores de máscaras faciales

```
# Cajas
def search_boxes(filter_boxes, filter_scores, indexes_f_scores, detections_classes):

    print(filter_boxes, filter_scores)

    for box in filter_boxes:
        ymin, xmin, ymax, xmax = box[0], box[1], box[2], box[3]
        (left, right, top, bottom) = (int(xmin * im_width), int(xmax * im_width),
                                     int(ymin * im_height), int(ymax * im_height))

        # remover cuadros grandes
        area_image = im_height * im_width
        area_bbox = (right - left) * (bottom - top)

        if (area_bbox >= 0.5 * area_image or area_bbox <= 0.05 * area_image):
            continue

        format_index = np.argmax(indexes_f_scores[0])
        format_class = int(np.array(detections_classes)[format_index])
        format_label = labels[format_class]
        unformat_score = filter_scores[0]

        color = (50, 205, 50)

        if (format_label == "correct_mask"):
            format_label = "correcto"

        elif (format_label == "incorrect_mask"):
            color = (0, 255, 255) # incorrect yellow
            format_label = "incorrecto"

        # Face in Image
        face_crop = image_open[top:bottom, left:right]

        # Si hay un rostro
        faces = detector.detect_faces(face_crop)

        #if (format_label == "correcto" and unformat_score < 0.7 ):
        #    color = (0, 255, 255) # incorrect yellow
        #    format_label = "incorrecto"

        # Formatear texto
        font_size = .7
        thickness = 2
        format_score = str(round(unformat_score * 100, 2)) + "%"
        detected_text = format_label + ": " + format_score

        # Para cuadro de texto
        put_left = left
        put_top = top - 20

        # Condicional según area del cuadro
        if (area_image <= 307200): # 480 x 640
            font_size = .5
            thickness = 1
            put_left = right
            put_top = bottom

        print("model", left, top, right, bottom, "percent", format_score)

        # Dibujar cajas
        cv2.rectangle(image_open, (left, top), (right, bottom), color, thickness + 1)
        cv2.putText(image_open, detected_text, (put_left, put_top), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
                   font_size, color, thickness)
```

Figura 8: Código obtener propuestas de cajas delimitadoras a través de tensor

```
# Función de detección
def get_detections(image_open):
    input_tensor = tf.convert_to_tensor(np.expand_dims(image_open, 0), dtype=tf.float32)
    detections = detect_fn(input_tensor)

    # detections from model
    num_detections = int(detections.pop('num_detections'))
    detections = {key: value[0, :num_detections].numpy()
                  for key, value in detections.items()}

    detections_classes = detections['detection_classes']
    detections_boxes = detections['detection_boxes']
    detections_scores = detections['detection_scores']

    # filter bounding boxes
    threshold = 0.6

    filter_scores = np.fromiter((score for score in detections_scores if score >= threshold),
                                dtype=detections_scores.dtype)
    indexes_f_scores = np.where(detections_scores >= threshold)
    filter_boxes = detections_boxes[indexes_f_scores]

    # retornar parametros
    return filter_boxes, filter_scores, indexes_f_scores, detections_classes
```

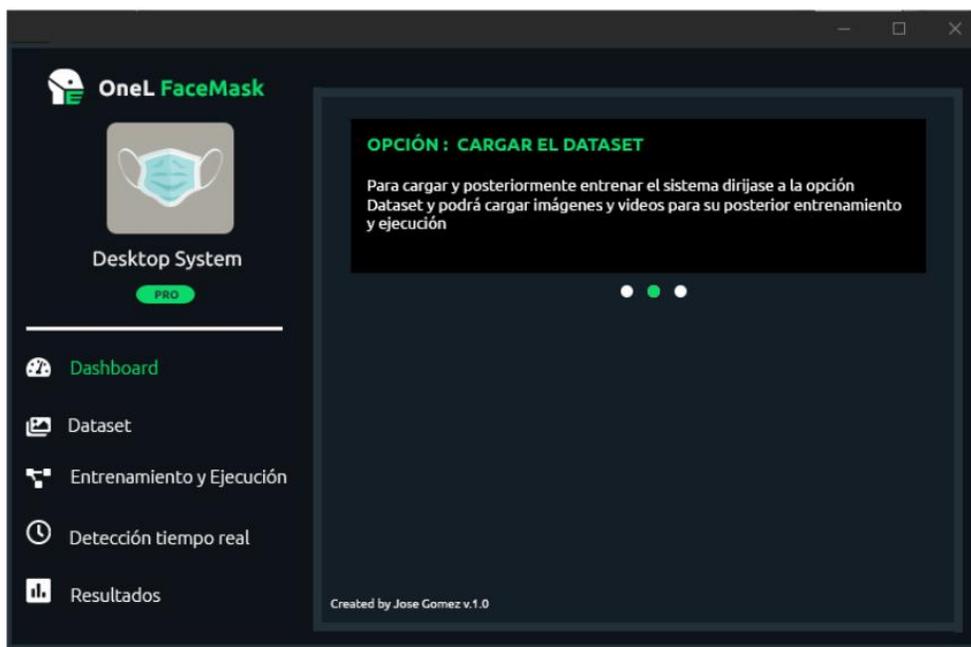
## Anexo 9: Interfaces del Sistema

Figura 9: Pantalla Dashboard Bienvenida al Sistema



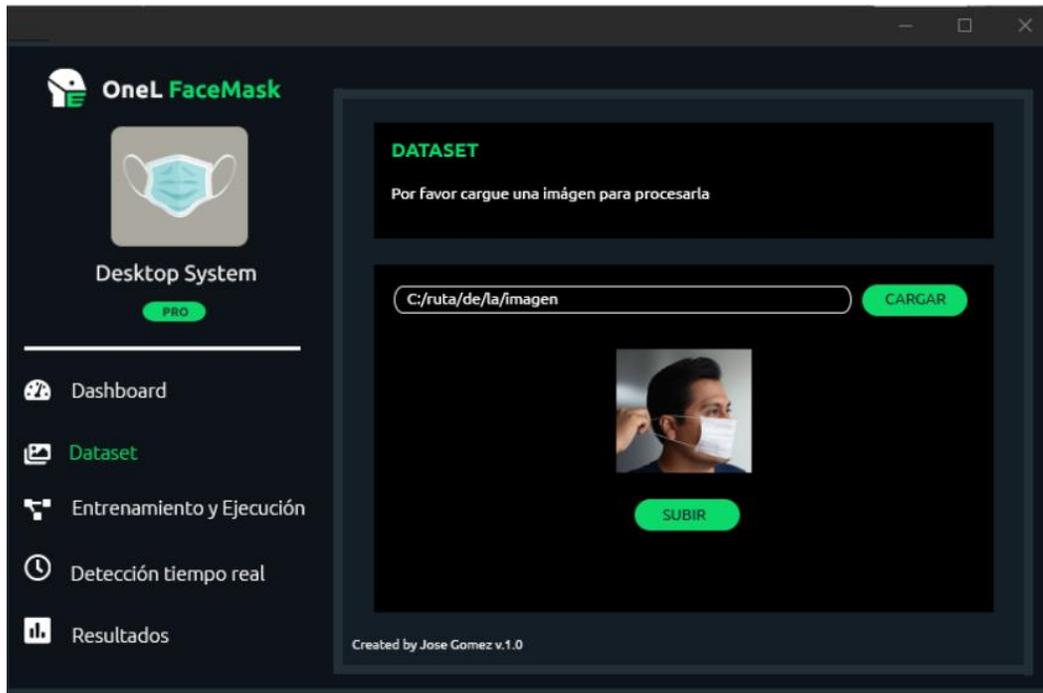
*Fuente: Elaboración propia*

Figura 10: Pantalla Dashboard Indicación Cargar Dataset



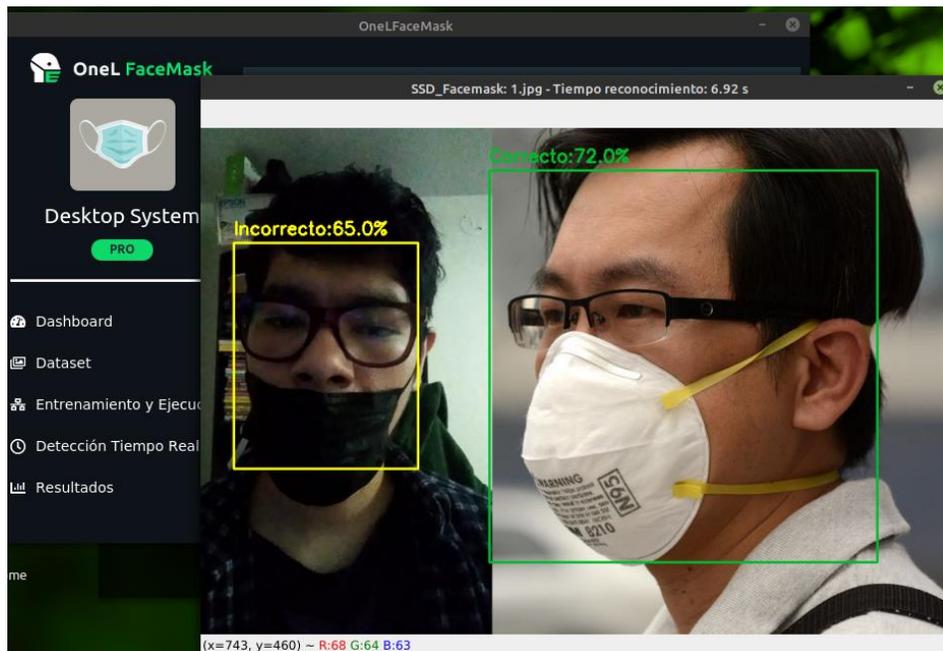
*Fuente: Elaboración propia*

Figura 11: Módulo Dataset para carga de imágenes



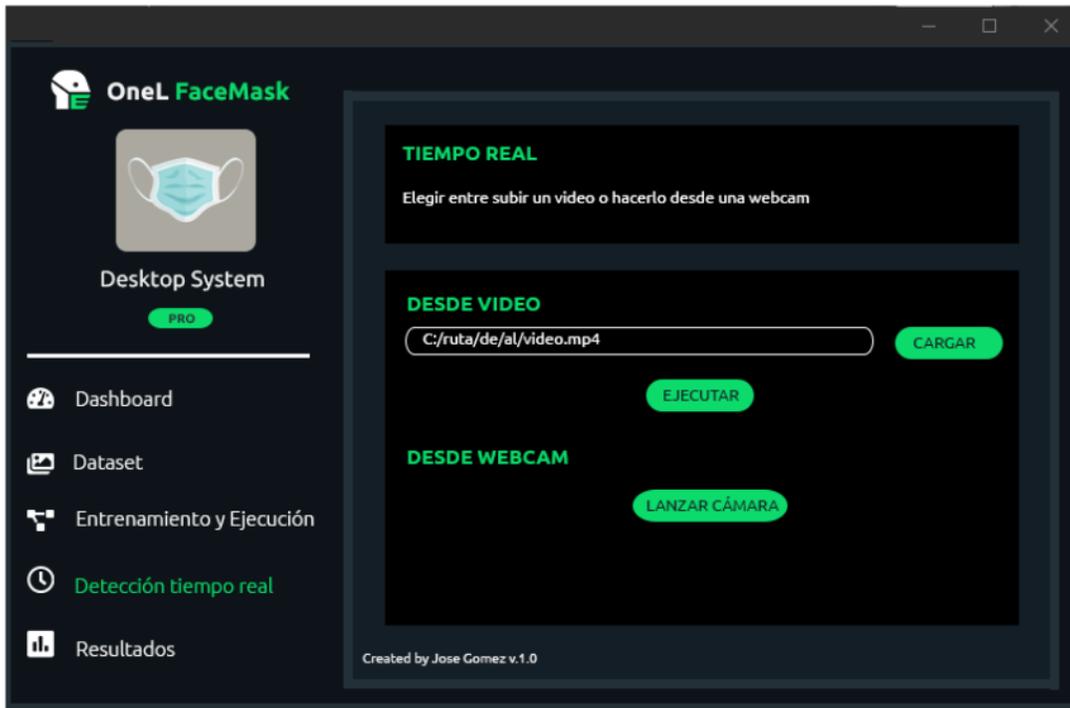
Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Resultados de Reconocimiento mediante imagen



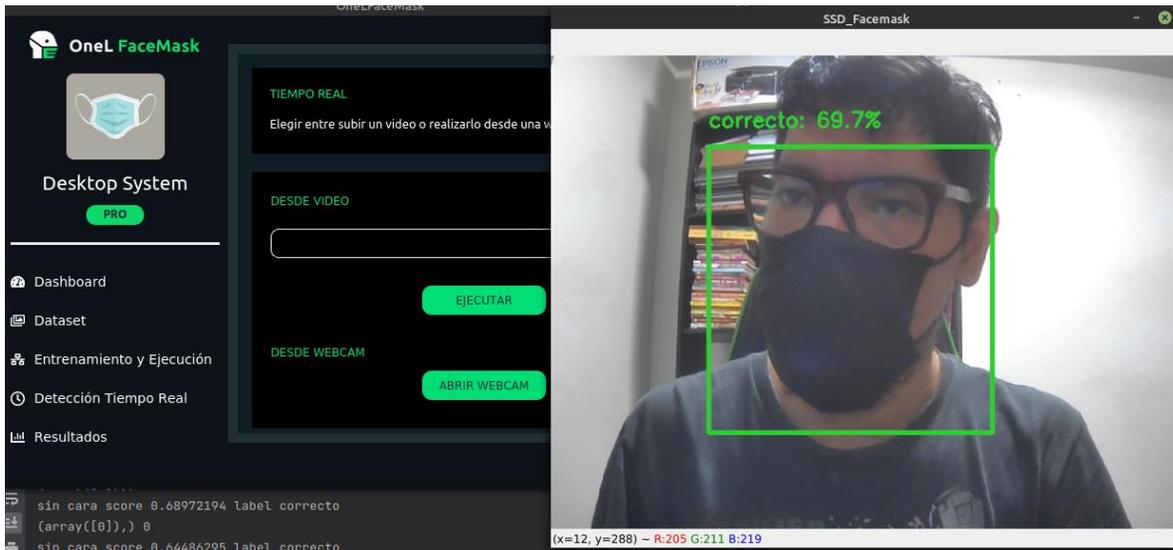
Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Módulo Detección en tiempo real



Fuente: Elaboración propia

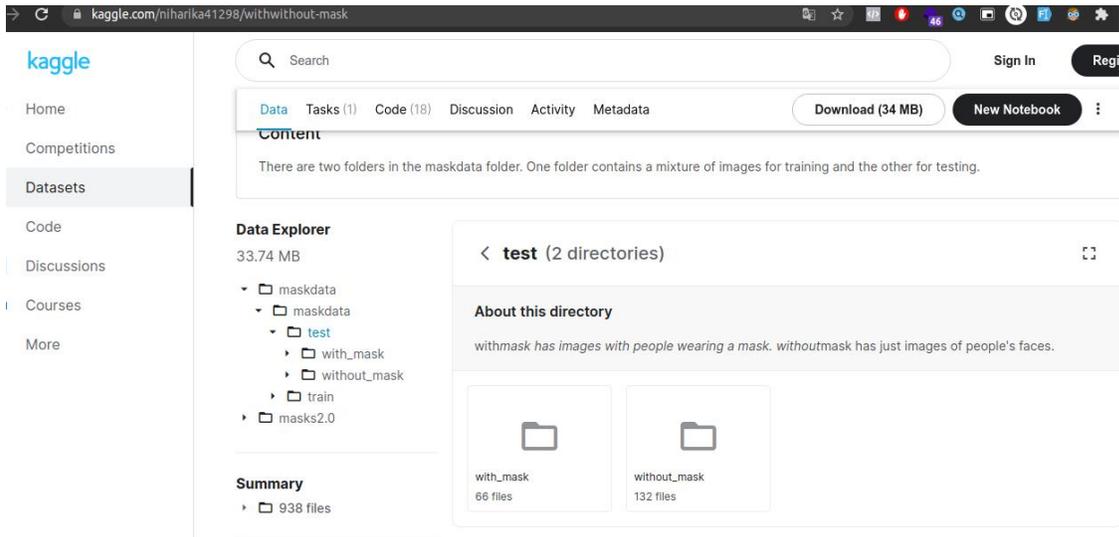
Figura 14: Resultados de Reconocimiento mediante video



Fuente: Elaboración propia

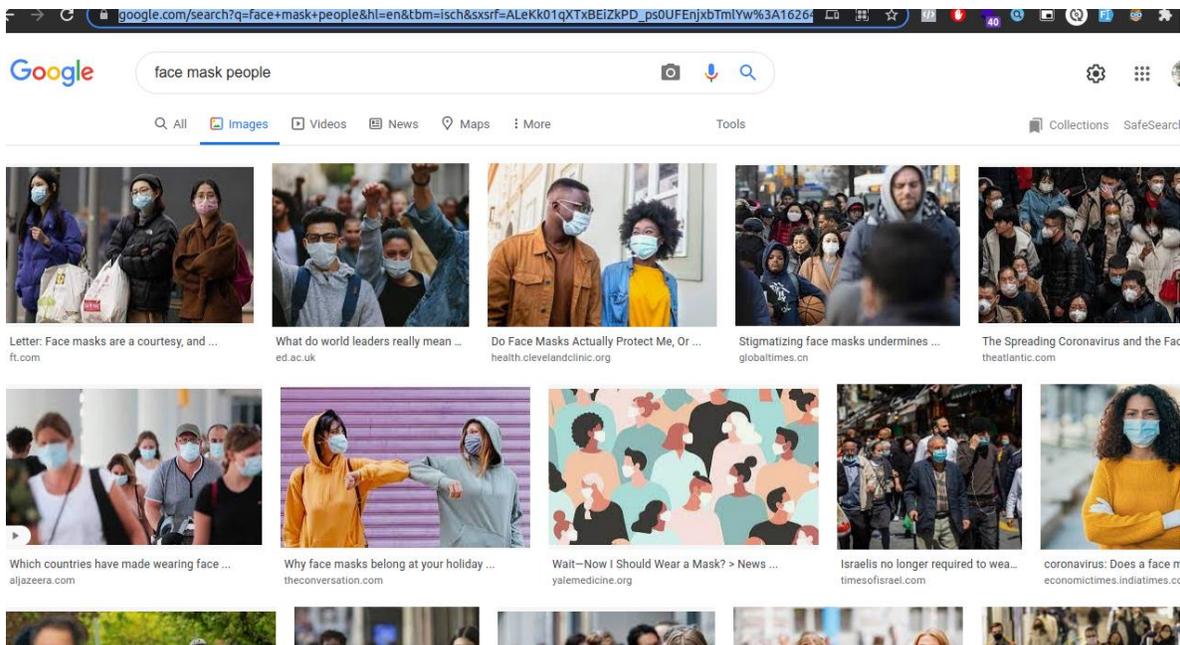
## Anexo 10: Fuente de datos de imágenes

Figura 15: Dataset de imágenes de personas con mascarilla y sin mascarilla



Fuente: <https://www.kaggle.com/niharika41298/withwithout-mask>

Figura 16: Imágenes Google de personas con mascarilla y sin mascarilla



Fuente: Google Imágenes

**Anexo 11: Formulario de consentimiento para la toma de imágenes y autorización de su uso**

**CONSENTIMIENTO PARA LA TOMA DE  
IMÁGENES Y AUTORIZACIÓN PARA SU USO**

Nombre de la persona: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

**CONSENTIMIENTO PARA LA TOMA DE IMÁGENES**

Por la presente, doy mi permiso y/o consentimiento para que se tomen fotografías. El término de “imagen” se corresponde e incluye video o fotografía estática, en formato digital, o cualquier otro tipo de reproducción de imágenes.

Doy la autorización respectiva con fines didácticos.

**PROPÓSITO**

Por la presente, autorizo el uso de la(s) imagen(es) para el propósito de tomar muestra para la actual investigación titulada “Sistema de reconocimiento de personas que están usando la mascarilla incorrectamente en espacios públicos”, y por el presente renuncio a recibir cualquier compensación por tales usos en virtud de la autorización precedente.

**RESCISIÓN**

Si yo decido rescindir esta autorización, no se permitirá posteriores usos de mi fotografía, pero no podrá pedir que se devuelvan las fotografías o la información ya utilizadas.

\_\_\_\_\_  
Firma

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, GOMEZ MAYTAHUARI JOSE ERNESTO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PERSONAS QUE ESTÁN USANDO LA MASCARILLA INCORRECTAMENTE EN ESPACIOS PÚBLICOS", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GOMEZ MAYTAHUARI JOSE ERNESTO <b>DNI:</b> 74931100 <b>ORCID</b> 0000-0001-8932-0948	Firmado digitalmente por: JGOMEZMA el 11-12-2021 13:25:37

Código documento Trilce: INV - 0475866