

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS



MAESTRÍA EN CIENCIA DE DATOS

*MEDICIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MEDIANTE EL USO  
DE UNA RED NEURAL CONVOLUCIONAL*

POR

JUAN DE JESÚS AGUILAR SOLANO CON MATRÍCULA  
1576327

A

04 DE AGOSTO DE 2021

## CONTENIDO

Introducción .....	3
Contexto del problema .....	4
Proceso actual .....	4
Mejora propuesta.....	5
Marco Teórico .....	5
Metodología .....	5
Descripción General .....	5
Partición del set de datos.....	6
Descripción de la Red Neural .....	6
Arquitectura de la red neural.....	6
Experimentación .....	7
Resultados .....	7
Procesamiento de las imágenes.....	7
Entrenamiento del modelo .....	8
Curvas de Aprendizaje.....	8
Conclusiones .....	9
Bibliografía .....	9

## TABLA DE FIGURAS

Ilustración 1. Formato de captura de clasificación de vehículos. ....	4
Ilustración 2. Formato de captura para medición del flujo vehicular.....	4
Ilustración 3. Esquema de la metodología general.....	5
Ilustración 4. Partición de base de datos.....	6
Ilustración 5. Esquema de entrenamiento de la Red Neuronal.....	6
Ilustración 6. Arquitectura de la Red Neuronal propuesta.....	7
Ilustración 7. Curvas de aprendizaje del modelo.....	8

# MEDICIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MEDIANTE EL USO DE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL

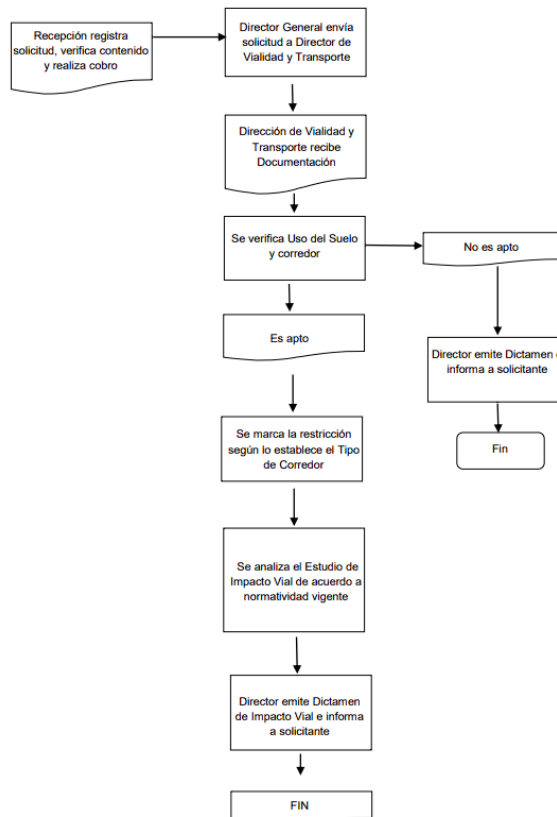
## INTRODUCCIÓN

La mancha urbana en el área Metropolitana de Monterrey se ha intensificado en los últimos años, esto debido a la inmigración y al crecimiento económico que se ha dado en esta ciudad. Como consecuencia al crecimiento económico y poblacional, el congestionamiento en el tráfico vehicular se ha vuelto una problemática de relevancia para los todos los habitantes, pues esto repercute en pérdidas de tiempo y un gasto económico mayor derivado del congestionamiento vehicular.

En el ámbito comercial, conocer el comportamiento del tráfico vehicular en la zona es fundamental cuando se piensa en una expansión, debido a que el tránsito vehicular es un factor económico muy importante para el negocio, y por lo tanto, para la toma de decisiones.

Cuando una empresa quiere expandir su infraestructura comercial, ésta es responsable de presentar un **“Manifiesto de Impacto Vial”** el cual tiene como propósito principal, evaluar el impacto generado por el inmueble en la zona, y así poder proponer soluciones para mitigar los problemas derivados de dicho inmueble comercial.

El procedimiento puede variar en menor medida según el estado en el que se realiza la obra, para fines de demostración, se muestra el diagrama de flujo del proceso a seguir para realizar el manifiesto de impacto vial, proporcionado por el estado de Hermosillo a través del documento “lineamientos de impacto vial”.



Existen consultorías dedicadas exclusivamente al desarrollo de Manifiestos de Impacto Vial, estos llevan a cabo análisis del flujo vehicular para brindar información importante que pueda repercutir en la toma de decisiones, en este artículo solo se presentará la parte de interés para el proyecto propuesto.

CONTEXTO DEL PROBLEMA



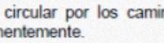
Parte del Manifiesto de Impacto Vial consiste en evaluar el flujo vehicular en una zona circundante que varía acorde a la zona y magnitud del proyecto. Para llevar a cabo la medición del dicho flujo vehicular, se sigue la siguiente metodología.

Proceso actual

El flujo de trabajo actual para obtener la información necesaria requerida para el análisis, es la siguiente:

- 1. La empresa de interés brinda la ubicación de interés para la expansión de su negocio.
- 2. De acuerdo a la zona, se eligen niveles de profundidad, esto quiere decir, se establece un radio perimetral que se usará como área de investigación.
- 3. Se buscan puntos clave con mayor densidad de flujo vehicular, los cuales servirán como nodos para nuestro análisis.
- 4. Se instalan cámaras y éstas tomarán video las 24 horas del día durante un periodo establecido.
- 5. Se analizan los videos y se cuenta el número de vehículos, tipo de vehículo, entre otros campos de *manera manual*.
- 6. La información obtenida es resumida y se envía para un análisis posterior.

TABLA 5.2.3

TRACTOCAMION ARTICULADO (T-S)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

Nota: Las configuraciones de tractocamión articulado deben circular por los caminos y puentes de jurisdicción federal con las luces encendidas permanentemente.

Ilustración 1. Formato de captura de clasificación de vehículos.


Período: _____									
MOV 1									
LAPSO		Autos (A)	Moto (M)	Bus urbano (BU)	Bus empresarial (BE)	Bus foráneo (BF)	Camión (C2 y C3)	Trailer remolque (T3-S3)	Trailer doble remolque
19:00-19:15		34							
19:15-19:30		32	2						
19:30-19:45									
19:45-20:00									

Ilustración 2. Formato de captura para medición del flujo vehicular.

## Mejora propuesta

La propuesta que se realiza en este proyecto es un primer paso de un desarrollo más complejo que puede tener implicaciones muy importantes para el futuro del trabajo.

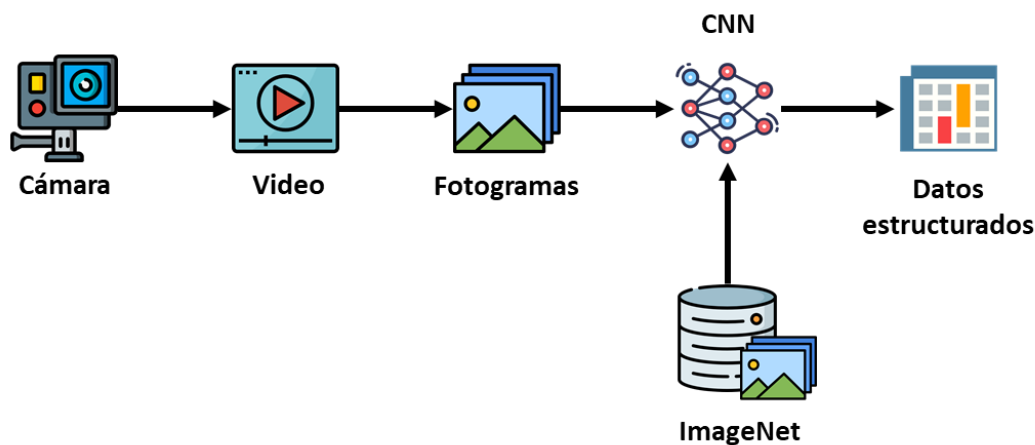
La propuesta de manera general consiste en implementar una red neuronal convolucional para clasificar los vehículos que transitan por la vialidad, esto se logrará, obteniendo cada fotograma del video tomado por las cámaras instaladas en la zona de trabajo. También se registrarán los tiempos en los que el vehículo ha transitado, esto es mediante la identificación del fotograma del video.

Existen problemáticas que el modelo inicial no será capaz de resolver, la más importante, es que la red actual solo identificará los vehículos que han pasado y los clasificará de manera general, lo cual no se ajusta a la minuta presentada anteriormente, sin embargo, esta implementación ayudará a llevar a cabo la cuenta de vehículos de manera más rápida, ya que solo se necesitará una validación por parte de los usuarios, misma que servirá como datos de entrenamiento para una red más compleja.

## MARCO TEÓRICO

### METODOLOGÍA

La metodología consiste en una serie de pasos para lograr que la red neuronal se desempeñe lo mejor posible en la aplicación que deseamos brindarle.



*Ilustración 3. Esquema de la metodología general.*

### Descripción General

La metodología propuesta consiste en los siguientes pasos:

1. Conversión a imágenes: durante este proceso el video capturado se convertirá a imágenes, extrayendo los fotogramas de video, dado que la cámara graba a 24 fotogramas por segundo, se extraerán 4 fotogramas cada segundo estos serán al inicio 0.0 segundos, 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0 segundo.
2. Redimensión de la imagen: con la finalidad de tener una entrada de tamaño fijo, todas las imágenes serán redimensionadas a un tamaño de 200x200 píxeles.

3. Entrenamiento de la red: como primer acercamiento, la red Neural será entrenada con el conjunto "Stanford Cars Dataset", esta Red Neural tendrá una arquitectura VGG-16 y con ella se clasificarán las imágenes provenientes del video.
4. Desempeño de la red: se utilizará la métrica Accuracy para medir el desempeño de la red en el set de validación y prueba.

### Partición del set de datos

El set de datos se dividirá en 3 partes, primeramente, el set de datos original se partirá en dos partes, el set de entrenamiento (80%) y el set prueba (20%), mientras que el set de entrenamiento será dividido en 2 partes, set de entrenamiento (64%) y el set de validación (16%).

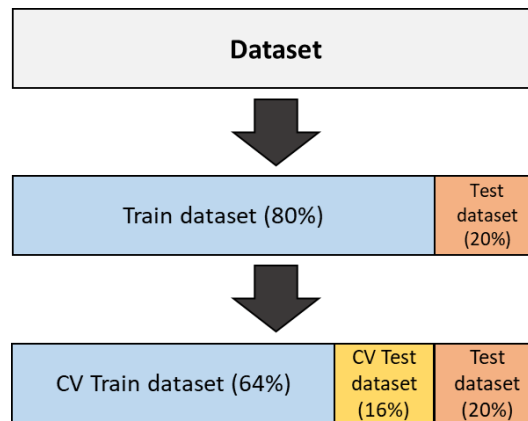


Ilustración 4. Partición de base de datos.

### Descripción de la Red Neural

Aquí se describe con mayor detalle el flujo de procesos a realizar para el entrenamiento de la red neuronal.

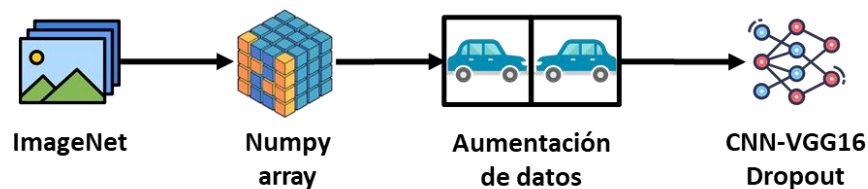
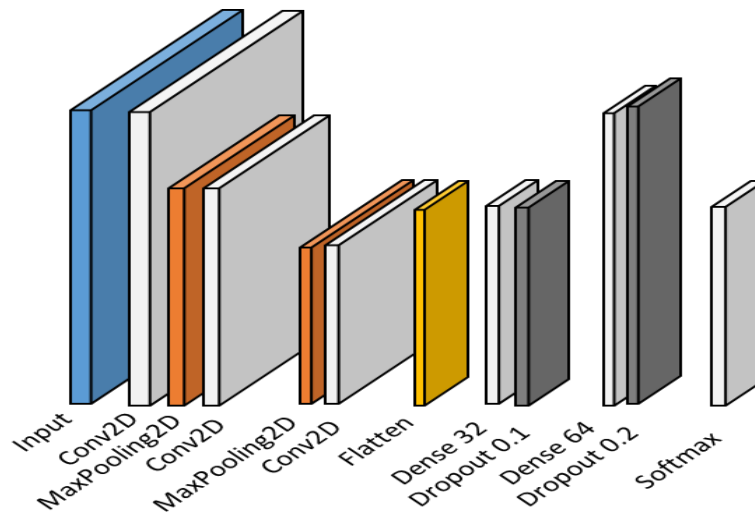


Ilustración 5. Esquema de entrenamiento de la Red Neuronal.

### Arquitectura de la red neural

La red neuronal utilizada en este proyecto se compone de las siguientes capas.



*Ilustración 6. Arquitectura de la Red Neuronal propuesta.*

## EXPERIMENTACIÓN

La metodología propuesta en la sección anterior se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Extracción de fotogramas: Para la extracción de fotogramas en imágenes se utilizará el módulo de python opencv moviepy.
- Lectura de imágenes: se realizarán mediante la ruta de acceso, para ello se escanearán las carpetas que contienen las imágenes a través de las funciones del sistema mediante la biblioteca os.
- Redimensión de imágenes: Para la redimensión de las imágenes se usará del módulo de scikitlearn image la función resize.
- Red Neuronal: La red neuronal será creada y entrenada mediante la biblioteca keras con tensorflow.
- Datos para el modelo: la evaluación del modelo se llevará a cabo mediante el uso de un cross-validation con k=5, para ello primero se usará la función train\_test\_split de scikitlearn para dividir nuestro conjunto de entrenamiento y prueba.
- Entrenamiento del modelo: El entrenamiento fue llevado a cabo mediante el set de datos de entrenamiento descrito en el punto anterior, todo este proceso se llevará a cabo mediante el módulo de keras y tensorflow.
- Desempeño del modelo: todo el desempeño del modelo será medido mediante la métrica accuracy.

## RESULTADOS

### Procesamiento de las imágenes

El procesamiento de las imágenes se realizó con relativa facilidad, el tiempo que tomó en transformar y cargar el set de imágenes fue de alrededor de un minuto, el conjunto de datos fue guardado en un arreglo numpy cuya dimensión es de (17760, 32, 32, 3).

Construcción del modelo

La construcción del modelo se llevó a cabo con la configuración mencionada en la sección anterior, el número total de parámetros entrenables es de 55,938, la configuración completa se muestra a continuación:

Model: "sequential\_1"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 28, 28, 32)	2432
max_pooling2d_2 (MaxPooling 2D)	(None, 14, 14, 32)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 10, 10, 32)	25632
max_pooling2d_3 (MaxPooling 2D)	(None, 5, 5, 32)	0
flatten_1 (Flatten)	(None, 800)	0
dense_3 (Dense)	(None, 32)	25632
dropout_2 (Dropout)	(None, 32)	0
dense_4 (Dense)	(None, 64)	2112
dropout_3 (Dropout)	(None, 64)	0
dense_5 (Dense)	(None, 2)	130

Total params: 55,938

Trainable params: 55,938

Non-trainable params: 0

## Entrenamiento del modelo

El entrenamiento de la red se llevó a cabo en un tiempo de aproximadamente 6 minutos, con un CPU AMD Ryzen 5 3600 6-Core y 16 GB RAM. En 50 epocas se llegó a un accuracy de validación de 0.98, mientras que el accuracy del set de prueba fue de 0.97.

## Curvas de Aprendizaje

Las curvas de aprendizaje accuracy y los, se muestran a continuación.

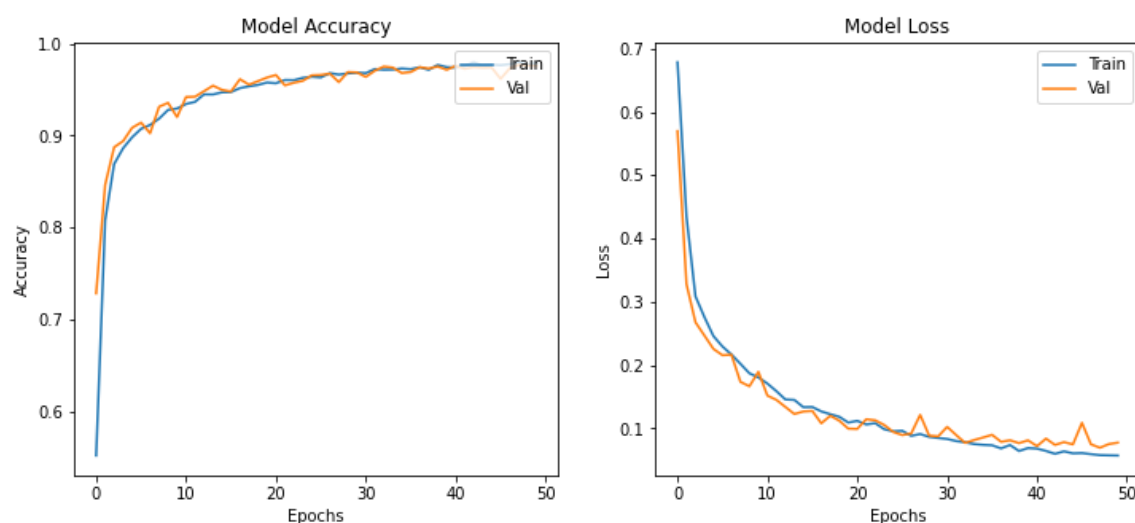


Ilustración 7. Curvas de aprendizaje del modelo.



De estas curvas podemos observar que el modelo se sigue ajustando y no hay caídas en la métrica del conjunto de validación, por lo que podemos concluir que no existe sobre ajuste en esta Red Neural, lo cual hace que se desempeñe bastante bien en el set de prueba.

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

<https://www.implanhermosillo.gob.mx/wp-content/uploads/dictamen/lineamientos-impactovial.pdf>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321073478>

<https://www.hindawi.com/journals/complexity/2021/6644861/>

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-0058-9\\_17](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-0058-9_17)

Hicham, B., Ahmed, A., & Mohammed, M. (2018). Vehicle Type Classification Using Convolutional Neural Network. 2018 IEEE 5th International Congress on Information Science and Technology (CiSt). doi:10.1109/cist.2018.8596500