

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**RECONOCIMIENTO DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EN
TRABAJADORES DE OBRAS DE EDIFICACIÓN POR MEDIO DEL
APRENDIZAJE PROFUNDO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INNOVACIÓN Y GESTIÓN ESTRATEGIAS DE ORGANIZACIONES

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE SISTEMAS**

TESISTA:

Bach. MANDUJANO RUBIN, CARLOS ALBERTO

ASESOR:

Dr. VILLAVICENCIO CABRERA, MARCO ANTONIO

HUÁNUCO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Quiero dedicar estas líneas a las personas más cercanas e importantes para mí que de algún modo influyeron en mi vida de manera positiva, empezando por mis padres, que con su esfuerzo formaron a la persona quien soy hoy en día, muchos de mis logros se los debo a ustedes que me guiaron con ejemplo de superación a base de sacrificios, a mis hermanos que me acompañaron una gran parte de mi vida, con las experiencias vividas y momentos únicos vividos. Espero seguir contando en un futuro con su compañía, sus consejos que me llenan de energía para seguir aprendiendo y superándome.

Gracias

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por permitirme poder escribir estas líneas el día de hoy y acompañarme en cada una de las etapas de mi vida, a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan por acogerme y llenar mi vida de experiencia que nunca olvidaré, mis docentes por su esmero de transmitir la información que fueron adquiriendo durante toda su etapa profesional y a mis padres por su apoyo incondicional en mis malos y buenos momentos.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que formaron y aportaron a mi vida, decirles también que espero poder contar aun con su compañía y tener experiencias que quedaran marcados en el recuerdo.

Gracias

RESUMEN

La investigación trató sobre el reconocimiento de cascos de protección personal de los trabajadores de obras de construcción por medio del aprendizaje profundo de inteligencia artificial dado que en la región nace la necesidad de adoptar nuevas formas de realizar los trabajos que ayude a incrementar y optimizar para beneficiar a las empresas, el objetivo principal planteado fue determinar si el aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales con un enfoque cuantitativo de alcance explicativo o conocido también como causal y diseño experimental con pre prueba y posprueba la investigación desarrollada llevo a la conclusión de que el aprendizaje profundo con inteligencia artificial permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud incluso mayor al de los métodos tradicionales, mejora analizada en función al tiempo, precisión, fatiga y costos.

Palabras clave: Aprendizaje profundo, reconocimiento de imágenes.

ABSTRACT

The research dealt with the recognition of personal protection helmets of construction workers through deep learning of artificial intelligence given that the need arises in the region to adopt new ways of performing work that helps increase and optimize to benefit to companies, the main objective was to determine if deep learning allows the recognition of safety helmets with an accuracy equal to or greater than traditional methods with a quantitative approach of explanatory scope or also known as causal and experimental design with pre-test and Post-testing the developed research concluded that deep learning with artificial intelligence allows the recognition of safety helmets with an accuracy even greater than that of traditional methods, improving analysis based on time, precision, fatigue and costs.

Keywords: Deep learning, image recognition.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1 Fundamentación del problema de investigación	14
1.1.1 Problema general	15
1.1.2 Problemas específicos.....	15
1.2 Formulación de objetivos generales y específicos	16
1.2.1 Objetivo general.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Justificación	16
1.4 Limitaciones.....	17
1.5 Formulación de hipótesis generales y específicas	17
1.5.1 Hipótesis general	17
1.5.2 Hipótesis específicas	17
1.6 Variables.....	18
1.6.1 Variable independiente	18
1.6.2 Variable dependiente.....	18

1.7	Definición teórica y operacionalización de variables	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO		20
2.1	Antecedentes.....	20
2.1.1	Antecedente internacional.....	20
2.1.2	Antecedente nacional	20
2.2	Bases teóricas	21
2.2.1	Aspectos generales para entender la IA	21
2.2.1.1	Historia	21
2.2.1.2	Peligros de la Inteligencia Artificial.....	22
2.2.1.3	Aplicaciones actuales de la inteligencia artificial	23
2.2.2	Inteligencia artificial.....	24
2.2.2.1	Tipos de inteligencia artificial	25
2.2.2.2	Machine Learning	27
2.2.2.3	Deep learning	28
2.2.2.4	Diferencias entre Machine Learning y Deep Learning.....	29
2.2.3	Tecnologías para Inteligencia artificial	29
2.2.3.1	Tensor Flow	29
2.2.3.2	Python	30
2.2.3.3	Visual Studio Code	34
2.2.4	Seguridad industrial	34
2.2.4.1	Norma G.050 Seguridad durante la construcción.....	35
2.3	Bases conceptuales.....	35
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		37

3.1	Ámbito	37
3.2	Población	38
3.3	Muestra.....	38
3.4	Nivel y tipo de estudio	38
3.5	Diseño de investigación	39
3.6	Métodos, Técnicas e instrumentos.....	40
3.7	Validación y confiabilidad del instrumento.....	40
3.8	Procedimiento.....	41
3.9	Tabulación y análisis de los datos.....	41
3.10	Consideraciones éticas.....	42
CAPÍTULO IV. RESULTADO.....		42
4.1	Resultados descriptivos	42
4.1.1	Variable independiente	42
4.1.1.1	Tiempo	42
4.1.1.2	Precisión.....	44
4.1.1.3	Fatiga	45
4.1.1.4	Costo.....	48
4.2	Contrastación de hipótesis (Inferencial)	49
4.2.1	Contrastación de hipótesis: Aprendizaje profundo y tiempo	49
4.2.2	Contrastación de hipótesis: Aprendizaje profundo y precisión	50
4.2.3	Contrastación de hipótesis: Aprendizaje profundo y fatiga.....	51
4.2.4	Contrastación de hipótesis: Aprendizaje profundo y costo	52
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....		54

CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES SUGERENCIAS	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
NOTA BIOGRÁFICA.....	¡Error! Marcador no definido.
ACTA DE DEFENSA DE TESIS	¡Error! Marcador no definido.
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Cuadro de operacionalización de variables.....</i>	19
Tabla 2	<i>Técnicas e instrumentos.....</i>	40
Tabla 3	<i>Cuadro de calificación de instrumentos de investigación</i>	40
Tabla 4	<i>Escala de valoración para interpretación de gráficos</i>	45
Tabla 5	<i>Prueba de normalidad del dato tiempo.....</i>	49
Tabla 6	<i>Prueba T de Student – Tiempo antes y después</i>	50
Tabla 7	<i>Prueba de normalidad del dato precisión.....</i>	50
Tabla 8	<i>Prueba T de Student – Precisión antes y después.....</i>	51
Tabla 9	<i>Prueba de Wilcoxon – Fatiga antes y después</i>	52
Tabla 10	<i>Prueba de normalidad del dato costos.....</i>	52
Tabla 11	<i>Prueba T de Student – Costos antes y después</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Evolución de la Inteligencia Artificial a través del tiempo</i>	25
Figura 2	<i>Ilustración de Machine Learning</i>	28
Figura 3	<i>Ilustración de Deep Learning</i>	29
Figura 4	<i>Logo de Python</i>	30
Figura 5	<i>Logo de OPENCV</i>	32
Figura 6	<i>Array de Numpy</i>	33
Figura 7	<i>Kit de herramientas MediaPipe</i>	33
Figura 8	<i>Google maps de la ciudad de Huánuco</i>	38
Figura 9	<i>Tiempo de reconocimiento de cascos antes y después</i>	43
Figura 10	<i>Tiempo total de conocimiento de cascos antes y después</i>	43
Figura 11	<i>Precisión de reconocimiento de cascos antes y después</i>	44
Figura 12	<i>Precisión promedio de reconocimiento de cascos antes y después</i>	45
Figura 13	<i>Síntomas generales antes y después en función a la escala likert</i>	46
Figura 14	<i>Síntomas de fatiga física antes y después en función a la escala likert</i>	46
Figura 15	<i>Síntomas de fatiga mental antes y después en función a la escala likert</i>	47
Figura 16	<i>Síntomas de fatiga total antes y después en función a la escala likert</i>	47
Figura 17	<i>Costos de MO antes y después</i>	48
Figura 18	<i>Costo total de MO antes y después</i>	48

INTRODUCCIÓN

Arrowsmith S. (2022) El reconocimiento de imágenes a nivel mundial ha venido teniendo un crecimiento muy rápido exponencial y la precisión para la identificación de objetos ha incrementado de 50% a 99%, las nuevas Inteligencias Artificiales son beneficiarias de la lectura de imágenes, en el año 2019 un estudio realizado por Perficient Digital demostró que muchas Inteligencias artificiales se acercan a la habilidad humana, por ejemplo Google Vision obtuvo una precisión del 81.7% solo 6% menos que la precisión humana y este ha ido incrementando a medida que pasaron los años.

La forma en como trabajamos, producimos, comerciamos entre otros, está cambiando drásticamente gracias a la revolución liderada por la Inteligencia artificial lo que representa una oportunidad no solo al mundo sino para Perú, con la ayuda de esta tecnología se puede incrementar la productividad, esta tecnología ya no solo forma parte de la Ciencia Ficción, sino que trata de una tecnología de Propósito General (TPG). (Albrieu et al. 2018)

En la región Huanuqueña nace de especial interés adoptar nuevas formas de realizar los trabajos diarios de tal forma que podamos optimizar e incrementar los beneficios para las empresas, por el cual en la presente investigación se tiene como pregunta central ¿El aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales?, entendido a los métodos tradicionales como aquella mano de obra para el reconocimiento de cascos de seguridad, se planteó como hipótesis general, el aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales y el objetivo central: Determinar si el aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales.

Para llevar a cabo el desarrollo de la investigación mencionada, se ha estructurado en cuatro capítulos y adicionalmente las conclusiones y recomendaciones, mostradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

En el capítulo I, se plantean los aspectos iniciales para llevar a cabo la investigación iniciando desde la fundamentación en el cual se explica del porque se lleva a cabo la investigación, así como el planteamiento de del problema, objetivos, limitaciones y las hipótesis por ser una investigación de nivel explicativo.

En el capítulo II, se muestra los antecedentes con el fin de conocer los puntos de vista de otros autores con respecto al tema abordado, así como sus metodologías y resultados, también se muestra las bases conceptuales en las que se ha basado para el desarrollo de la investigación, así como la definición de términos para un mejor entendimiento de la misma,

Posteriormente se muestra el capítulo III en que se visualiza aspectos metodológicos, los cuales guían para responder al problema de investigación planteado, así como la recopilación de datos interpretación que buscan el mismo fin.

Luego, el capítulo IV muestra los resultados a los que se llegaron luego del procesamiento de datos recopilados, se puede entender como la materialización a la que conllevó la investigación.

Finalmente, las conclusiones y recomendaciones, en el cual se muestra una reflexión final de la investigación realizada aportando así al conocimiento para poder realizar estudios posteriores, así como las recomendaciones tanto a futuros investigadores interesados en el tema como a las empresas.

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del problema de investigación

La investigación realizada por MarketWatch muestra que el año 2021 el mercado mundial de Inteligencia artificial con reconocimiento de imágenes tuvo una valoración de 8400 millones de dólares y que para el año 2030 alcanzará a 150600 millones de dólares, lo cual supone un incremento de 1792.86%. Mientras que Verified Market Research, predice que la visión computarizada a nivel mundial tendrá un crecimiento de 7040 millones de dólares a 144460 millones de dólares entre 2020 y 2028, existe varios motivos posibles para este aumento, el fundador y director de la empresa Allerin, Naveen Joshi, menciona que estas tecnologías serán fáciles de usar y que podrán hacer una distinción de imágenes mejor que ahora, Facciolo por su parte afirma que la innovación para el futuro se basa en algoritmos con aprendizaje profundo creando redes neuronales que permiten analizar datos como imágenes, para imitar y simular el comportamiento del cerebro humano y Sathish predice que el éxito para el futuro se basa en las herramientas de reconocimiento facial, finalmente es importante señalar que la encuesta realizada por Forrest afirma que el 80% de las empresas esperan que su uso de IA incrementen. (Arrowsmith, 2022)

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) afirma que la Inteligencia Artificial puede facilitar negociaciones y ayudar al crecimiento económico de los países de América Latina y el Caribe, menciona que casi la mitad de ese crecimiento se generaría por la mejora de la productividad, de tal modo de los trabajadores de dediquen a actividades que agreguen mas valor agregado, con un informe de 40 expertos en el tema. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018)

No cabe duda que la Inteligencia Artificial está en auge en la última década debido a los avances tecnológicos, ya se ha visto aplicado en las diferentes áreas como la medicina, videojuegos, agricultura, ventas, etc., por ejemplo, el banco Interamericano de Desarrollo. 2018, menciona que en el diagnóstico de enfermedades con reconocimiento de imágenes la IA tiene una presión del 96%.

Albrieu et al. (2018) explican que el rezago a largo plazo en el Perú para la prosperidad, desarrollo económico y social se deben a dos causas principales, el primero es la baja capacidad para adoptar nuevas tecnologías y de aprovechar esas tecnologías para la innovación. Las nuevas tecnologías trae diferentes ventajas, dentro de las cuales tenemos a la capacidad de potenciar los recursos humanos, natural y capital lo que permite producir mas y mejor. Existe dos motivos por el cual la Inteligencia Artificial representa una salida para los países en vías de desarrollo como Perú, esta tecnología va tomando cada vez mas fuerza y puede ya pensarse en incrementar la productividad con su ayuda.

La región huanuqueña no es excluyente a este rezago que experimenta el país, actualmente la Inteligencia Artificial aún se aplica a baja escala a nivel de empresas, por lo que nace la necesidad de automatizar las tareas como el reconocimiento de uso de cascos de seguridad en obras de construcción para su uso adecuado y evitando accidentes laborales, con la finalidad de mejorar la productividad y disminuir los accidentes laborales. Esta alternativa como ya se ha planteado no es exclusiva de los países del primer mundo, sino, países en vías de desarrollo como el Perú, también requieren aplicar esta tecnología que resulte pertinente al contexto, realidad y características propias de la región (Huánuco).

Por lo mencionado, la investigación busca desarrollar una propuesta que permita detectar los cascos de seguridad en los trabajadores de obras de construcción. Formulación del problema de investigación

1.1.1 Problema general

¿El aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad?

- ¿El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad?
- ¿El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la fatiga de reconocimiento de cascos de seguridad?
- ¿El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el costo de reconocimiento de cascos de seguridad?

1.2 Formulación de objetivos generales y específicos

1.2.1 Objetivo general

Determinar si el aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar si el aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad
- Determinar si el aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad
- Determinar si el aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la fatiga de reconocimiento de cascos de seguridad
- Determinar si el aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el costo de reconocimiento de cascos de seguridad

1.3 Justificación

La importancia de la presente investigación radica en la capacidad de detectar el uso del casco de seguridad para ayudar a reducir los accidentes laborales y el cumplimiento de la norma de seguridad durante la construcción G.050.

La automatización de tareas en el sector construcción tiene un gran impacto en los ámbitos de la seguridad por lo tanto la intención de trabajar con técnicas de Inteligencia Artificial (IA) es para resolver problemas que afectan el bienestar de los trabajadores. Este

tipo de tecnología a futuro podrá beneficiar de muchas más maneras a los trabajadores del sector construcción.

1.4 Limitaciones

La efectividad de la detección de equipo de protección personal depende de la cantidad del conjunto de datos (imágenes de trabajadores con cascos de seguridad y sin cascos en diferentes situaciones).

1.5 Formulación de hipótesis generales y específicas

1.5.1 Hipótesis general

H0: El aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales.

H1: El aprendizaje profundo no permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales.

1.5.2 Hipótesis específicas

H0₁: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad

H1₁: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial no influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad

H0₂: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad.

H1₂: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial no influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad.

H0₃: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la fatiga de reconocimiento de cascos de seguridad

H1₃: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial no influye en la fatiga de reconocimiento de cascos de seguridad

H0₄: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el costo de reconocimiento de cascos de seguridad

H1₄: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial no influye en el costo de reconocimiento de cascos de seguridad

1.6 Variables

1.6.1 Variable independiente

Aprendizaje profundo

1.6.2 Variable dependiente

Reconocimiento de cascos de seguridad

1.7 Definición teórica y operacionalización de variables

- Aprendizaje profundo

Es un tipo de aprendizaje de forma automática basado en redes neuronales artificiales que simulan las redes cerebrales humanas, el término profundo se debe a que esas redes neuronales artificiales están compuestas por varias capas de entrada como salidas, pero también ocultas. Cada una de las capas transforman los datos que entran en información, los cuales puede usar la siguiente capa para realizar predicciones de alguna actividad o tarea determinada, por lo que la máquina puede aprender procesando sus propios datos. (Microsoft, 2022)

- Reconocimiento de cascos de seguridad

El reconocimiento de cascos de seguridad, trata sobre la tarea de identificar los cascos de seguridad dentro de imágenes de trabajadores de obras de construcción, categorizándolos según corresponda, el reconocimiento de cascos no es más que el reconocimiento de imágenes mediante inteligencia artificial, es decir, una extensión de la misma.

Tabla 1

Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
Variable independiente (VI)	Aprendizaje profundo	Entrada	Número de imágenes de entrada	Unidad	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón
		Extracción de características	Extracción de características	-	Observación - Formato de datos	Cualitativa	Nominal
		Clasificación	Clasificación	-	Observación - Formato de datos	Cualitativa	Nominal
		Salida	Número de imágenes categorizadas sin casco	Unidad	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón
			Número de imágenes categorizadas con casco	Unidad			Razón
Variable dependiente (VD)	Reconocimiento de cascos de seguridad	Reconocimiento de cascos de seguridad	Tiempo	Minutos	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón
			Precisión	Porcentaje	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón
			Fatiga	-	Encuesta - Encuesta, Prueba de estrés a la PC	Cualitativa	Ordinal
			Costo	Soles	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedente internacional

Balakreshnan et al. (2020) realizaron la investigación PPE “Compliance Detection using Artificial Intelligence in Learning Factories” que tuvo como objetivo diseñar e implementar un sistema automatizado para garantizar la seguridad del personal cuando se encuentre en las proximidades de maquinaria el cual representa riesgos potenciales para los ojos.

Se concluye que el alcance de este dispositivo, junto a su accesibilidad y escalabilidad de la arquitectura informática basada en la nube como apoyo, reduce la barrera de entrada y adopción de dicha tecnología para esta y variedad de otras, también queda demostrado que los estudiantes pueden diseñar y crear prototipos de soluciones para su uso en aplicaciones de fabricación automatizadas e inteligentes.

2.1.2 Antecedente nacional

La investigación a nivel nacional no tiene antecedentes con el mismo fin de estudio, es decir, la inteligencia artificial aplicada para la detección de cascos de seguridad o algún otro equipo de protección personal, por lo que las siguientes investigaciones se observa similitud con respecto al uso de técnicas de inteligencia artificial.

- Manrique (2019) en su investigación realizada sobre “Predicción de propiedades mecánicas de suelos utilizando redes neuronales artificiales”
- GONZALES (2018) en su investigación “Análisis de la resistencia del concreto mediante redes neuronales haciendo uso del agregado de la cantera santa rosa Huancavelica”
- VILA (2017) en su investigación “Análisis del comportamiento lineal de la estructura del pavimento flexible mediante redes neuronales en la carretera panamericana norte”

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Aspectos generales para entender la IA

2.2.1.1 Historia

La historia contada a continuación fue plasmada en la página de DataScientest por Rédac (2022).

Todo comenzó en el año 1943 cuando se publicó el artículo titulado “A Logical calculus od ideas immanent in Nervous Activity” por el autor Warren McCullough y Walter Pitts, en este artículo se presentó lo que sería el rimer modelo matemático para simular una red neuronal humana. Siete años después (1950) se creó el primer ordenador de red neuronal por dos alumnos destacados de Harvard: Marvin Minsky y Dean Edmonds, en el mismo año el mundialmente conocido Alan Turing publicó el “Test de Turing” que en la actualidad aún se usa para valorar las Inteligencias Artificiales.

Luego de dos años Arthur Samuel creó un software capaz de aprender a jugar ajedrez de forma autónoma, estamos hablando de hace 70 años atrás lo que resulta sorprendente para los avances científicos de aquel entonces, el término de Inteligencia Artificial fue acuñada por primera vez en la conferencia Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence realizado por John McCarthy en los años 1956, en entonces se presentó los objetivos y cuál sería el futuro de la IA por ello muchos consideraron la conferencia como un nacimiento del futuro y como lo conocemos nosotros hoy en día.

En 1959 el ya mencionado Arthur Samuel acuñó el término de Machine Learning cuando era trabajador en IBM, también se fundó el MIT Artificial Intelligence Project por John y Marvin y en 1963 John creó el AL Lab en la Universidad de Stanford. Sin embargo, en los años posteriores aun se tenían dudas sobre el campo de la Inteligencia Artificial, por ejemplo, en 1966 el informe estadounidense ALPAC puso de manifiesto la falta de avances de investigación para traducir el lenguaje ruso en el contexto de la Guerra Fría, por lo que muchos proyectos de estados unidos fueron cancelados.

El gobierno británico también publicó en el año 1973 un informe en el que destacaba las decepciones de la Inteligencia Artificial, y también aquí los proyectos fueron recortados en presupuestos, esta etapa duro hasta el año 1980 por el cual fue denominado como el primer invierno de la Inteligencia Artificial. Este invierno culmino con la creación de R1 (XCON) por Digital Equipment Corporations, este consistia en un sistema comercial experto que fue diseñado para configurar pedidos de nuevos sistemas informáticos lo que provocó un verdadero auge de las inversiones antes truncadas que fue prolongado por más de una década, por ejemplo, empresas japonesas y estadounidenses se gastaron millones de dolares en la construcción de sistemas expertos mientras que el sector no pasaba de crecer.

Sin embargo, el mercado de las máquinas Lisp cayeron en el año 1987 cuando surgieron alternativas más baratas, por lo que de esta etapa en adelante fue considerado como el segundo invierno de la Inteligencia Artificial por lo que las empresas perdieron interés por seguir creando sistemas expertos, por lo que las empresas de Japón y Estados unidos antes mencionadas perdieron millones de dolares.

El auge vendría diez años después (1997) con un acontecimiento importante: La IA Deep Blue de IBM ganó al campeón mundialmente conocido de ajedrez Gary Kasparov, siendo la primera vez que una máquina ganaba a un hombre el cual quedó marcada en la historia. En 2012 Andrew alimentó una red neuronal con diez milloes de videos de YouTube como datos de entrenamiento y gracias al Deep Learning la red neuronal aprendió a reconocer un gato sin decirle que era un gato siendo el inicio de la era del Deep Learning.

Actualmente, a nivel mundial muchas empresas optan por las alternativas de Machine Learning y Deep Learning para un sin fin de aplicaciones y su rendimiento no deja de avanzar.

2.2.1.2 Peligros de la Inteligencia Artificial

Rédac T. (2022) menciona que la Inteligencia Artificial con su capacidad de aprender y evolucionar de forma autónoma, podría llegar a superar la Inteligencia Humana, por lo que se piensa que se puede volver contra sus creadores, todo esto parece mas sacado de una

película de ciencia y ficción, sin embargo, no debemos pasar por alto las opiniones y recomendaciones de destacados expertos como Stephen Hawking, Elon Musk o Bill Gates que han alzado su voz de alarma sobre esta tecnología, según ellos esta tecnología representa un riesgo inminente y es inevitable, por estas afirmaciones han pedido que los gobiernos regulen adecuadamente este campo de la ciencia para que sea de forma ético y seguro, otro expertos también han pedido que sean prohibidos a los Robots Asesinos y otras armas militares que trabajen de forma autónoma.

Sin embargo, los pensamientos están divididos en dos grupos, dado que otro grupo considerable de expertos consideran que la IA dependerá solo de la manera en como los humanos deciden utilizarlo, por ejemplo, una IA que fue creada d manera inofensiva podría ser modificada y convertirse en un arma mortal.

No cabe duda de que la inteligencia artificial seguirá en auge en los próximos años, por lo que la humanidad debe decidir cual es el rumbo que quiere que siga.

2.2.1.3 Aplicaciones actuales de la inteligencia artificial

- Procesamiento de imágenes

Consiste en cámaras con sistemas inteligentes pero automatizados, que cumplen funciones como vigilancia, transporte, logística, prevención de posibles crímenes, identificación de personas, entre otros (Gonzáles y Guadalajara, 2020).

- ChatBots (Procesamiento de lenguaje natural)

Son las charlas virtuales de un cliente con una máquina, por ejemplo, las llamadas que realizan algunos servicios de comunicación como movistar, en el cual hacen interactuar con una inteligencia artificial, pero que aún no son muy inteligentes, pero se sigue trabajando para que el dialogo parezca aún más humano (Gonzáles y Guadalajara, 2020).

- Automatización en la industria

La aplicación actual se da comúnmente en los grandes sectores de negocios, entre los cuales tenemos: la agricultura, panadería, agronegocios, entre otros (Gonzáles y Guadalajara, 2020).

- Robots no físicos

Consiste en el intercambio de información de Inteligencia Artificial entre robots (máquina a máquina), humanoides o aparatos tangibles, son circuitos que se coordinan con otros robots, que no son físicos o son independientes (Gonzáles y Guadalajara, 2020).

2.2.2 Inteligencia artificial

Petteri Rouhiainen, L .(2018) en términos simples define a la Inteligencia Artificial como una habilidad para hacer que los ordenadores realicen actividades que normalmente necesite la intervención de la inteligencia humana, mientras que en términos técnicos lo define como la capacidad de las máquinas para aprender de los datos que se les entrega para aprender y tomar decisiones como si los hiciera un humano, sin embargo, a diferencia de los humanos la IA no requiere descansar y pueden analizar enormes cantidades de datos en un corto periodo de tiempo, así mismo, el margen de error es significativamente menor, la IA puede aplicarse en casi todas las situaciones, se muestra algunas de las aplicaciones que están en crecimiento de la Inteligencia Artificial:

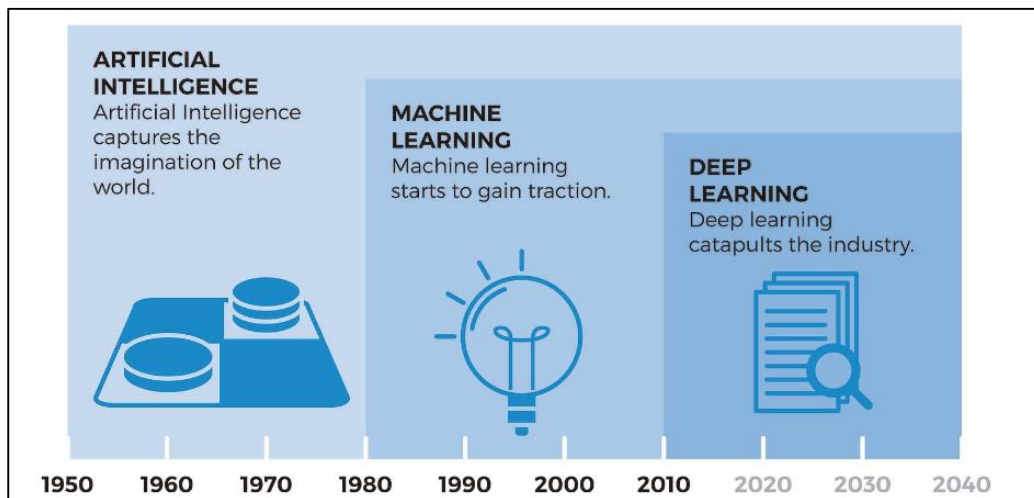
- Reconocimiento de imágenes
- Mantenimiento predictivo
- Detección de objetos y su clasificación
- Procesamiento eficiente y escalable de datos.
- Entre otros.

Rouse M. (2021) define a la Inteligencia Artificial como la simulación de las máquinas de los procesos de inteligencia de los humanos, en el que los procesos incluyen: aprendizaje razonamiento y autocorrección, el término fue acuñado por John McCarthy en la conferencia de Dartmouth 1956, actualmente el término se ha vuelto tan popular que abarca todo, su

crecimiento acelerado se debe en parte al crecimiento acelerado de los datos que las empresas recopilan. Esta tecnología puede realizar tareas como la identificación de patrones en los datos de manera muy eficiente y con mayor precisión que los seres humanos, facilitando a las empresas a obtener información más valiosa para la toma de decisiones de las mismas.

Figura 1

Evolución de la Inteligencia Artificial a través del tiempo



Nota: El Machine Learning y Deep learning son consideradas la evolución de la Inteligencia Artificial en el tiempo como se visualiza en la imagen. Tomado de la página Bismart.

2.2.2.1 Tipos de inteligencia artificial

- Inteligencia artificial estrecha

Este tipo de inteligencia no se amolda a los requisitos de un determinado sistema o alguna máquina en particular, la función de este tipo es concentrarse en un único trabajo y dedicar toda su complejidad, si comparamos con un profesional capacitado solo se dedicaría a una función compleja. Este tipo garantiza el cumplimiento pleno de la actividad al cual fue asignado, todo lo mencionado puede verse como una limitación, sin embargo, se debe tener en cuenta su dedicación única e integral (Ferreira, 2021)

FUNCIONES EN LAS QUE SE USA

- Reconocimiento facial
- Asistentes virtuales
- Filtros de spam en correos
- Vehículos autónomos
- Inteligencia artificial general

Este tipo de inteligencia, hace una comprensión única pero no completamente robótica, esto permite que en cada escenario con el cual se va a liderar, la solución es diferente. Permitiendo que el adaptarse a diferentes escenarios tenga una actividad muy cercana a la humana, por esto es considerada una inteligencia mucho más profunda. En la práctica su capacidad de aprendizaje y cognitivo son altos, por lo que permite moldear el servicio d una empresa según dudas y necesidades, como las que se presenta en el día a día de las personas (Ferreira, 2021)

- Superinteligencia artificial

Este tipo de inteligencia es considerada la mas poderosa, debido a que la máquina tiene la capacidad de ser autónoma pero también consiente, en otras palabras, no solo imita el comportamiento humano, sino que supera esa capacidad, incluso puede pensar mejor y ser más hábil que los humanos, sin embargo, este tipo aún está en desarrollo (Ferreira, 2021).

El desarrollo de esta inteligencia se centra en que los Robots puedan ser mejores que los humanos en todos los aspectos, por ejemplo, mejores científicos, artistas, médicos, atletas, etc., la capacidad de raciocinio avanzado requiere un análisis meticuloso de posibles consecuencias que pueda tener (Ferreira, 2021).

- Máquinas reactivas

Estas máquinas son las más simples y antiguas que son conocidas, por lo que su capacidad es mucho mas limitada que los modelos ya presentados, este tipo reproduce el comportamiento de las personas, pero solo cuando son estimulados, es decir, es una acción reactiva. Su particularidad es que no tiene la capacidad de aprender, sin embargo, esas

limitaciones no las vuelve completamente inútiles, aunque poco a poco van quedando mas obsoletas. Esta tecnología fue probada en los años 1990, este sistema fue el que venció al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov en 1997.

- Memoria limitada

Esta tecnología es también totalmente reactiva, pero cuenta con una pequeña memoria, lo cual las hace mas avanzadas ya que como en la actualidad le permite aprender de los datos que se les alimentan, en otras palabras, pueden aprender a partir de lo alimentado para tomar decisiones y responder una solicitud o realizar acciones, actualmente es usado y se ha ampliado su memoria para que tenga una mejor funcionalidad (Ferreira, 2021).

- Teoría de la mente

Aún no se ha trabajado a profundidad sobre este tipo de tecnología, por lo que aun no se puede decir hasta donde llegará su desarrollo, pero se espera que sea innovador jamás vistos. Esta teoría trata sobre emociones, necesidades y procesos de reflexión de la mente humana (Ferreira, 2021).

- Autoconciencia

Es tipo de IA es solo un concepto hasta el momento, pero la idea es que en el futuro las máquinas tengan autoconciencia, es decir, sean conscientes de sus acciones, ese es el punto más alto que puede alcanzar la inteligencia artificial, al menos de momento, la idea es que este tipo pueda comprender las emociones, tener sus propias emociones y comprender a cada detalle que pasa con quienes interactúan con ellas (Ferreira, 2021).

2.2.2.2 Machine Learning

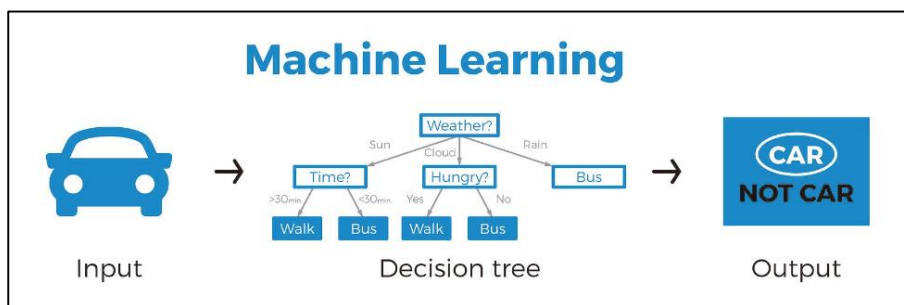
Machine Learning (ML) o en español Aprendizaje Automático, son algoritmos matemáticos que imita la forma en como aprenden las personas con ayuda de las máquinas, pero, no es solo algoritmos sino también es el enfoque desde el cual se aborda un

determinado problema. El ML es una forma de Inteligencia artificial por la que se puede entender como una herramienta de esta. (Gorini, 2022)

Martínez. (2020) menciona que el Aprendizaje Automático en español, es la creación de algoritmos que tienen la capacidad de modificarse a sí mismos, es decir, no se requiere la intervención humana para dicho fin. Ese método para el análisis de los datos, sirven para aprender e identificar patrones, tomando decisiones sin la intervención de las personas.

Figura 2

Ilustración de Machine Learning



Nota: Etapas para reconocimiento con ML. Tomado de la página Bismart.

2.2.2.3 Deep learning

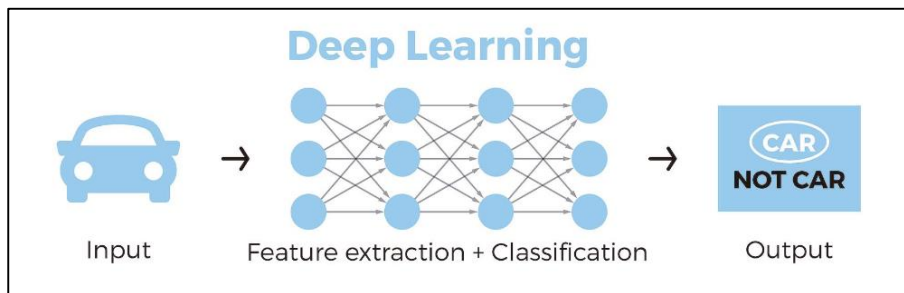
Deep Learning o en español Aprendizaje Profundo, puede describirse como una evolución del Machine Learning, es un algoritmo automático que se encarga de imitar a la percepción de las personas el cual fue inspirada en el cerebro humano y su conexión entre neuronas, es la técnica o herramienta mas cerca a la forma en como las personas aprenden, la gran mayoría de métodos de DL usan arquitectura de redes neuronales, por eso a menudo es conocido como redes neuronales profundas. (Gorini, 2022)

Para Martínez. (2020) Deep Learning es una forma de Machine Learning que entrena un sistema para que auto aprenda, mediante el reconocimiento de patrones imitando el comportamiento de los seres humanos. Esta subrama de la Inteligencia Artificial utiliza algoritmos llamados redes neuronales, estos algoritmos se crean y funcionan muy similar a como lo hace el Machine Learning, sin embargo, lo que le diferencia es que existen múltiples

capas en los algoritmos del DL y cada una interpreta a los datos de manera diferente, es muy común analizar con el DL reconocimiento de voz, detección de objetos e identificación de imágenes.

Figura 3

Ilustración de Deep Learning



Nota: Etapas para reconocimiento con DL. Tomado de la página Bismart.

2.2.2.4 Diferencias entre Machine Learning y Deep Learning

Ambos imitan la forma de aprendizaje de los seres humanos, aunque el Deep Learning es más parecido por su funcionamiento como neuronas, por lo que la principal diferencia entre ambos los algoritmos que se usan. El Machine Learning usa árboles de decisión y el Deep Learning las redes neuronales, siendo los más evolucionados, teniendo en cuenta que ambos pueden aprender de manera supervisada o no supervisada (Gorini, 2022)

2.2.3 Tecnologías para Inteligencia artificial

2.2.3.1 Tensor Flow

Esta herramienta juega un papel muy importante para la Inteligencia Artificial y el aprendizaje automático, es una biblioteca de código libre que fue desarrollado por la empresa Google con el fin de satisfacer necesidades a partir de redes neuronales no humanas, lo que te permite básicamente esta herramienta es construir y entrenar redes neuronales para que detecte patrones y haga razonamientos que hacen las personas. (Incentro, 2021)

¿Por qué se usa?

El mantenimiento de infraestructura o desarrollo de los procesos normalmente hacen perder mas tiempo y lo que se busca más allá de eso es generar valor, siendo la Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático y el Aprendizaje Profundo la solución para esto, creando modelos que ayuden ser más eficientes. La librería TensorFlow facilita la gestión e implementación de procesos de aprendizaje automático y profundo, ayuda al entrenamiento y la implementación del modelo de manera mucho mas sencilla, ya sea dentro de servidores o directamente en la web. (Incentro, 2021)

2.2.3.2 Python

Python es un lenguaje de programación muy conocido que se usa ampliamente en el desarrollo de softwares, ciencia de datos y Machine Learning. Los desarrolladores usan comúnmente Python por su eficiencia, facilidad de aprendizaje y porque puede ejecutarse en diferentes plataformas. Python puede descargarse de manera gratuita. (Aws Amazon, 2022)

Figura 4

Logo de Python



Beneficios de Python

- Fácil de comprender gracias a una sintaxis básica que similar a la del inglés.
- Permite más productividad, dado que puede escribirse menos línea de código a diferencia de otros lenguajes.
- Cuenta con librerías estándar para la reutilización de códigos, permitiendo que escriban código desde cero.

- La comunidad está incluida por millones de desarrolladores a través del mundo que ayudan si se presenta problemas para obtener respuesta rápida.

Londoño (2021) define a Python como un lenguaje de programación de código abierto, que fue diseñado como lenguaje de programación interpretado para uso general (Lenguaje interpretado), esto significa que el código se convierte en bytecode para posteriormente ser ejecutado por el interpretado (máquina virtual de Python), Londoño menciona que una de las aplicaciones de Python es el Machine Learning e Inteligencia artificial, siendo clave para la automatización lo cual representa una tarea fácil para el lenguaje.

OPENCV

Rodríguez (2021) menciona que OPENCV es una librería de código abierto que abarcan más de 2500 algoritmos, especializada en visión artificial y machine, principalmente learning utilizada por empresas, universidades, etc., su aplicación principal es la detección de objetos y rostros, a continuación, se menciona otros:

- Identifica objetos y rostros
- Encuentra imágenes con patrones similares
- Sigue el movimiento de los ojos
- Reconoce escenarios
- Clasifica acciones humanas plasmadas en un video
- Útil en el campo de robótica y realidad aumentada
- Extrae modelos 3D

Según Rodríguez (2021) se menciona algunas ventajas de la librería:

- Multiplataforma, es decir, capaz de ejecutarse en distintos sistemas operativos (Windows, Mac OS X, Linux, Android o iOS)
- Puede utilizarse en otros lenguajes como Java, C# y Python, siendo su lenguaje nativo C y C++

- Eficiente debido a sus tres versiones de más de 21 años.
- Desarrollo permanente gracias al voluntariado, como Google.
- Para las aplicaciones relacionadas con la visión artificial sirve como proveedor de infraestructura.

Figura 5

Logo de OPENCV



Nota: Logo tomado de la plataforma de Wikipedia

NUMPY

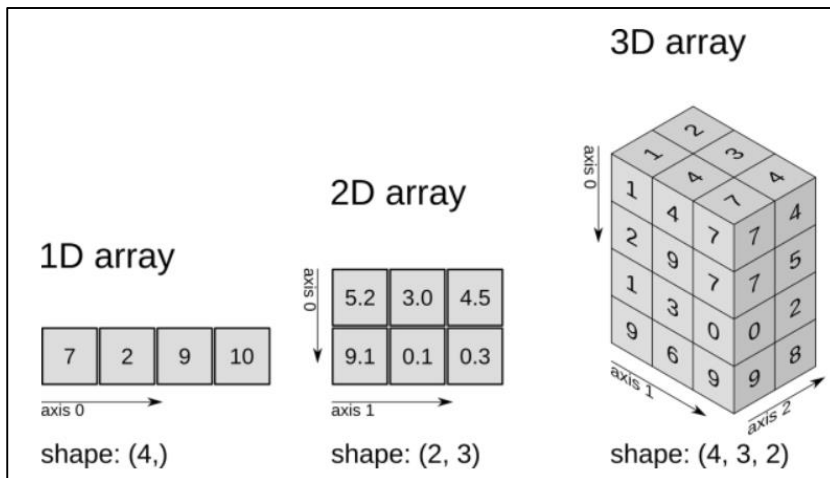
NumPy es un módulo de Python, especializada en el cálculo numérico y análisis de datos particularmente para grandes volúmenes de datos, Numpy incorpora una clase de objetos arrays el cual ayuda a representar datos de un tipo en distintas dimensiones con funciones muy eficientes para su manipulación, procesar los arrays con Numpy es mucho más rápido llegando a ser hasta 50 veces más (AprendeConAlf, 2022).

Clase de objetos array

Es una estructura de datos de un determinado tipo organizada en diferentes formas como tabla, cuadrícula, las dimensiones con conocidas también como ejes, en la siguiente figura se ilustra de manera visual (AprendeConAlf, 2022).

Figura 6

Array de Numpy



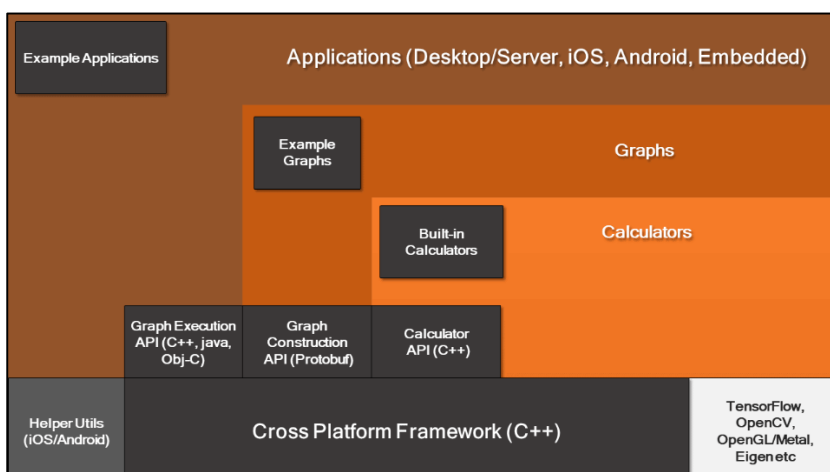
Nota: La figura muestra array en las tres dimensiones diferentes para un tipo de dato. Tomado de la página AprendeConAlf, 2022.

MEDIAPIPE

Según Kukil (2022) esta tecnología sirve para crear canales de aprendizaje automático que ayuda a procesar datos los cuales pueden ser videos, audios, imágenes, etc., puede funcionar en el escritorio o servidor, Android, los Y OTROS DISPOSITIVOS COMO Raspberry Pi y Jetson Nano.

Figura 7

Kit de herramientas MediaPipe



Nota: Kit de herramientas de MediaPipe. Tomado de la página LearnOpencv

2.2.3.3 Visual Studio Code

Visual Studio Code en sus siglas VS Code, es un editor de código desarrollado por la empresa Microsoft, es un software libre y multiplataforma que puede usarse en Windows, macOS y Linux, Visual Studio Code se integra adecuadamente con Git, adicionalmente el software cuenta con depuración de código, siendo otra de sus ventanas que cuenta con múltiples extensiones que brinda la posibilidad de escribir código en cualquier lenguaje de programación. (Flores, 2022)

CARACTERÍSTICAS

Flores F. (2022) también menciona las siguientes características:

- Depuración. Ayuda a detectar errores de código, lo que evita revisar el código “a puro ojo” incluso puede detectar errores antes de ejecutar el código o depuración.
- Extensiones. VS Code es potente en parte por su amplia gama de extensiones con las cuales cuenta, permitiendo agregar funcionalidades adicionales de manera modular y aislada, como temas de editor, conexión con otros servicios, etc.
- Uso de control de versiones. Es compatible con Git, por lo que se puede organizar archivos, realizar commits, hacer push y pull.
- Multiplataforma. Significa que está disponible en múltiples plataformas: Windows, GNU/Linux Y macOS
- IntelliSense. Permite el autocompletado de código haciendo que sea más ágil el escribir código, proporcionando sugerencias de código, también puede personalizarse con las diferentes extensiones haciendo más inteligente el editor.

2.2.4 Seguridad industrial

La Seguridad Industrial dentro de una empresa son un conjunto de actividades y disposiciones obligatorias que se deben cumplir con el fin de prevenir los riesgos o que brindan protección contra la materialización en accidentes, las lesiones pueden ser causados

por la utilización, funcionamiento de las instalaciones y/o equipos. (Euroinnova Business School, 2022)

2.2.4.1 Norma G.050 Seguridad durante la construcción

La norma establece lineamientos técnicos que son necesarios con el fin de garantizar que las actividades de construcción se desarrollen dentro de un marco seguro sin accidentes que pueden causar enfermedades ocupacionales., se debe entender que la construcción es uno de los principales ejes para el desarrollo de la economía. (Norma G.050, 2016)

En la Norma G.050 (2016) el apartado 13 se habla sobre los equipos de protección individual y específicamente en el 13.2 se habla sobre el uso de cascos de seguridad, en el cual se menciona que debe proteger contra el impacto y descargas eléctricas, también se menciona las clases de casco:

- Casco de clase A (General). En general, protección de tensión eléctrica hasta 2200V y C.A. 60 HZ
- Casco de clase B (Eléctrica). Protección para tensión eléctrica de hasta 20000V y C.A. 60 HZ

2.3 Bases conceptuales

- Dataset

Como el nombre lo indica, es un conjunto de datos que están comúnmente estructurados, podemos mencionar como ejemplo una tabla dentro de una base de datos como Dataset, en el cual las columnas corresponden a variables mientras que las filas a los registros, todo este conjunto de datos en cuestión es lo que representa al Dataset, el ejemplo no limita el significado de Dataset, sino todo un conjunto de datos (BigDataAnalytics, 2022).

- Librería/Biblioteca

Son un conjunto de archivos de código utilizados para el desarrollo de softwares, las librerías se crean con el fin de facilitar la programación que proporciona funciones comunes

las cuales fueron ya trabajadas por programadores, las librerías o bibliotecas ayuda a programar de manera sencilla que evita la duplicidad de código y minimiza errores, ayuda con agilidad, reduce tiempos, y costes (Datos.gob.es, 2022).

- MediaPipe

Este es un framework utilizada como solución para la detección de objetos 3D en tiempo real, de manera que puede detectar imágenes 2D para estimar sus proporciones con ayuda de un modelo de Machine Learning , este framework permite el desarrollo de proyectos, aplicaciones móviles, aplicaciones de escritorio (Solano, 2021)

- FaceDetection

Es una alternativa para detectar rostros con 6 puntos de referencia siendo compatible con diferentes rostros. Face Detection, está basado en BlazeFace que es un detector de rostros de buen rendimiento, pero a la vez liviano, lo cual permite aplicar a cualquier experiencia de visor en vivo que requiera una visión facial (GitHub, 2022)

- Tiempo

Se puede entender a tiempo como la duración de las cosas, las cuales se encuentran vinculadas en épocas como años, meses, días, horas, entre otros., el tiempo es un concepto amplio que puede aplicarse a diferentes escenarios, como referirse a un determinado periodo para transportar al pasado, quedarse en el presente o el futuro (Significados, 2022). Sin embargo, en la presente investigación se tomará al tiempo como la magnitud como duración de reconocimiento de cascos de seguridad.

- Precisión

Es delimitar un concepto, variables o medidas que tengan errores mínimos, el término proviene del latín precisión que indica algo que está bien cortado y delimitado (Significados, 2022). En la presente investigación, la precisión fue usada como la exactitud para reconocer los cascos de seguridad por la IA y la persona.

- Fatiga

La fatiga es definida como cansancio extremo e incapacidad para seguir desarrollando actividades de una manera adecuada debido a la falta de energía, también es llamado cansancio pudiendo ser aguda o crónica (NIH). En la presente investigación la fatiga para el trabajador será justamente ese cansancio previamente definido, mientras que para la IA será aquella sobrecarga de datos, código u otras variables que dificulte su adecuado funcionamiento.

- Costo

Se debe entender al costo, como aquel gasto económico que representa la fabricación de un determinado producto o la prestación de un servicio, estos costos influyen posteriormente en otros aspectos como la definición de precios (Pérez Porto y Gardey, 2022). Para la presente investigación los costos dentro de la variable de reconocimiento de cascos de seguridad, es aquel en el que se incurre para el desarrollo de una IA que permita el reconocimiento de cascos y aquella persona contratada también con dicho fin.

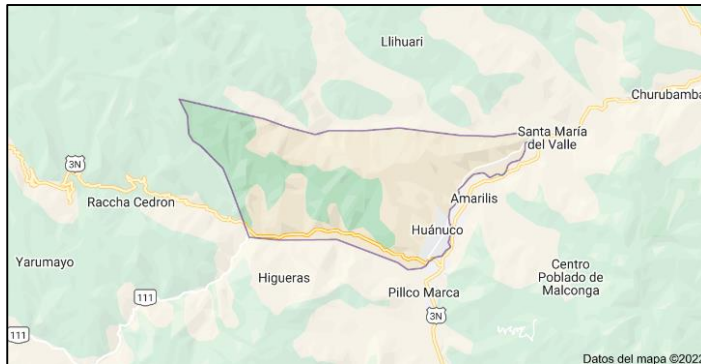
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Ámbito

La investigación “Reconocimiento de cascos de protección personal en trabajadores de obras de edificación por medio del aprendizaje profundo de la Inteligencia Artificial”, se desarrolló en el departamento de Huánuco, ubicado en la región Centro-Oriental del Perú, específicamente en la Ciudad de Huánuco.

Figura 8

Google maps de la ciudad de Huánuco



Nota: Ciudad de Huánuco delimitado por el borde de color negro. Tomado de Google Maps, 2022.

3.2 Población

La población estuvo conformada por todos los trabajadores de obras de construcción de la ciudad de Huánuco.

3.3 Muestra

Para la muestra no probabilística o llamada también dirigida, los elementos no dependen de la probabilidad, por lo que no es mecánico y no se basa en formulas, sino que depende de la decisión del investigador (Hernández Sampieri, 2015).

La presente investigación tiene una muestra no probabilística de 400 trabajadores de obras de construcción de la ciudad de Huánuco, su elección se basó en la experiencia del investigador con respecto al tema que se está investigando.

3.4 Nivel y tipo de estudio

Hernández Sampieri. (2015) explica que los estudios de nivel o alcance descriptivo busca especificar propiedades, características o perfiles de los procesos o cualquier fenómeno, es decir, busca medir o recoger información independiente o conjunta sobre las variables de estudio, también menciona que el nivel (alcance) explicativo busca responder

cual es la causa por un evento o fenómeno, es decir, explica por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones (contexto) se manifiesta.

En base al autor antes citado, la investigación fue de nivel (alcance) descriptivo-explicativo, descriptivo porque se detalló la manera de realizar el reconocimiento de cascos de seguridad, describiendo los procesos de selección y entrenamiento de la red neuronal artificial y explicativo porque se explica cómo el aprendizaje profundo permite detectar los cascos de seguridad de los trabajadores de obras de construcción.

3.5 Diseño de investigación

EL diseño experimental es en el cual se manipula una o más variables independientes en la investigación, para observar las consecuencias dicha manipulación sobre una o más variables dependientes, dentro de un marco de control por parte del investigador, siendo uno de sus tipos el cuasiexperimental, en el cual a los sujetos no se le asignan al azar para la investigación, sino que dichos grupos ya están formados previamente (Hernández Sampieri, 2015).

Según las definiciones planteadas por el autor mencionado, la investigación es de diseño experimental, pre prueba – pos prueba con una sola medición:

G O ₁ X O ₂

Dónde:

G: Grupo para reconocimiento de imagenes

O₁: Medición inicial (Reconocimiento de cascos de seguridad)

X: Aprendizaje profundo

O₂: Medición final (Reconocimiento de cascos de seguridad)

3.6 Métodos, Técnicas e instrumentos

Las técnicas fueron las reglas que guiaron cada una de las etapas de la investigación, mientras que los instrumentos son las herramientas que permitieron la recopilación de datos, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2

Técnicas e instrumentos

VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
VI - Aprendizaje profundo	Observación	Formatos de datos
VD - Reconocimiento de imágenes	Observación Encuesta	Formatos de datos Encuesta

3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

Los instrumentos de investigación permitieron la recopilación de datos necesarios para la resolución del problema planteado, sin embargo, estos deben garantizar que la eficacia y efectividad al ser aplicados a la muestra.

Para la validación de dichos instrumentos se recurrió a tres expertos en el tema, tanto metodológico como especialista en el tema abordado, a quienes se entregó carta de presentación, cuadro de operacionalización de variables, matriz de consistencia, instrumentos de investigación y fichas de validación.

Tabla 3

Cuadro de calificación de instrumentos de investigación

No	EVIDENCIA	VALORACIÓN					
		0	1	2	3	4	5
1	Operacionalización de las variables						
2	Pertinencia de reactivos						
3	Suficiencia de reactivos						
4	Basada en aspectos teóricos de las variables						
5	Expresado en hechos perceptibles						
6	Adecuado para los sujetos en estudio						
7	Formulado en lenguaje apropiado						
8	Acorde al avance de la ciencia y tecnología						

9	Secuencia lógica						
10	Calidad de instrucciones						

Nota: Tomado de Córdova (2018)

Carrasco Díaz (2006) menciona que la confiabilidad de un instrumento debe permitir obtener los mismos resultados al aplicarse a la misma persona o grupo de personas en periodos de tiempo diferentes, siendo la confiabilidad un atributo que demuestra que tan confiable y objetivo son los datos.

Los instrumentos de investigación para las dimensiones excepto la **dimensión fatiga** no requieren de confiabilidad, dado que no tienden a la subjetividad como lo sería una encuesta a las personas, sino que son recopilados directamente en cuanto al tiempo, costo, precisión y estos datos recopilados son de manera objetiva. Para mas detalle revisar los anexos.

3.8 Procedimiento

Recolección de 400 imágenes de trabajadores en obras de edificación, necesarias para el entramiento de las redes neuronales artificiales Creación de la base de pruebas. Estudio de algoritmos basados en detección para realizar reconocimiento de objetos. Optimización del algoritmo. Diseño de la interfaz gráfica. Elaboración del informe final

3.9 Tabulación y análisis de los datos

Para la tabulación y análisis de los datos de la investigación se consideraron los siguientes aspectos:

- Revisión de instrumentos: Cada uno de los instrumentos, así como la encuesta fueron evaluados, a fin de asegurar la calidad de los datos recopilados.
- Revisión de datos: Los datos recopilados en cada uno de los instrumentos, así como la encuesta, fueron inspeccionados a fin de asegurar su calidad.
- Registro de datos: Los datos fueron registrados, organizados y clasificados en el software Excel 2019, a fin de estructurar adecuadamente los datos y posteriormente procesarlos.

- Presentación de datos: Los datos se presentan mediante gráfico de barras con ayuda del software Excel y SPSS versión 25.0
- Análisis inferencial
- Análisis descriptivo

3.10 Consideraciones éticas

Para la investigación se consideró los siguientes lineamientos éticos:

- Principio de autonomía: todos los que fueron parte de la investigación lo hicieron de manera voluntaria, por medio del consentimiento informado presentado en los anexos, también, se les informó que podían abandonar ser parte de la investigación en el momento que crean que sea pertinente.
- Principio de justicia: la colaboración fue justa, en ningún momento se mostro a los participantes un trato discriminatorio.
- Principio de beneficencia: durante todo el desarrollo de la investigación se buscó la integridad y bienestar de los participantes que colaboraron con la investigación.
- Principio de maleficencia: ninguno de los involucrados en el sistema fue expuestos a algún tipo de riesgo que atente con su integridad.

Por último, los datos trabajados en la investigación en mención son verídicas, previo consentimiento informado como ya se ha mencionado, así mismo, las fuentes de información usadas fueron referenciados en base a normas APA séptima edición, por lo que se respetó la propiedad intelectual.

CAPÍTULO IV. RESULTADO

4.1 Resultados descriptivos

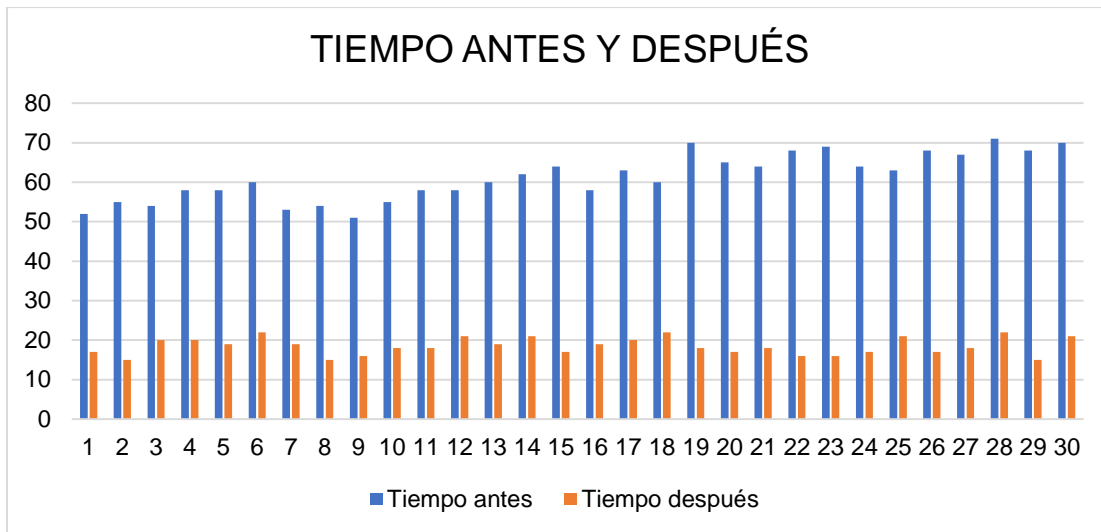
4.1.1 Variable independiente

4.1.1.1 Tiempo

TIEMPO ANTES Y DESPUÉS COMPARADO POR DÍA

Figura 9

Tiempo de reconocimiento de cascos antes y después



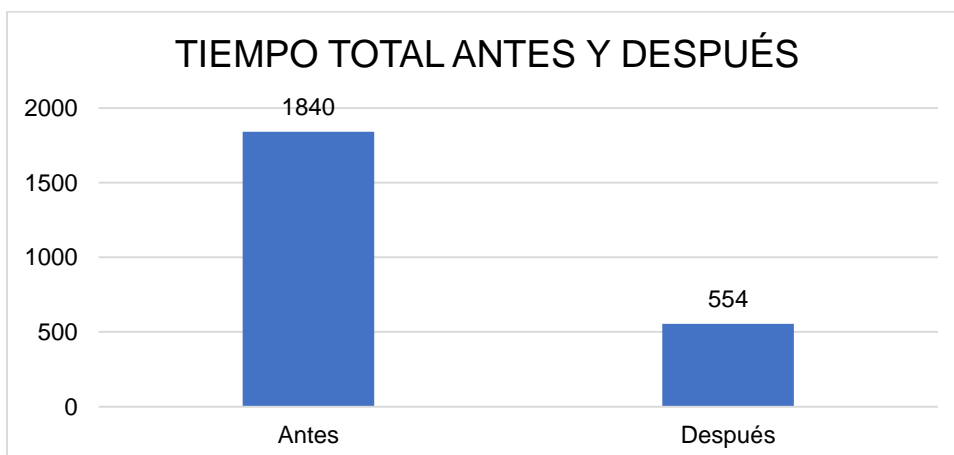
INTERPRETACIÓN

Respecto al tiempo expresado en minutos se observa que hay una disminución considerable luego de realizar el reconocimiento de cascos de seguridad haciendo uso del aprendizaje profundo para los 30 días de datos recopilados.

TIEMPO ANTES Y DESPUÉS TOTAL

Figura 10

Tiempo total de conocimiento de cascos antes y después



INTERPRETACIÓN

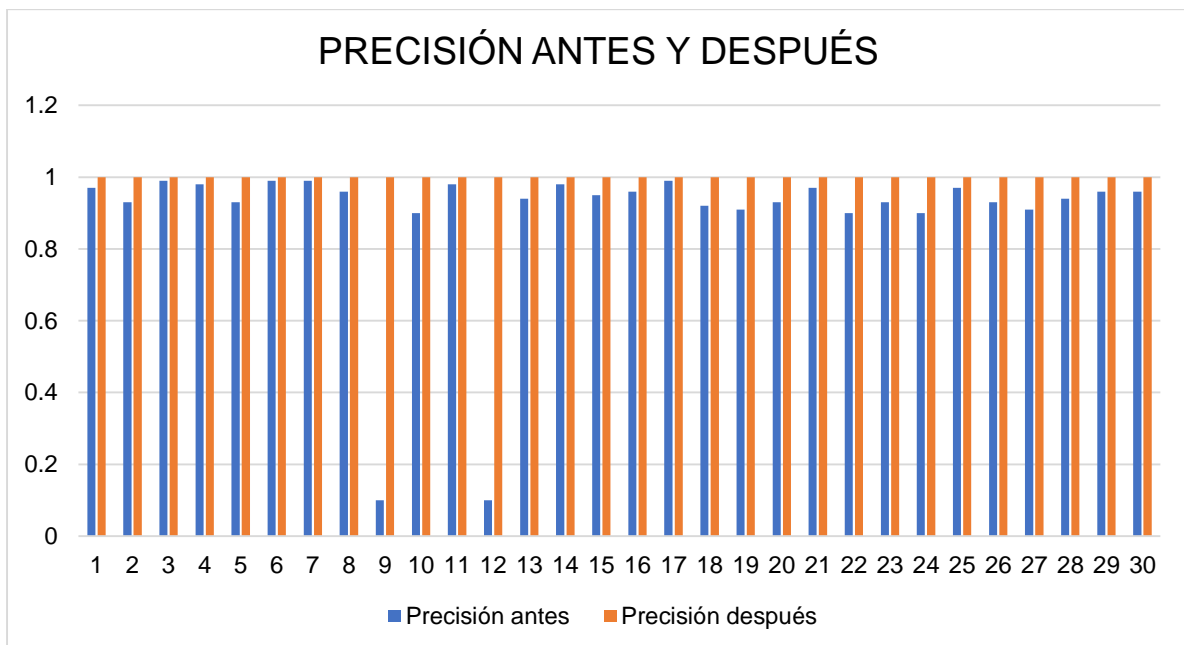
El reconocimiento de cascos de seguridad realizada por una persona durante treinta días le toma un total de 1840 minutos (30 horas con 40 minutos) y tras aplicar aprendizaje profundo le toma un total de 9 horas con 14 minutos, teniendo en cuenta este último desde el encendido de la máquina (computadora) hasta el apagado, al llevarlo a comparación porcentual se puede decir que el tiempo disminuyo en 69.89%.

4.1.1.2 Precisión

PRECISIÓN ANTES Y DESPUÉS COMPARADO POR DÍA

Figura 11

Precisión de reconocimiento de cascos antes y después



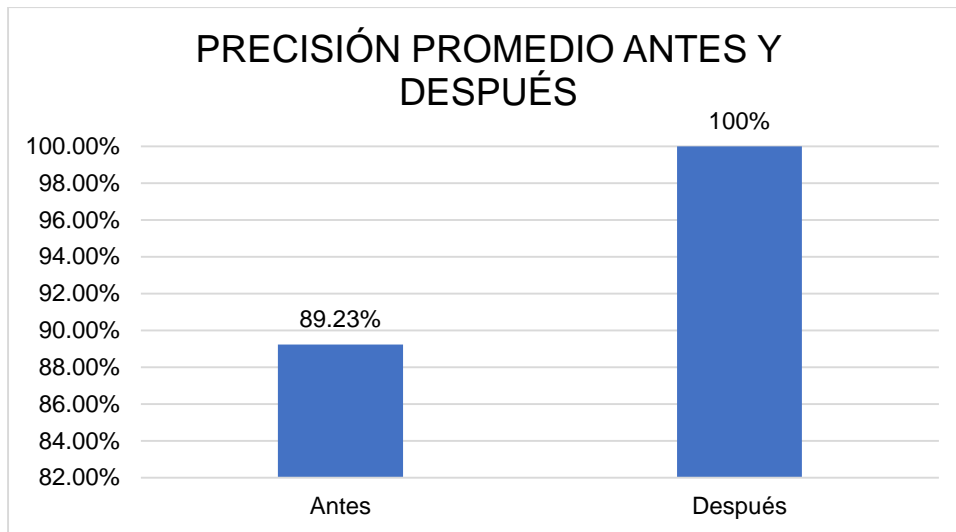
INTERPRETACIÓN

Respecto a la precisión comparado por día, se observa que el reconocimiento de cascos de protección personal haciendo uso del aprendizaje profundo de la inteligencia artificial es más preciso que el reconocimiento tradicional (Mano de obra encargado de identificar el uso de cascos de seguridad).

PRECISIÓN ANTES Y DESPUÉS PROMEDIO

Figura 12

Precisión promedio de reconocimiento de cascos antes y después



INTERPRETACIÓN

La precisión promedio para reconocer los cascos de seguridad mediante el método tradicional es de 89.23% y muestra un incremento considerable de 10.77%, alcanzando una exactitud perfecta.

4.1.1.3 Fatiga

La dimensión fatiga consta de un cuestionario segmentado en tres partes, para entender la representación gráfica es importante tener en cuenta la escala de valoración que se muestra a continuación.

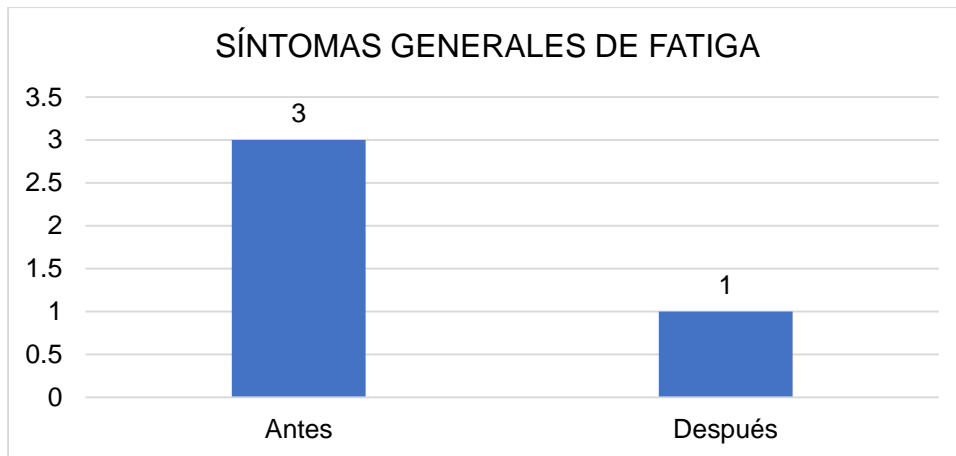
Tabla 4

Escala de valoración para interpretación de gráficos

Nunca	Casi nunca	Pocas veces	Con frecuencia	Casi siempre	Siempre
1	2	3	4	5	6

Figura 13

Síntomas generales antes y después en función a la escala likert

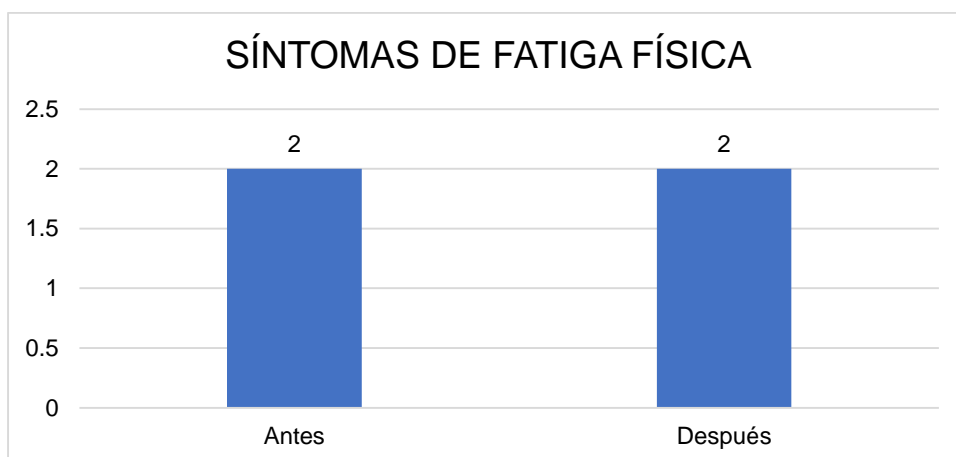


INTERPRETACIÓN

Antes de hacer uso del aprendizaje profundo para reconocimiento de cascos de seguridad el encuestado pocas veces siente síntomas generales de fatiga y tras el uso de las tecnologías nunca siente estos síntomas, por lo que se observa una mejora.

Figura 14

Síntomas de fatiga física antes y después en función a la escala likert

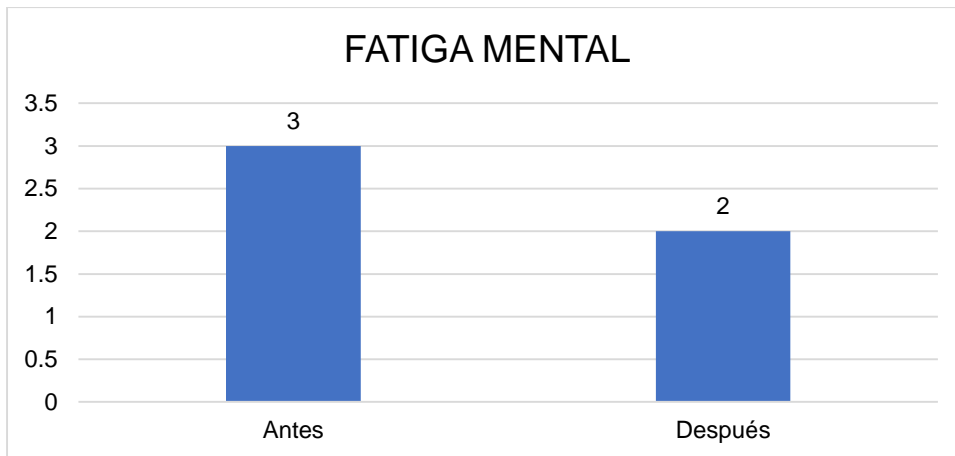


INTERPRETACIÓN

Antes y después, el encuestado casi nunca siente síntomas de fatiga física, por lo que se puede decir que el reconocimiento de cascos con tecnología o métodos tradicionales representa una similar carga similar.

Figura 15

Síntomas de fatiga mental antes y después en función a la escala likert

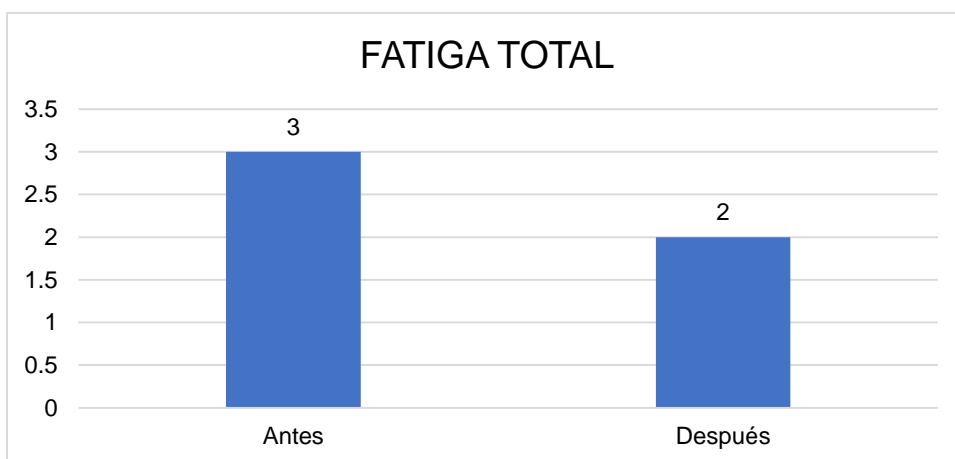


INTERPRETACIÓN

Antes de hacer uso del aprendizaje profundo para el reconocimiento de cascos de seguridad el encuestado pocas veces siente síntomas de fatiga mental y luego de hacer uso de las tecnologías para el mismo fin casi nunca.

Figura 16

Síntomas de fatiga total antes y después en función a la escala likert



INTERPRETACIÓN

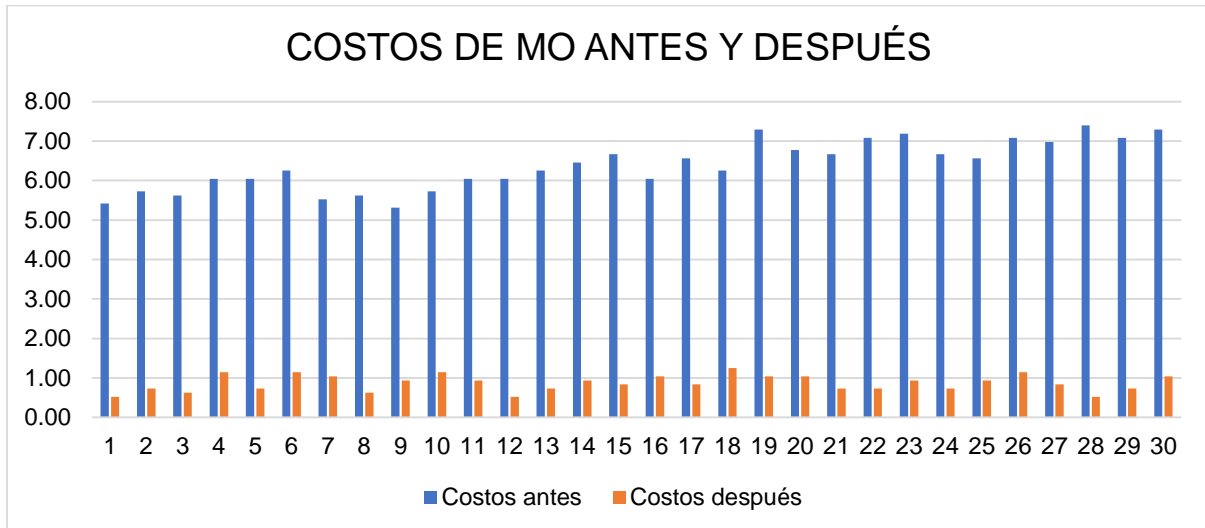
Antes de hacer uso del aprendizaje profundo para el reconocimiento de cascos de seguridad el encuestado pocas veces siente una fatiga general y tras hacer uso de las tecnologías casi nunca siente esta fatiga.

4.1.1.4 Costo

COSTO ANTES Y DESPUÉS COMPARADO POR DÍA

Figura 17

Costos de MO antes y después



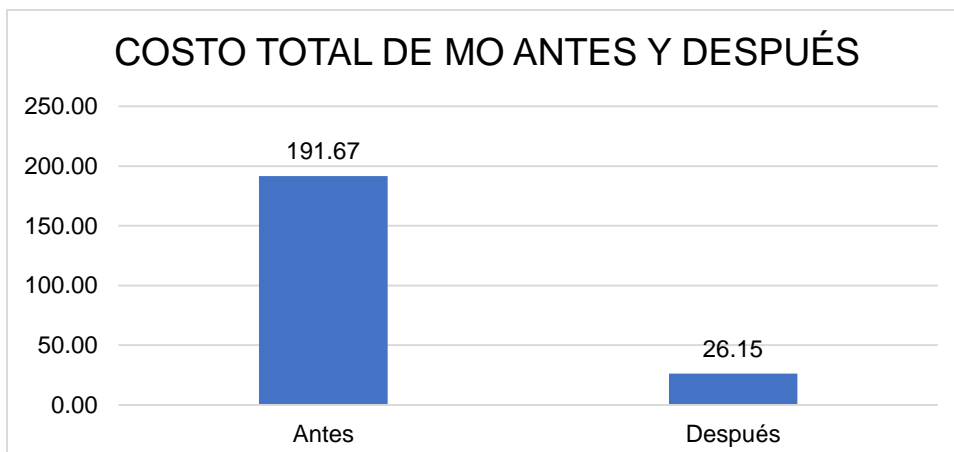
INTERPRETACIÓN

Respecto al costo de mano de obra para la actividad de reconocimiento de cascos de seguridad se observa que hay una disminución considerable luego de realizar el reconocimiento de cascos de seguridad haciendo uso del aprendizaje profundo.

COSTO DE MO TOTAL ANTES Y DESPUÉS TOTAL

Figura 18

Costo total de MO antes y después



INTERPRETACIÓN

El costo mensual para realizar la actividad de reconocimiento de cascos de seguridad equivale a un total de S/. 191.67 evaluado en función a las horas hombre y luego de hacer uso de las tecnologías para el mismo fin el costo equivale a S/. 26.15 mensual lo que equivale a una disminución de 86.35%.

4.2 Contrastación de hipótesis (Inferencial)

4.2.1 Contrastación de hipótesis: Aprendizaje profundo y tiempo

PRUEBA DE NORMALIDAD

H0: Los datos siguen una distribución normal

Hi: Los datos no siguen una distribución normal

Estadístico: Shapiro-Wilk, dado que la cantidad de datos es menor a cincuenta

Criterio de evaluación:

- p-valor > 0.05 (5%): Se acepta la nula y rechaza la alterna
- p-valor < 0.05 (5%): Se acepta la alterna y rechaza la nula

Tabla 5

Prueba de normalidad del dato tiempo

	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de reconocimiento antes	0.953	30	0.202
Tiempo de reconocimiento después	0.944	30	0.116

Nota: Datos procesados en el software SPSS

Se procesaron dos listados de datos de 30 cada uno para determinar la prueba de normalidad, para el primer listado (tiempo de reconocimiento antes) arroja un p-valor de 0.202 (20.2%) por lo cual se puede afirmar que siguen una distribución normal y el segundo listado (Tiempo de reconocimiento después) arrojó un p-valor de 0.116 (11.6%) por lo cual también se puede afirmar que siguen una distribución normal.

CONTRASTACIÓN

Tabla 6

Prueba T de Student – Tiempo antes y después

	95% de intervalo de confianza de la diferencia						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior				
Tiempo de reconocimiento antes - Tiempo de reconocimiento después	42.867	6.191	1.130	40.555	45.178	37.925	29	0.000	

Nota: Datos procesados en el software SPSS

Al procesar los datos de tiempo antes y después de hacer uso del aprendizaje profundo para el reconocimiento de imágenes arroja un nivel de significancia de 0.000 el cual es menor a 0.05 (5%), por lo que se puede afirmar que el aprendizaje profundo influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad.

4.2.2 Contrastación de hipótesis: Aprendizaje profundo y precisión

PRUEBA DE NORMALIDAD

H0: Los datos siguen una distribución normal

Hi: Los datos no siguen una distribución normal

Estadístico: Shapiro-Wilk, dado que la cantidad de datos es menor a cincuenta

Criterio de evaluación:

- p-valor > 0.05 (5%): Se acepta la nula y rechaza la alterna
- p-valor < 0.05 (5%): Se acepta la alterna y rechaza la nula

Tabla 7

Prueba de normalidad del dato precisión

	Estadístico	gl	Sig.
Precisión antes	0.935	30	0.066
Precisión después	0.180	30	0.000

Nota: Datos procesados en el software SPSS

Se procesaron dos listados de datos de 30 cada uno para determinar la prueba de normalidad, para el primer listado (precisión de reconocimiento de cascos antes) arroja un p-valor de 0.066 (6.6%) por lo cual se puede afirmar que siguen una distribución normal y para el segundo caso arroja un valor de 0.00 por lo que puede se podría decir que no siguen una distribución normal, sin embargo, según la definición planteada por Pértegas Díaz y Pita Fernández (2001) dicen que la distribución normal consiste en describir la distribución de las variables y además que depende de dos parámetros principales: media y desviación estándar, y al visualizar los datos recopilados después del reconocimiento con aprendizaje profundo, todos tienen un valor igual al 100% de precisión por lo que no puede hablarse de una desviación estándar por ende una distribución, por lo que no se toma en cuenta la prueba de normalidad.

CONTRASTACIÓN

Tabla 8

Prueba T de Student – Precisión antes y después

	95% de intervalo de confianza de la diferencia						Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	
Precisión antes - Precisión después	-4.766	3.180	0.580	-5.954	-3.579	-8.209	29 0.000

Nota: Datos procesados en el software SPSS

Al procesar los datos de precisión antes y después de hacer uso del aprendizaje profundo para el reconocimiento de imágenes arroja un nivel de significancia de 0.000 el cual es menor a 0.05 (5%), por lo que se puede afirmar que el aprendizaje profundo influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad.

4.2.3 Contrastación de hipótesis: Aprendizaje profundo y fatiga

CONTRASTACIÓN

Los datos recopilados en la dimensión fatiga es no paramétrico, siendo cualitativa ordinal (escala likert), por lo cual se hizo uso de la prueba estadística de Wilcoxon, el cual es para datos no paramétricos que compara rangos medios de dos muestras con relación, en la investigación desarrollada, se pretende comparar un antes y después de la dimensión fatiga:

Tabla 9

Prueba de Wilcoxon – Fatiga antes y después

	Fatiga antes - Fatiga después
Z	-4,134 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

Nota: Datos procesados en el software SPSS

Luego de procesar los datos respecto a fatiga de antes y después con la prueba estadística de Wilcoxon arroja un nivel de significancia de 0.000 menor a 0.05 (5%), por lo que se puede afirmar que el aprendizaje producto influye en la fatiga del personal para el reconocimiento de cascos de seguridad.

4.2.4 Contrastación de hipótesis: Aprendizaje profundo y costo

PRUEBA DE NORMALIDAD

H0: Los datos siguen una distribución normal

Hi: Los datos no siguen una distribución normal

Estadístico: Shapiro-Wilk, dado que la cantidad de datos es menor a cincuenta

Criterio de evaluación:

- p-valor > 0.05 (5%): Se acepta la nula y rechaza la alterna
- p-valor < 0.05 (5%): Se acepta la alterna y rechaza la nula

Tabla 10

Prueba de normalidad del dato costos

Estadístico	gl	Sig.
-------------	----	------

Costos antes	0.954	30	0.210
Costos después	0.946	30	0.135

Nota: Datos procesados en el software SPSS

Se procesaron dos listados de datos de 30 cada uno para determinar la prueba de normalidad, para el primer listado (costos antes) arroja un p-valor de 0.210 (21%) por lo cual se puede afirmar que siguen una distribución normal y el segundo listado (costos después) arrojó un p-valor de 0.135 (13.5%) por lo cual también se puede afirmar que siguen una distribución normal.

CONTRASTACIÓN

Tabla 11

Prueba T de Student – Costos antes y después

	95% de intervalo de confianza de la diferencia					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
Costos antes - Costos después	5.516	0.636	0.116	5.278	5.754	47.4	29	0.000

Nota: Datos procesados en el software SPSS

Al procesar los datos de costos de MO antes y después de hacer uso del aprendizaje profundo para el reconocimiento de imágenes arroja un nivel de significancia de 0.000 el cual es menor a 0.05 (5%), por lo que se puede afirmar que el aprendizaje profundo influye en los costos de MO de reconocimiento de cascos de seguridad.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En la investigación desarrollada “Reconocimiento de Cascos de Protección Personal en Trabajadores de Obras de Edificación por medio del Aprendizaje profundo de la Inteligencia Artificial” el objetivo fue determinar si el aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con exactitud igual o superior a los métodos tradicionales y en base a los objetivos específicos se determinó lo siguiente:

- El tiempo de reconocimiento de cascos de protección personal se ve influenciado al hacer uso del aprendizaje profundo con p-valor igual a $0.000 < 0.05$ (5%)
- La precisión de reconocimiento de cascos de protección personal se ve influenciado al hacer uso del aprendizaje profundo con p-valor igual a $0.000 < 0.05$ (5%)
- La fatiga del trabajador para el reconocimiento de cascos de protección personal se ve influenciado al hacer uso del aprendizaje profundo con p-valor igual a $0.000 < 0.05$ (5%)
- Los costos para llevar a cabo la actividad de reconocimiento de cascos de protección personal se ven influenciado al hacer uso del aprendizaje profundo con p-valor igual a $0.000 < 0.05$ (5%)

En la investigación de Balakreshnan et al. (2020) “Compliance Detection using Artificial Intelligence in Learning Factories” en el cual se planteo como objetivo diseñar e implementar un sistema automatizado para garantizar la seguridad del personal cuando se encuentre en las proximidades de maquinaria el cual representa riesgos potenciales para los ojos, en el cual el autor determinó que el dispositivo desarrollado reduce la barrera de entrada y adopción de dicha tecnología para esa variedad de otras también que se puede diseñar y crear prototipos de soluciones para el uso de fabricación automatizada e inteligentes.

CONCLUSIONES

- El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el tiempo para el reconocimiento de cascos de seguridad, dado que sin el uso de tecnologías para dicha actividad requería de 30 horas con 40 minutos y con las tecnologías toma un total de 9 horas con 14 minutos, mostrando una disminución total de tiempo de 69.89% contrastado también su influencia con un valor de significancia de 0.000.
- El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad, sin el uso de tecnologías para dicha actividad mostró una precisión promedio de 89.23% y con las tecnologías una precisión total de 100% una mejora de 10.77% contrastado también su influencia con un valor de significancia de 0.000.
- El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la fatiga del trabajador para la actividad de reconocimiento de cascos de seguridad, dado que tras el uso de tecnologías para dicha actividad se refleja una disminución de la fatiga y es contrastado con un valor de significancia de 0.000.
- El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en los costos para la actividad de reconocimiento de cascos de seguridad, sin el uso de las tecnologías los costos de MO mensual ascendieron a S/. 191.67 mensuales y tras el uso de tecnologías para la misma actividad el costo ascendió a S/. 26.15 lo que equivale una disminución de 86.35%
- Finalmente, tras analizar cada uno de los objetivos planteados se puede decir que el aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con exactitud incluso mayor al método tradicional en base a los factores de tiempo, precisión, fatiga y costos analizados.

RECOMENDACIONES SUGERENCIAS

A LAS EMPRESAS DE OBRAS DE EDIFICACIÓN

- Implementar tecnologías para facilitar el trabajo repetitivo en obras de construcción, particularmente en la investigación enfocado en el reconocimiento de EPPs, el cual permitirá múltiples beneficios como menor tiempo de trabajo, menos costos, etc.
- Al igual que el tema investigado, se recomienda por parte de la empresa realizar estudios respecto a aquellas actividades en las que se puede implementar tecnología con el fin de mejorar sus actividades laborales con el fin de hacer a la empresa escalable y aprovechan las oportunidades tecnológicas actuales.

A INVESTIGADORES

- Abordar el tema investigado con una metodología diferente, aún mas avanzados o del mismo nivel, con el fin de analizar diferentes escenarios y ver como es el comportamiento en ese contexto del tema abordado.
- Abordar un tema de investigación que aborde todos los Equipos de Protección Personal de trabajadores de obras de construcción u otro tipo de empresas, con el fin de determinar el nivel de influencia de la tecnología en base a los factores de tiempo, precisión, costos y fatiga planteados en esta investigación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albrieu, R., Rapetti, M., Brest López, C., Larroulet, P., & Sorrentino, A. (Octubre de 2018). Inteligencia artificial y crecimiento económico. Oportunidades y desafíos para Perú. Obtenido de <https://news.microsoft.com/uploads/prod/sites/41/2018/11/IA-y-Crecimiento-PERU.pdf>
- Arrowsmith, S. (28 de Septiembre de 2022). Inteligencia Artificial: Reconocimiento de Imágenes. Obtenido de <https://passport-photo.online/es-es/blog/ia-reconocimiento-imagen/>
- Aws Amazon. (2022). ¿Qué es Python? Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/>
- Balakreshnan, B., Richards, G., Nanda, G., Mao, H., Athinarayanan, R., & Zaccaria, J. (2020). PPE Compliance Detection using Artificial Intelligence in Learning Factories.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (29 de Agosto de 2018). Inteligencia artificial trae amplios beneficios a América Latina y el Caribe: estudio BID. Obtenido de <https://www.iadb.org/es/noticias/inteligencia-artificial-trae-amplios-beneficios-america-latina-y-el-caribe-estudio-bid>
- BigDataAnalytics. (8 de Octubre de 2022). ¿Qué es un Dataset? Obtenido de <https://bigdata-analytics.es/que-es/data-set/>
- Carrasco Díaz, S. (2006). Metodología de la Investigación Científica.
- Datos.gob.es. (3 de Mayo de 2022). 11 librerías para crear visualizaciones de datos. Obtenido de <https://datos.gob.es/es/blog/11-librerias-para-crear-visualizaciones-de-datos#:~:text=Las%20librer%C3%ADas%20de%20programaci%C3%B3n%20son,re sueltas%20previamente%20por%20otros%20programadores.>
- Euroinnova Business School. (21 de Octubre de 2022). Qué es seguridad industrial. Obtenido de <https://www.euroinnova.pe/blog/que-es-seguridad-industrial>

- GitHub. (2022). MediaPipe Face Detection. Obtenido de https://google.github.io/mediapipe/solutions/face_detection
- Gorini, M. (2022). ¿Cuál es la diferencia entre el machine learning y el deep learning? Obtenido de <https://blog.bismart.com/diferencia-machine-learning-deep-learning>
- Hernández Sampieri, R. (2015). Metodología de la Investigación.
- Incentro. (2021). ¿Qué es TensorFlow y para qué sirve? Obtenido de <https://www.incentro.com/es-ES/blog/que-es-tensorflow>
- Kukil. (01 de Marzo de 2022). Introduction to MediaPipe. Obtenido de <https://learnopencv.com/introduction-to-mediapipe/>
- Martínez, S. (6 de Febrero de 2020). Las diferencias entre Deep Learning y Machine Learning. Obtenido de <https://www.jasminsoftware.es/blog/deep-learning/>
- Microsoft. (26 de Agosto de 2022). Aprendizaje profundo frente a aprendizaje automático en Azure Machine Learning. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/machine-learning/concept-deep-learning-vs-machine-learning>
- NIH. (s.f.). Fatiga. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/fatiga>
- Norma G.050. (22 de Mayo de 2016). NORMA G.050 SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619670-norma-g-050-seguridad-durante-la-construccion-ds-n-010-2009>
- Pérez Porto, & Gardey. (2022). Costos. Obtenido de <https://definicion.de/costo/>

Pértegas Díaz, S., & Pita Fernández, S. (2001). La distribución normal. España. Obtenido de <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/la-distribucion-normal/#sec1>

Petteri Rouhiainen, L. (Noviembre de 2018). Inteligencia Artificial 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro. Obtenido de https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf

Rodríguez, H. (27 de Abril de 2021). ¿Qué es OpenCV?: ¡Descubre todo acerca de la visión artificial! Obtenido de <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/que-es-opencv/>

Significados. (8 de Noviembre de 2022). Qué es el tiempo. Obtenido de <https://www.significados.com/>

Solano, G. (13 de Mayo de 2021). ¿Como instalar MEDIAPIPE | Python? Obtenido de <https://omes-va.com/como-instalar-mediapipe-python/#:~:text=Este%20es%20un%20framework%20multimodal,escritorio%20o%20en%20la%20web.>

ANEXOS

Anexo 01 – Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Aprendizaje profundo	Entrada	Número de imágenes de entrada
¿El aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales?	Determinar si el aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales	H0: El aprendizaje profundo permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales. H1: El aprendizaje profundo no permite el reconocimiento de cascos de seguridad con una exactitud igual o superior a los métodos tradicionales.		Extracción de características	Extracción de características
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Clasificación	Clasificación
¿El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad?	Determinar si el aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad	H0: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad H1: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial no influye en el tiempo de reconocimiento de cascos de seguridad		Salida	Número de imágenes categorizadas sin caso Número de imágenes categorizadas con casco
¿El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad?	Determinar si el aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad	H0: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad. H1: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial no influye en la precisión de reconocimiento de cascos de seguridad.	Reconocimiento de cascos de seguridad	Reconocimiento de cascos	Tiempo
¿El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la fatiga de reconocimiento de cascos de seguridad?	Determinar si el aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la fatiga de reconocimiento de cascos de seguridad	H0: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en la fatiga de reconocimiento de cascos de seguridad H1: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial no influye en la fatiga de reconocimiento de cascos de seguridad			Precisión
¿El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el costo de reconocimiento de cascos de seguridad?	Determinar si el aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el costo de reconocimiento de cascos de seguridad	H0: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial influye en el costo de reconocimiento de cascos de seguridad H1: El aprendizaje profundo con Inteligencia Artificial no influye en el costo de reconocimiento de cascos de seguridad			Fatiga
					Costo

Anexo 02 – Operacionalización de variables

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
Variable independiente (VI)	Aprendizaje profundo	Entrada	Número de imágenes de entrada	Unidad	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón
		Extracción de características	Extracción de características	-	Observación - Formato de datos	Cualitativa	Nominal
		Clasificación	Clasificación	-	Observación - Formato de datos	Cualitativa	Nominal
		Salida	Número de imágenes categorizadas sin casco	Unidad	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón
			Número de imágenes categorizadas con casco	Unidad			Razón
Variable dependiente (VD)	Reconocimiento de cascos de seguridad	Reconocimiento de cascos de seguridad	Tiempo	Minutos	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón
			Precisión	Porcentaje	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón
			Fatiga	-	Encuesta - Encuesta, Prueba de estrés a la PC	Cualitativa	Ordinal
			Costo	Soles	Observación - Formato de datos	Cuantitativa	Razón

Anexo 03 - Instrumentos de investigación

INSTRUMENTOS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE (APRENDIZAJE PROFUNDO)

FORMATO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS - VARIABLE INDEPENDIENTE			
Código			
Descripción			
Número de imágenes de entrada	Extracción de clasificación	Salida	
		Imágenes con casco	Imágenes sin casco
Lugar		Fecha	
Nombre del investigador			

INSTRUMENTOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE (RECONOCIMIENTO DE CASCOS DE SEGURIDAD)

- Formato para recopilación de datos - Tiempo

FORMATO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS - TIEMPO	
Código	
Descripción	

Hora de inicio	Hora de término	Tiempo total
Lugar		Fecha
Nombre de investigador		

- Formato para recopilación de datos – Precisión

FORMATO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS - PRECISIÓN			
Código			
Descripción			
Total, de identificaciones	Identificaciones correctas	Identificaciones incorrectas	Precisión

Lugar			Fecha
Nombre de investigador			

- Encuesta para medir la fatiga

PREGUNTAS		Nunca	Casi nunca	Pocas veces	Con frecuencia	Casi siempre	Siempre
SINTOMAS GENERALES DE FATIGA							
1	Tiene temblor en las piernas o los brazos						
2	Se siente mareado						
3	Siente opresión al respirar						
4	Se siente poco firme o inseguro al estar de pie						
5	Le tiemblan los parpados						
6	Siente rigidez o torpeza en los movimientos						
7	Se siente mal						
8	Siente cansancio en las piernas						
SINTOMAS DE FATIGA FÍSICA							
9	Siente el cuerpo cansado						
10	Tiene deseos de bostezar						
11	Siente pesadez en la cabeza						
12	Siente la cabeza aturdida, atontada						
13	Tiene dolor de cabeza						
14	Tiene dolor de espalda						
15	Se siente ansioso						
16	Se le olvidan fácilmente las cosas						
17	Le cuesta trabajo mantener el cuerpo en una misma postura						
FATIGA MENTAL							
18	Está nervioso						
19	Se siente incapaz de ponerle interés a las cosas						
20	Se le agotó la paciencia						
21	Se le dificulta concentrarse en la consecución de una actividad						
22	Se siente irritable constantemente						

Nota: Adaptado de Vega Valero et al. 2022.

- Formato para recopilación de datos - Costos

FORMATO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS - COSTOS

Código				
Descripción				
Número de trabajadores	Minutos laborables por día	Minutos tomados para la recopilación de cascos	Costo MO por día	Costo incurrido para reconocimiento
NT	ML	MTR	CMO	$\frac{MTR \times CMO}{ML} \times NT$
Lugar			Fecha	
Nombre de investigador				

Anexo 04 - Consentimiento informado presentado a las personas

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de investigación: "Reconocimiento de Cascos de protección personal en trabajadores de obras de edificación por medio del Aprendizaje Profundo de la Inteligencia Artificial"

La investigación está conducida por el egresado, Mandujano Rubín Carlos Alberto de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, el cual tiene como objetivo principal, Desarrollar una propuesta de aprendizaje profundo con IA para detectar el uso de cascos de seguridad en los trabajadores de obras de edificación, para lo cual se le pide su participación teniendo en cuenta el apartado inferior.

Desde ya se le agradece su participación voluntaria:

Yo Identificado con DNI se me ha explicado que formare parte de la investigación antes mencionada, mi resultado se integrará con los resultados de otros participantes y en ningún momento se revelará mi identidad.

Declaro afirmo que:

- Recibí información suficiente de la investigación a desarrollar
- Tuve la oportunidad de subsanar mis dudas
- Mi participación es de manera voluntaria
- Puedo retirarme del estudio cuando lo crea conveniente sin ningún perjuicio a mi persona
- Mis datos personales no serán informados a nadie

Firma de conformidad

Huánuco, de del 2022

Anexo 05 – Instrucciones para validar

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectado la medición
	2. Nivel bajo	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide
	3. Nivel moderado	El ítem es relativamente importante
	4. Nivel alto	El ítem es muy relevante y debe ser incluido
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectado la medición
	2. Nivel bajo	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión
	3. Nivel moderado	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo
	4. Nivel alto	El ítem tiene una relación lógica con la dimensión
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de esta	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
	2. Nivel bajo	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total
	3. Nivel moderado	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente
	4. Nivel alto	Los ítems son suficientes
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Nivel bajo	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras que utilizan de acuerdo a su significado o por la ordenación de los mismos
	3. Nivel moderado	Se requiere una modificación muy específica de algunos términos de ítem
	4. Nivel alto	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada

Nota: Tomado de Clemente y Rojas (2021)

Anexo 06 – Validación de instrumentos

VALIDACIÓN POR EXPERTO 1

FICHA DE VALIDACIÓN

I DATOS DEL EXPERTO CALIFICADOR

Nombres completos *Eduar Santiago Churruarín Galdiva*
 Grado académico *Mg. S. T. S.*
 Institución o empresa donde labora *UNHEVAL*

II CALIFICACIÓN

Calificación de instrumentos excepto para la dimensión fatiga, que requiere un tratamiento especial por tratarse de una encuesta.

No	EVIDENCIA	VALORACIÓN					
		0	1	2	3	4	5
1	Operacionalización de las variables						X
2	Pertinencia de reactivos						X
3	Suficiencia de reactivos					X	
4	Basada en aspectos teóricos de las variables						X
5	Expresado en hechos perceptibles						X
6	Adecuado para los sujetos en estudio						X
7	Formulado en lenguaje apropiado						X
8	Acorde al avance de la ciencia y tecnología						X
9	Secuencia lógica						X
10	Calidad de instrucciones						X

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Comentario:

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{45 + 4}{50} = 98\%$$

Para la dimensión fatiga se validó en base a los criterios de Relevancia, coherencia, suficiencia y claridad con una escala de valoración del 1 al 4 como se muestra, siendo el 1 la calificación más baja y el 4 la más alta

El instrumento para la dimensión fatiga es un cuestionario, por lo que requiere un tratamiento diferente de validación en base a los criterios planteados.

Escala de valoración

MUY BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO
1	2	3	4

PREGUNTAS	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
SINTOMAS GENERALES DE FATIGA				
1 Tiene temblor en las piernas o los brazos	4	4	4	4
2 Se siente mareado	4	4	4	4
3 Siente opresión al respirar	4	4	4	4
4 Se siente poco firme o inseguro al estar de pie	4	4	4	4
5 Le tiemblan los párpados	4	4	4	4
6 Siente rigidez o torpeza en los movimientos	4	4	4	4
7 Se siente mal	4	4	4	4
8 Siente cansancio en las piernas	3	4	4	4
SINTOMAS DE FATIGA FÍSICA				
9 Siente el cuerpo cansado	4	4	4	4
10 Tiene deseos de bostezar	4	4	4	4
11 Siente pesadez en la cabeza	4	4	4	3
12 Siente la cabeza aturdida, atontada	4	4	4	4
13 Tiene dolor de cabeza	4	4	4	4
14 Tiene dolor de espalda	4	4	4	4
15 Se siente ansioso	3	4	4	4
16 Se le olvidan fácilmente las cosas	4	4	4	4
17 Le cuesta trabajo mantener el cuerpo en una misma postura	4	4	4	4
FATIGA MENTAL				
18 Está nervioso	4	3	4	4
19 Se siente incapaz de ponerle interés a las cosas	4	4	4	4
20 Se le agotó la paciencia	4	4	4	4
21 Se le dificulta concentrarse en la consecución de una actividad	4	4	4	4
22 Se siente irritable constantemente	4	4	4	4

El instrumento debe ser aplicado: Sí (x) No ()

..10.. de ..abril..... del 2021...



CIP: 103451
DNI: 22751077

$Relevancia = \frac{20x4 + 2x3}{88} = 97.72\%$	$Coherencia = \frac{21x4 + 1x3}{88} = 98.86\%$
$Suficiencia = \frac{22x4}{88} = 100\%$	$Claridad = \frac{21x4 + 1x3}{88} = 98.86\%$
$Promedio = 98.86\%$	

VALIDACIÓN POR EXPERTO 2

FICHA DE VALIDACIÓN

I DATOS DEL EXPERTO CALIFICADOR

Nombres completos ... Julissa Elizabeth Reyna Gonzalez
 Grado académico ... Magister
 Institución o empresa donde labora ... UNHEVAL-FISS

II CALIFICACIÓN

Calificación de instrumentos excepto para la dimensión fatiga, que requiere un tratamiento especial por tratarse de una encuesta.

No	EVIDENCIA	VALORACIÓN					
		0	1	2	3	4	5
1	Operacionalización de las variables						X
2	Pertinencia de reactivos						X
3	Suficiencia de reactivos						X
4	Basada en aspectos teóricos de las variables						X
5	Expresado en hechos perceptibles					X	
6	Adecuado para los sujetos en estudio						X
7	Formulado en lenguaje apropiado						X
8	Acorde al avance de la ciencia y tecnología						X
9	Secuencia lógica						X
10	Calidad de instrucciones						X

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Comentario:

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{45 + 4}{50} = 98\%$$

Para la dimensión fatiga se validó en base a los criterios de Relevancia, coherencia, suficiencia y claridad con una escala de valoración del 1 al 4 como se muestra, siendo el 1 la calificación más baja y el 4 la más alta

El instrumento para la dimensión fatiga es un cuestionario, por lo que requiere un tratamiento diferente de validación en base a los criterios planteados.

Escala de valoración

MUY BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO
1	2	3	4

PREGUNTAS	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
SINTOMAS GENERALES DE FATIGA				
1 Tiene temblor en las piernas o los brazos	4	4	4	3
2 Se siente mareado	4	4	4	4
3 Siente opresión al respirar	4	4	4	4
4 Se siente poco firme o inseguro al estar de pie	4	4	4	4
5 Le tiemblan los párpados	4	4	4	4
6 Siente rigidez o torpeza en los movimientos	4	3	4	4
7 Se siente mal	4	4	4	4
8 Siente cansancio en las piernas	3	4	4	4
SINTOMAS DE FATIGA FÍSICA				
9 Siente el cuerpo cansado	4	4	4	4
10 Tiene deseos de bostezar	4	4	4	4
11 Siente pesadez en la cabeza	4	4	4	4
12 Siente la cabeza aturdida, atontada	4	4	4	4
13 Tiene dolor de cabeza	4	4	3	4
14 Tiene dolor de espalda	4	4	4	4
15 Se siente ansioso	4	4	4	4
16 Se le olvidan fácilmente las cosas	4	3	4	4
17 Le cuesta trabajo mantener el cuerpo en una misma postura	4	4	3	4
FATIGA MENTAL				
18 Está nervioso	4	4	4	4
19 Se siente incapaz de ponerle interés a las cosas	4	4	4	4
20 Se le agotó la paciencia	4	4	4	3
21 Se le dificulta concentrarse en la consecución de una actividad	4	4	4	4
22 Se siente irritable constantemente	4	4	4	3

El instrumento debe ser aplicado: Sí (X) No ()

07 de abril del 2021

CIP 95936
DIN 18032294

$Relevancia = \frac{21x4 + 1x3}{88} = 98.86\%$	$Coherencia = \frac{20x4 + 2x3}{88} = 97.72\%$
$Suficiencia = \frac{20x4 + 2x3}{88} = 97.72\%$	$Claridad = \frac{19x4 + 3x3}{88} = 96.59\%$
$Promedio = 97.72\%$	

VALIDACIÓN POR EXPERTO 3

INSTRUMENTOS Y FICHA DE VALIDACIÓN

I DATOS DEL EXPERTO CALIFICADOR

Nombres completos *Carla N. Pérez S. Jorjania*
 Grado académico *Magister en gestión empresarial*
 Institución o empresa donde labora *UNHEVAL*

II CALIFICACIÓN

Calificación de instrumentos excepto para la dimensión fatiga, que requiere un tratamiento especial por tratarse de una encuesta.

No	EVIDENCIA	VALORACIÓN					
		0	1	2	3	4	5
1	Operacionalización de las variables						X
2	Pertinencia de reactivos						X
3	Suficiencia de reactivos					X	
4	Basada en aspectos teóricos de las variables						X
5	Expresado en hechos perceptibles						X
6	Adecuado para los sujetos en estudio						X
7	Formulado en lenguaje apropiado					X	
8	Acorde al avance de la ciencia y tecnología						X
9	Secuencia lógica						X
10	Calidad de instrucciones						X

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Comentario:

Es aplicable

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{40 + 8}{50} = 96\%$$

Para la dimensión fatiga se validó en base a los criterios de Relevancia, coherencia, suficiencia y claridad con una escala de valoración del 1 al 4 como se muestra, siendo el 1 la calificación más baja y el 4 la más alta

PREGUNTAS		RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
SINTOMAS GENERALES DE FATIGA				5	
1	Tiene temblor en las piernas o los brazos	4	3	4	4
2	Se siente mareado	4	4	4	4
3	Siente opresión al respirar	4	4	4	4
4	Se siente poco firme o inseguro al estar de pie	4	4	4	4
5	Le tiemblan los párpados	4	4	3	4
6	Siente rigidez o torpeza en los movimientos	4	4	4	4
7	Se siente mal	4	4	4	4
8	Siente cansancio en las piernas	3	4	4	4
SINTOMAS DE FATIGA FÍSICA				5	
9	Siente el cuerpo cansado	4	4	4	4
10	Tiene deseos de bostezar	3	4	4	4
11	Siente pesadez en la cabeza	4	4	4	3
12	Siente la cabeza aturdida, atontada	4	4	4	4
13	Tiene dolor de cabeza	4	4	4	4
14	Tiene dolor de espalda	3	4	4	4
15	Se siente ansioso	4	4	4	4
16	Se le olvidan fácilmente las cosas	4	4	4	4
17	Le cuesta trabajo mantener el cuerpo en una misma postura	4	4	4	4
FATIGA MENTAL					
18	Está nervioso	3	4	4	4
19	Se siente incapaz de ponerle interés a las cosas	4	3	4	4
20	Se le agotó la paciencia	4	4	4	4
21	Se le dificulta concentrarse en la consecución de una actividad	3	4	4	3
22	Se siente irritable constantemente	4	4	4	4

El instrumento debe ser aplicado: SI (X) No ()

04 de abril del 2021



César Wilfredo Rosas Echevarría
RUC: 10415594238
CIP: 150905
PVI: 41559423

$Relevancia = \frac{17x4 + 5x3}{88} = 94.31\%$	$Coherencia = \frac{20x4 + 2x3}{88} = 97.72\%$
$Suficiencia = \frac{21x4 + 1x3}{88} = 98.86\%$	$Claridad = \frac{20x4 + 2x3}{88} = 97.72\%$
$Promedio = 97.15\%$	

Resultados de validación excepto el instrumento de la dimensión fatiga (encuesta)

EXPERTOS	Coeficiente de validez	DECISIÓN
Experto 1	98%	El coeficiente supera al 70% por tanto el experto considera que el instrumento es aplicable
Experto 2	98%	El coeficiente supera al 70% por tanto el experto considera que el instrumento es aplicable
Experto 3	96%	El coeficiente supera al 70% por tanto el experto considera que el instrumento es aplicable
Promedio	97.3%	

El promedio final de validación arroja un valor de 97.3%, superior al 70% por lo que se considera que están correctamente elaborados y son aplicables lo que garantizará la calidad de datos recopilados.

Resultados de validación del instrumento de la dimensión fatiga

EXPERTOS	Coeficiente de validez	DECISIÓN
Experto 1	98.86%	El coeficiente supera al 70% por tanto el experto considera que el instrumento es aplicable
Experto 2	97.72%	El coeficiente supera al 70% por tanto el experto considera que el instrumento es aplicable
Experto 3	97.15%	El coeficiente supera al 70% por tanto el experto considera que el instrumento es aplicable
Promedio	97.91%	

El promedio final de validación arroja un valor de 97.91%, superior al 70% por lo que se considera que están correctamente elaborados y son aplicables lo que garantizará la calidad de datos recopilados.

Anexo 07 – Confiabilidad

ENCUESTADO	APLICACIÓN DE ENCUESTA PARA CONFIBILIDAD																						TOTALES
	PREGUNTAS																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	39
2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	40
3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	38
4	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	38
5	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	37

ENCUESTADO	APLICACIÓN DE ENCUESTA PARA CONFIBILIDAD																						TOTALES
	PREGUNTAS																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	41
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	42
3	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	38
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	41
5	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	37

PUNTAJE 1	39	40	38	38	37
PUNTAJE 2	41	42	38	41	37

Anexo 08 – Código

Código trabajado en el editor Visual Studio Code, para el desarrollo se tuvo en cuenta el modelo planteado por Solano (2021)

```
D: > reconocimiento_cascos > Entrenamiento.py > ...
6  import os
7
8  dataPath = "../Dataset_faces"
9  dir_list = os.listdir(dataPath)
10
11 print("Listado de archivos:", dir_list)
12
13 labels = []
14 facesData = []
15 label = 0
16
17 for name_dir in dir_list:
18     dir_path = dataPath + "/" + name_dir
19
20     for file_name in os.listdir(dir_path):
21         image_path = dir_path + "/" + file_name
22         print(image_path)
23         image = cv2.imread(image_path, 0)
24         #cv2.imshow("Image", image)
25         #cv2.waitKey(10)
26         facesData.append(image)
27         labels.append(label)
28     label += 1
29
30 print("Etiqueta 0: ", np.count_nonzero(np.array(labels) == 0))
31 print("Etiqueta 1: ", np.count_nonzero(np.array(labels) == 1))
32
33 # LBPH FaceRecognizer
34 face_mask = cv2.face.LBPHFaceRecognizer_create()
35
36 # Entrenamiento
37 print("Entrenando modelo...")
38 face_mask.train(facesData, np.array(labels))
39
40 # Almacenar modelo
41 face_mask.write("personas_casco.xml")
42 print("Modelo almacenado")
```

Prueba del modelo para reconocimiento

```
D: > reconocimiento_cascos > personas_casco.py > ...
12 cap = cv2.VideoCapture(0, cv2.CAP_DSHOW)
13
14 with mp_face_detection.FaceDetection(
15     min_detection_confidence=0.5) as face_detection:
16
17     while True:
18         ret, frame = cap.read()
19         if ret == False: break
20         frame = cv2.flip(frame, 1)
21         height, width, _ = frame.shape
22         frame_rgb = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
23         results = face_detection.process(frame_rgb)
24
25         if results.detections is not None:
26             for detection in results.detections:
27                 xmin = int(detection.location_data.relative_bounding_box.xmin * width)
28                 ymin = int(detection.location_data.relative_bounding_box.ymin * height)
29                 w = int(detection.location_data.relative_bounding_box.width * width)
30                 h = int(detection.location_data.relative_bounding_box.height * height)
31                 if xmin < 0 and ymin < 0:
32                     continue
33
34                 #cv2.rectangle(frame, (xmin, ymin), (xmin + w, ymin + h), (0, 255, 0), 5)
35                 face_image = frame[ymin : ymin + h, xmin : xmin + w]
36                 face_image = cv2.cvtColor(face_image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
37                 face_image = cv2.resize(face_image, (72, 72), interpolation=cv2.INTER_CUBI
38
39                 result = face_mask.predict(face_image)
40
41                 #cv2.putText(frame, "{}".format(result), (xmin, ymin - 5), 1, 1.3, (210, 1
42                 if result[1] < 150:
43                     color = (0, 255, 0) if LABELS[result[0]] == "Con_mascarilla" else
44                     cv2.putText(frame, "{}".format(LABELS[result[0]]), (xmin, ymin - 1
45                     cv2.rectangle(frame, (xmin, ymin), (xmin + w, ymin + h), color, 2)
46                 cv2.imshow("Frame", frame)
47                 k = cv2.waitKey(1)
48                 if k == 27:
```

Anexo 09 – Procesamiento de datos en SPSS

VISTA DE DATOS: TIEMPO, PRECISIÓN Y COSTOS.

*Datos de tiempo precisión y costos.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

19: Visible: 8 de 8 variables

	TiempoAntes	TiempoDespués	PrecisiónAntes	PrecisiónDespués	CostosAntes	CostosDespués	FatigaAntes	FatigaDespués	var	var	var	var	var	var	var	var
1	52	17	97	100	5.42	.52	.	.								
2	55	15	93	100	5.73	.73	2	1								
3	54	20	99	100	5.63	.63	2	1								
4	58	20	98	100	6.04	1.15	3	1								
5	58	19	93	100	6.04	.73	3	1								
6	60	22	99	100	6.25	1.15	2	1								
7	53	19	99	100	5.52	1.04	2	1								
8	54	15	96	100	5.63	.63	2	1								
9	51	16	100	100	5.31	.94	3	1								
10	55	18	90	100	5.73	1.15	2	2								
11	58	18	98	100	6.04	.94	2	1								
12	58	21	100	100	6.04	.52	2	1								
13	60	19	94	100	6.25	.73	2	1								
14	62	21	98	100	6.46	.94	2	1								
15	64	17	95	100	6.67	.83	2	1								
16	58	19	96	100	6.04	1.04	2	1								
17	63	20	99	100	6.56	.83	2	1								
18	60	22	92	100	6.25	1.25	2	1								
19	70	18	91	100	7.29	1.04	2	2								
20	65	17	93	100	6.77	1.04	2	1								
21	64	18	97	100	6.67	.73	3	1								
22	68	16	90	100	7.08	.73	2	1								
23	69	16	93	100	7.19	.94	3	1								
24	64	17	90	100	6.67	.73	.	.								
25	63	21	97	100	6.56	.94	.	.								
26	68	17	93	100	7.08	1.15	.	.								

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ON

VISTA DE VARIABLES

*Datos de tiempo precisión y costos.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

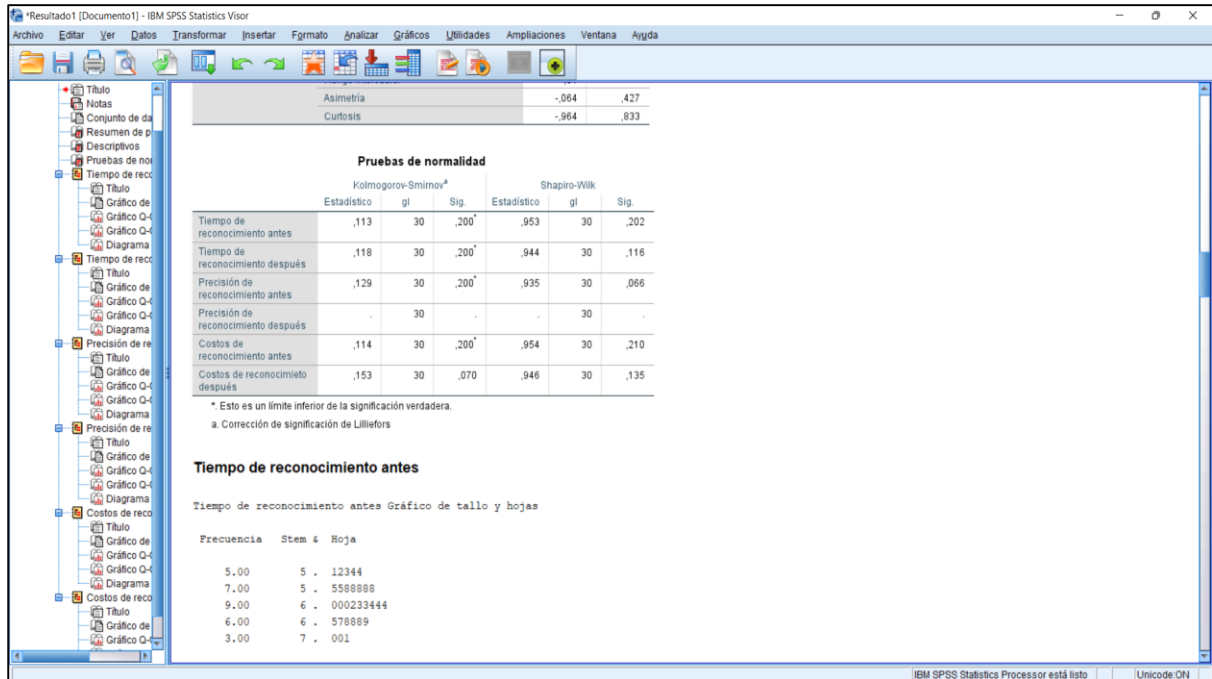
	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	TiempoAntes	Númérico	8	0	Tiempo de reco...	Ninguno	Ninguno	12	Derecha	Escala	Entrada
2	TiempoDes...	Númérico	8	0	Tiempo de reco...	Ninguno	Ninguno	12	Derecha	Escala	Entrada
3	PrecisiónAn...	Númérico	8	0	Precisión de re...	Ninguno	Ninguno	12	Derecha	Escala	Entrada
4	PrecisiónDe...	Númérico	8	0	Precisión de re...	Ninguno	Ninguno	12	Derecha	Escala	Entrada
5	CostosAntes	Númérico	8	2	Costos de reco...	Ninguno	Ninguno	12	Derecha	Escala	Entrada
6	CostosDesp...	Númérico	8	2	Costos de reco...	Ninguno	Ninguno	12	Derecha	Escala	Entrada
7	FatigaAntes	Númérico	8	0	Fatiga antes	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	FatigaDesp...	Númérico	8	0	Fatiga después	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											

Vista de datos Vista de variables

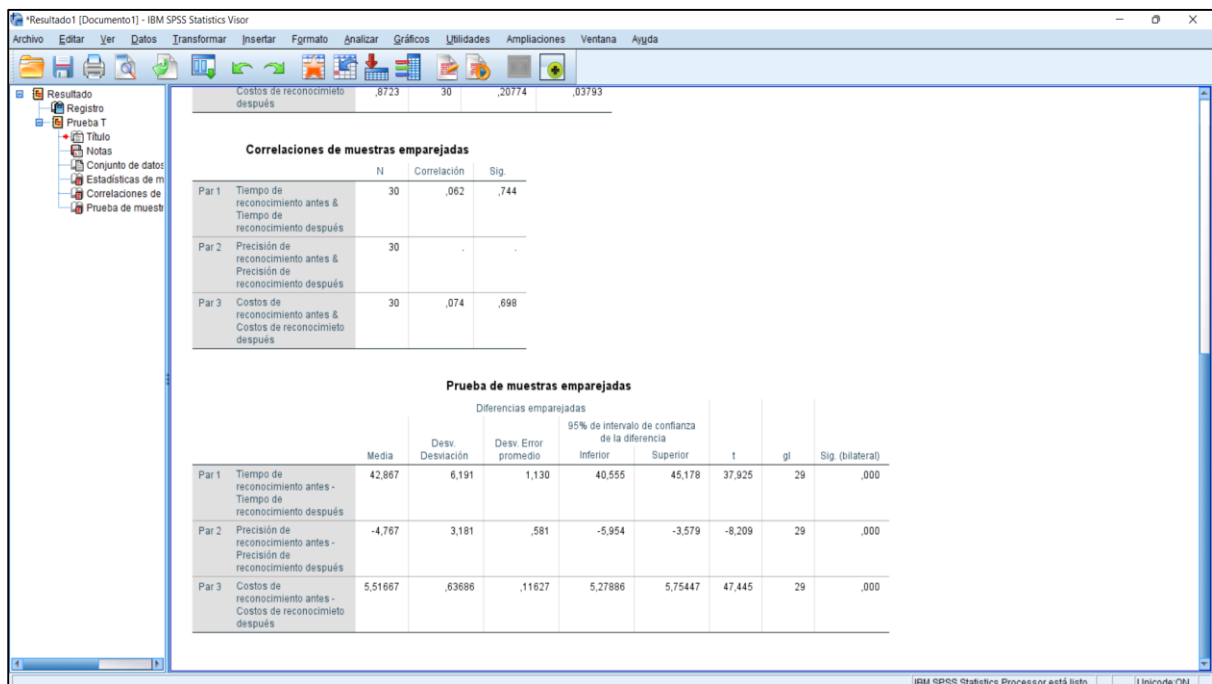
IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ON

PRUEBA DE NORMALIDAD DE DATOS NUMÉRICOS (PARAMÉTRICOS)

Se visualiza las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, para la investigación se hizo uso de Shapiro-Wilk dado al número datos menores a 50



PRUEBA T PARA MUESTRAS RELACIONADA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE INFLUENCIA



PRUEBA NO PARAMÉTRICA PARA LA DIMENSIÓN FATIGA

The screenshot displays the IBM SPSS Statistics Visor interface. The main window shows the results of a Wilcoxon signed-rank test. The output is structured as follows:

Pruebas NPar

[ConjuntoDatos1] C:\Users\MAYCOL\Downloads\Mandujano\SPSS datos procesados\Datos de tiempo precisión y costos.sav

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Rangos			
		N	Suma de rangos
Fatiga después - Fatiga antes	Rangos negativos	20 ^a	10,50
	Rangos positivos	0 ^b	,00
	Empates	2 ^c	
Total		22	

a. Fatiga después < Fatiga antes
b. Fatiga después > Fatiga antes
c. Fatiga después = Fatiga antes

Estadísticos de prueba^a

	Fatiga después - Fatiga antes
Z	-4,134 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

NOTA BIOGRÁFICA



Carlos Alberto Mandujano Rubin, nació el 22 de junio de 1989 en el distrito, de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco.

En el nivel primaria estudió en el colegio Marcos Duran Martel y en el nivel secundaria en el colegio Julio Armando Ruiz Vásquez.

En el 2005 ocupó el primer lugar en el concurso regional de matemáticas, organizado por la Institución Educativa Emblemática Nuestra Señora de las Mercedes.

Realizó sus estudios universitarios de Pregrado en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, llegando a obtener el grado de bachiller en Ingeniería de Sistemas.

Actualmente, se desempeña como consultor en Ingeniería Civil y asesoría en Medicina Humana.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE SISTEMAS

En Huánuco, a los 07... días del mes de DIEMBRE... de 2022, siendo las 17:00 hrs, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, TÍTULO VI - CAPITULO I Art. 76° al 79°, aprobado mediante Resolución Consejo Universitario N° 0734-2022-UNHEVAL; se procedió a la evaluación de la sustentación de la tesis titulado: **RECONOCIMIENTO DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EN TRABAJADORES DE OBRAS DE EDIFICACIÓN POR MEDIO DEL APRENDIZAJE PROFUNDO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**, presentado el bachiller en Ingeniería de Sistemas: **Carlos Alberto MANDUJANO RUBÍN**;

Este evento se realizó ante los miembros del Jurado Calificador, integrado por los siguientes catedráticos:

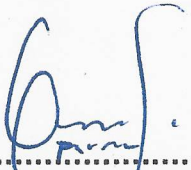
PRESIDENTE: Dr. Abimael A. FRANCISCO PAREDES.

SECRETARIO: Mg. JIMMY G. FLORES VIDAL.

VOCAL: Mg. ELMER S. CHUQUIYAURI SALDIVAR.

Finalizado el acto de sustentación, se procedió a la calificación conforme al Artículo 79° del Reglamento de Grados y Títulos, obteniéndose el siguiente resultado: **Nota: 19** (Diecinueve) equivalente a la calificación de EXCELENTE. Quedando el Bachiller en Ingeniería de Sistemas: **Carlos Alberto MANDUJANO RUBÍN**: Aprobado.....

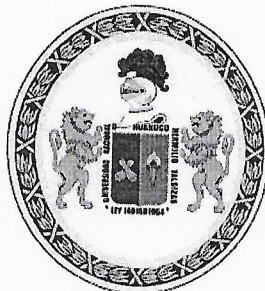
Con lo que se dio por concluido el acto y en fe de la cual firman los miembros del jurado Calificador.


.....
PRESIDENTE


.....
SECRETARIO


.....
VOCAL

**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**



CONSTANCIA DE APTO

De acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos Modificado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 1893-2021-UNHEVAL, de fecha 17 de agosto de 2021 y en atención a la Tercera Disposición Complementaria, donde estipula que los trabajos de investigación y tesis de pregrado deberán tener una similitud máxima del 30%.

Después de aplicado el Software Turnitin, se evidencia una similitud del 25% encontrándose bajo los parámetros reglamentados.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sistemas:

**“RECONOCIMIENTO DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EN TRABAJADORES
DE OBRAS DE EDIFICACIÓN POR MEDIO DEL APRENDIZAJE PROFUNDO DE LA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL”**

Tesista

Bach. Ingeniería de Sistemas Mandujano Rubin, Carlos Alberto

Huánuco, 14 de diciembre de 2022

Una firma manuscrita en tinta negra que parece decir "Nérida del Carmen Pastrana Díaz".

Nérida del Carmen Pastrana Díaz
Directora de Investigación - FIIS

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
----------	---	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
Escuela Profesional	INGENIERÍA DE SISTEMAS
Carrera Profesional	INGENIERÍA DE SISTEMAS
Grado que otorga	
Título que otorga	INGENIERO DE SISTEMAS

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Nombre del programa	
Título que Otorga	

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	
Grado que otorga	

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	MANDUJANO RUBÍN CARLOS ALBERTO							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	969959924
Nro. de Documento:	45907929				Correo Electrónico:	carlosmandujanorubin@hotmail.com		

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:			

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:			

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)								SI	X	NO
Apellidos y Nombres:	VILLAVICENCIO CABRERA MARCO ANTONIO				ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-8879-9421				
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	22490808		

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	FRANCISCO PAREDES ABIMAEEL ADAM
Secretario:	FLORES VIDAL JIMMY
Vocal:	CHUQUIYAURI SALDÍVAR ELMER
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	RIVERA VIDAL VELSÝ

5. Declaración Jurada: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

a) **Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:** *(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)*

RECONOCIMIENTO DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EN TRABAJADORES DE OBRAS DE EDIFICACIÓN POR MEDIO DEL APRENDIZAJE PROFUNDO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

b) **El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:** *(tal y como está registrado en SUNEDU)*

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.

d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.

e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.

f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.

g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.

h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: *(Verifique la Información en el Acta de Sustentación)* **2022**

Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: <i>(Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)</i>	Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico	Otros (especifique modalidad)	

Palabras Clave: *(solo se requieren 3 palabras)* **APRENDIZAJE** **RECONOCIMIENTO** **IMÁGENES**

Tipo de Acceso: <i>(Marque con X según corresponda)</i>	Acceso Abierto <input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)	Fecha de Fin de Embargo:



¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? *(ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):* **SI** **NO**

Información de la Agencia Patrocinadora:

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

 Firma:		 Huella Digital
Apellidos y Nombres:	MANDUJANO RUBÍN CARLOS ALBERTO	Huella Digital
DNI:	45907929	
Firma:		Huella Digital
Apellidos y Nombres:		
DNI:		Huella Digital
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 14 DE DICIEMBRE DE 2022		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.