

Predicción de Fotogramas con Redes Neuronales Profundas

Máster Universitario en Visión Artificial

Autor: Nuria Oyaga de Frutos

Tutor: José María Cañas Plaza

Cotutor: Inmaculada Mora Jiménez

ÍNDICE

1. Introducción

2. Objetivos

3. Infraestructura

4. Generación de secuencias

5. Predicción con imágenes modeladas

6. Predicción con imágenes crudas

7. Conclusiones

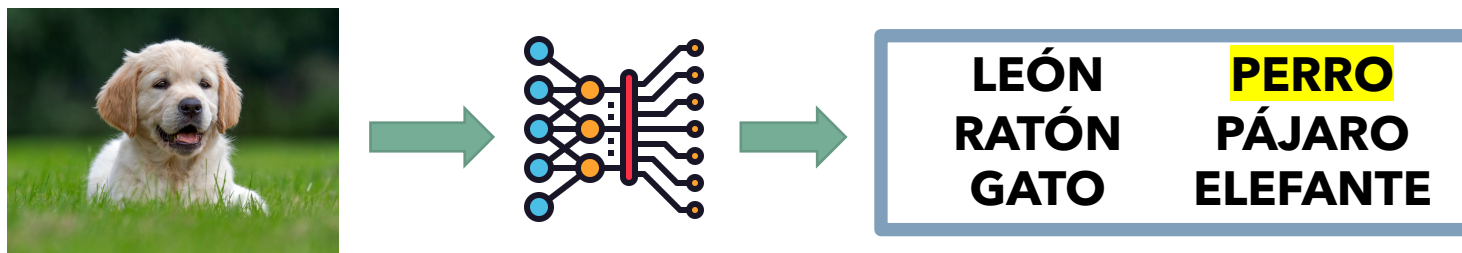
The background features a large blue semi-circle on the right side. To its left, there is a green circle and a green square. Several green dashed lines of varying lengths are scattered across the left side of the image. The word "INTRODUCCIÓN" is written in white, bold, uppercase letters across the blue semi-circle.

INTRODUCCIÓN

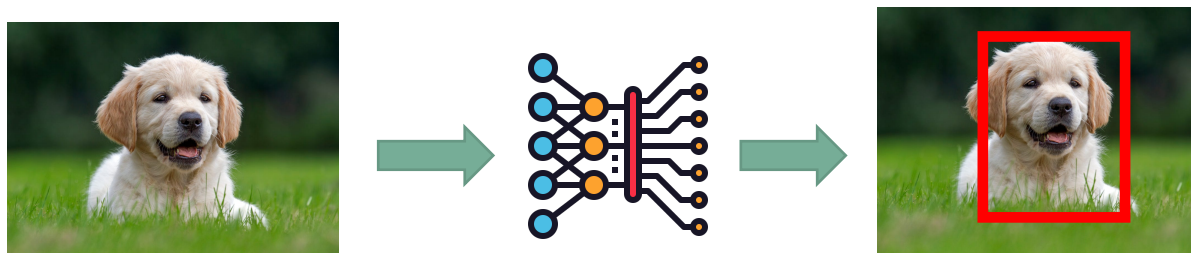
1. Introducción

Tareas de visión artificial con Redes Neuronales

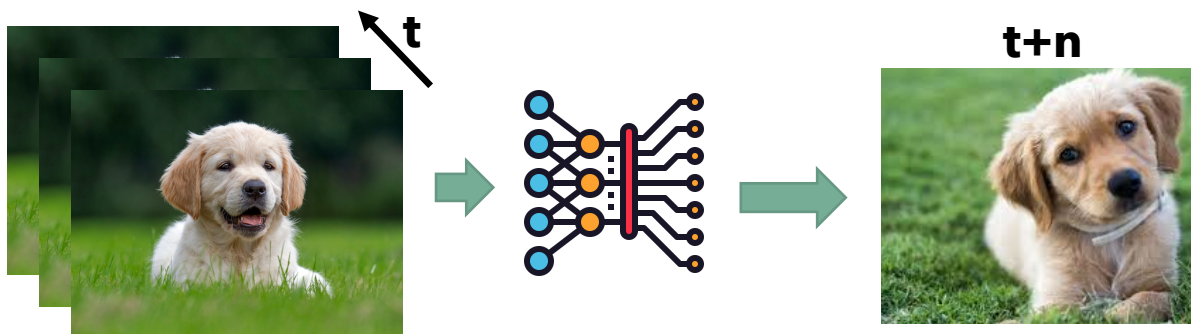
- Clasificación:



- Detección:



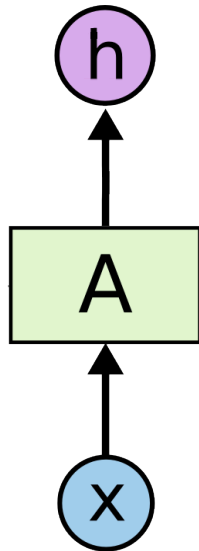
- Predicción :



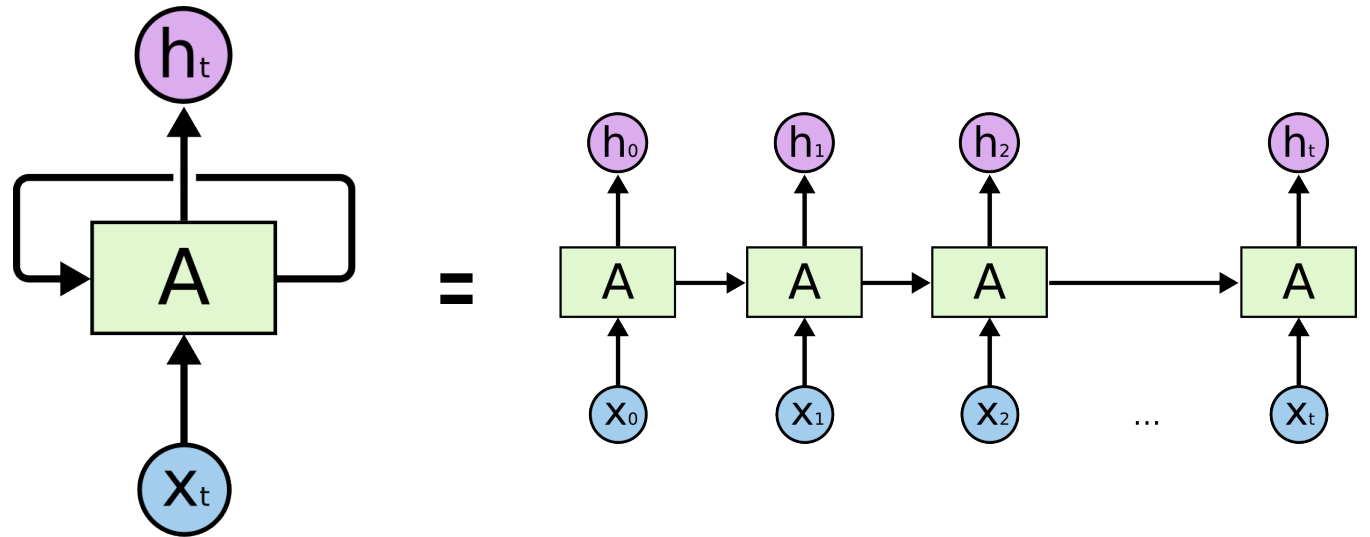
1. Introducción

Redes recurrentes VS no recurrentes

No recurrente



Recurrente



Persistencia del conocimiento



The background features abstract geometric shapes. A large blue semi-circle occupies the right side. A green circle is in the upper left. A green square outline is on the left. A green line with a right-angle bend is at the top. Several green dashed lines of varying lengths are scattered on the left side.

OBJETIVOS

2. Objetivos

Diseño y el análisis de distintas redes neuronales como **predictores visuales** con secuencias de **vídeo**.

- **Desarrollo software** para **ejecución y evaluación** de redes neuronales.
- **Creación de las bases de datos.**
- Estudio y evaluación de redes para la **predicción con imágenes modeladas.**
- Estudio y evaluación de redes para **la predicción con imágenes crudas.**

The background features abstract geometric shapes. A large blue semi-circle occupies the right side. A green circle is in the upper left. A green square outline is on the left. Various green lines, including dashed and solid ones, are scattered across the left and top areas.

INFRAESTRUCTURA

3. Infraestructura

Software



python™

matplotlib



Keras

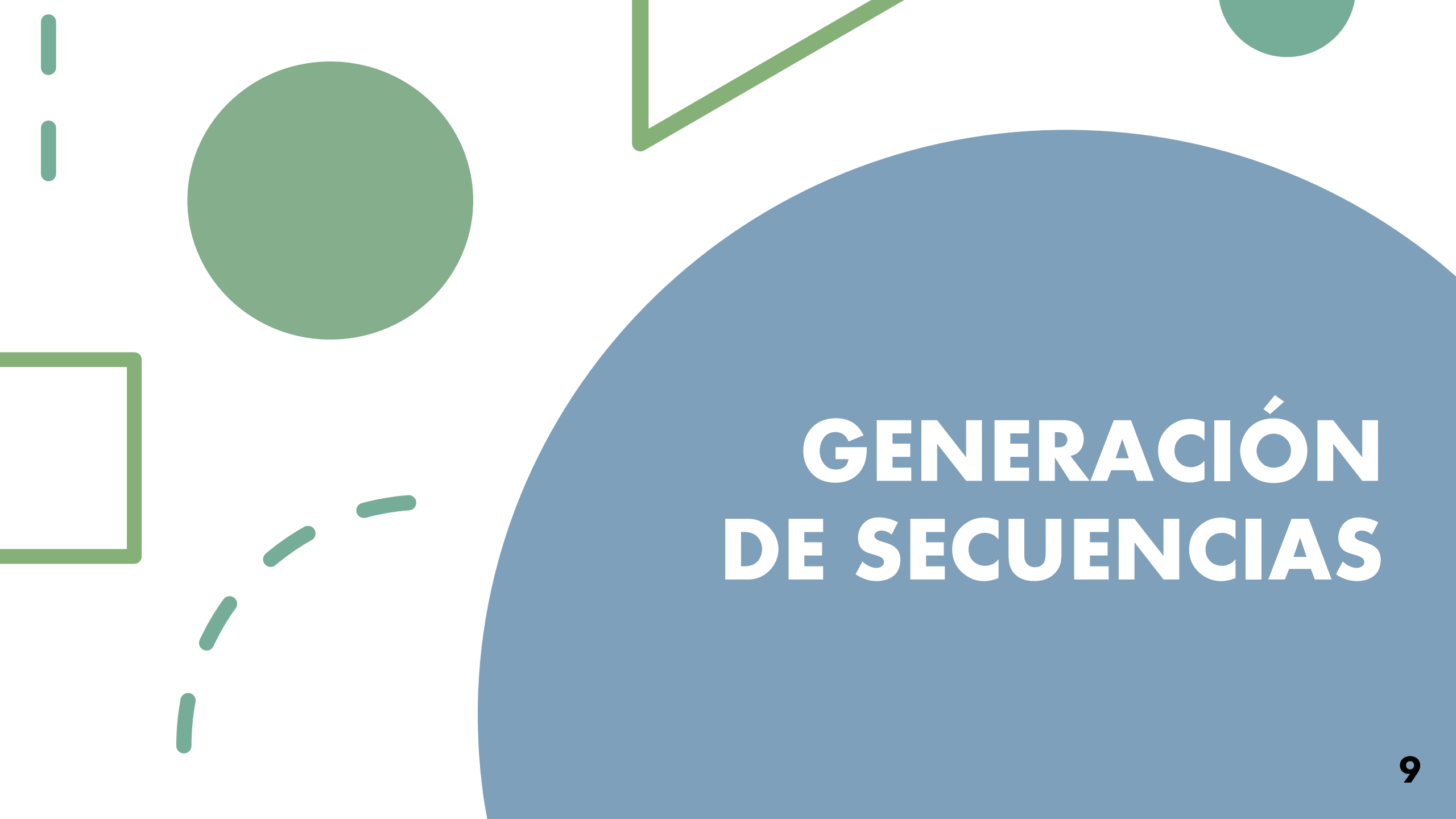


OpenCV

Hardware



- Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2609 v4 @ 1.70GHz
- 8 cores
- 64GB
- GeForce GTX 1080

The background features a large blue semi-circle on the right side. To its left, there is a green circle, a green square outline, and several green dashed lines of varying lengths and orientations. The title text is centered within the blue semi-circle.

GENERACIÓN DE SECUENCIAS

4. Generación de secuencias

Limitaciones del trabajo

- Imágenes muy sencillas:
 - Tamaño 80x120.
 - Píxel blanco (activo) que se desplaza sobre fondo negro.
- Muestreo regular:
 - Velocidad constante.
 - No faltan muestras.
- Ausencia de ruido.

4. Generación de secuencias

Tipos de imágenes

CRUDAS



x	y
0	17
3	18
6	2
9	22
12	23
15	25
18	27
21	28
24	3
27	32
30	34
33	35
36	37
39	39
42	4
45	42
48	44
51	46
54	47
57	49
87	66

MODELADAS

4. Generación de secuencias

Tipos de dinámicas - Dinámica lineal

$$y = mx + n$$

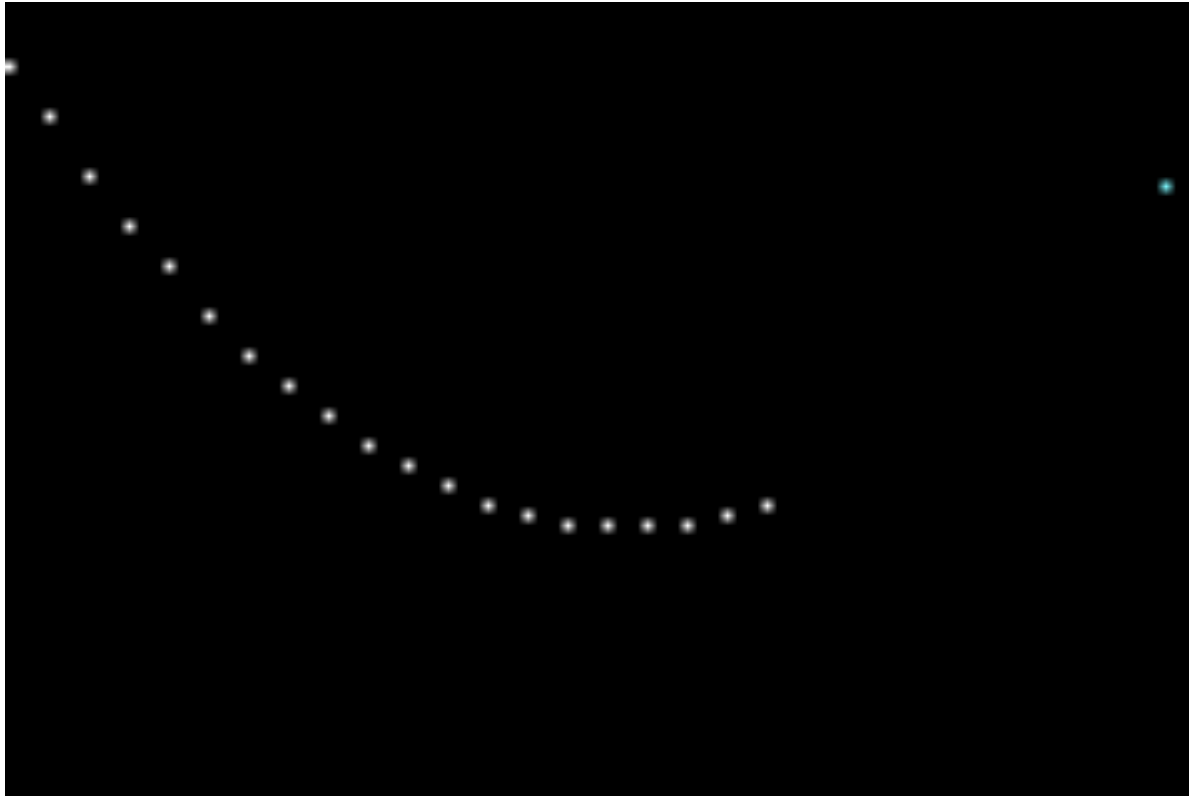


DOF	Parámetro
1	m
2	n

4. Generación de secuencias

Tipos de dinámicas - Dinámica parabólica

$$y = ax^2 + bx + c$$



DOF	Parámetro
1	a
2	c
3	b

4. Generación de secuencias

Tipos de dinámicas - Dinámica sinusoidal

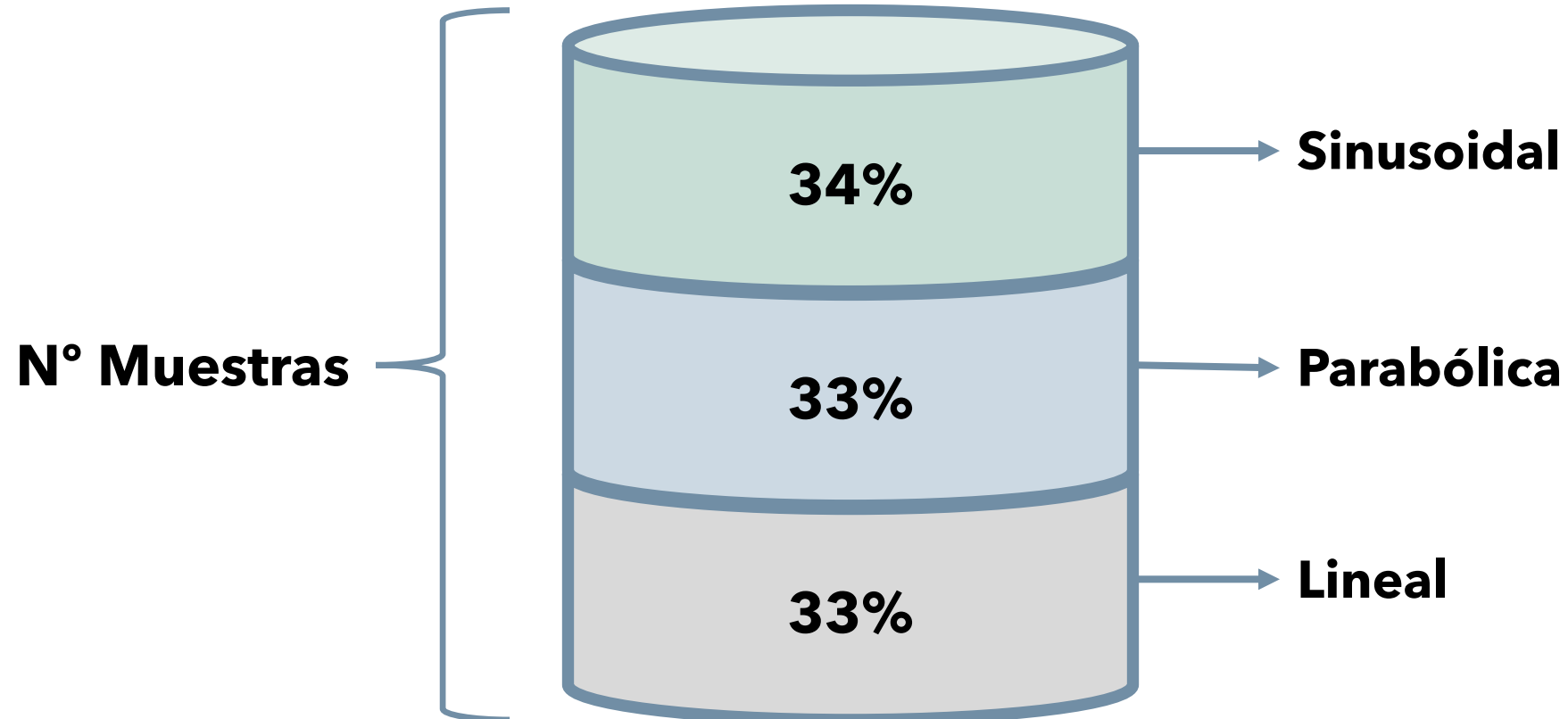
$$y = A \times \sin(2\pi f x + \theta) + c$$



DOF	Parámetro
1	f
2	c
3	A
4	θ

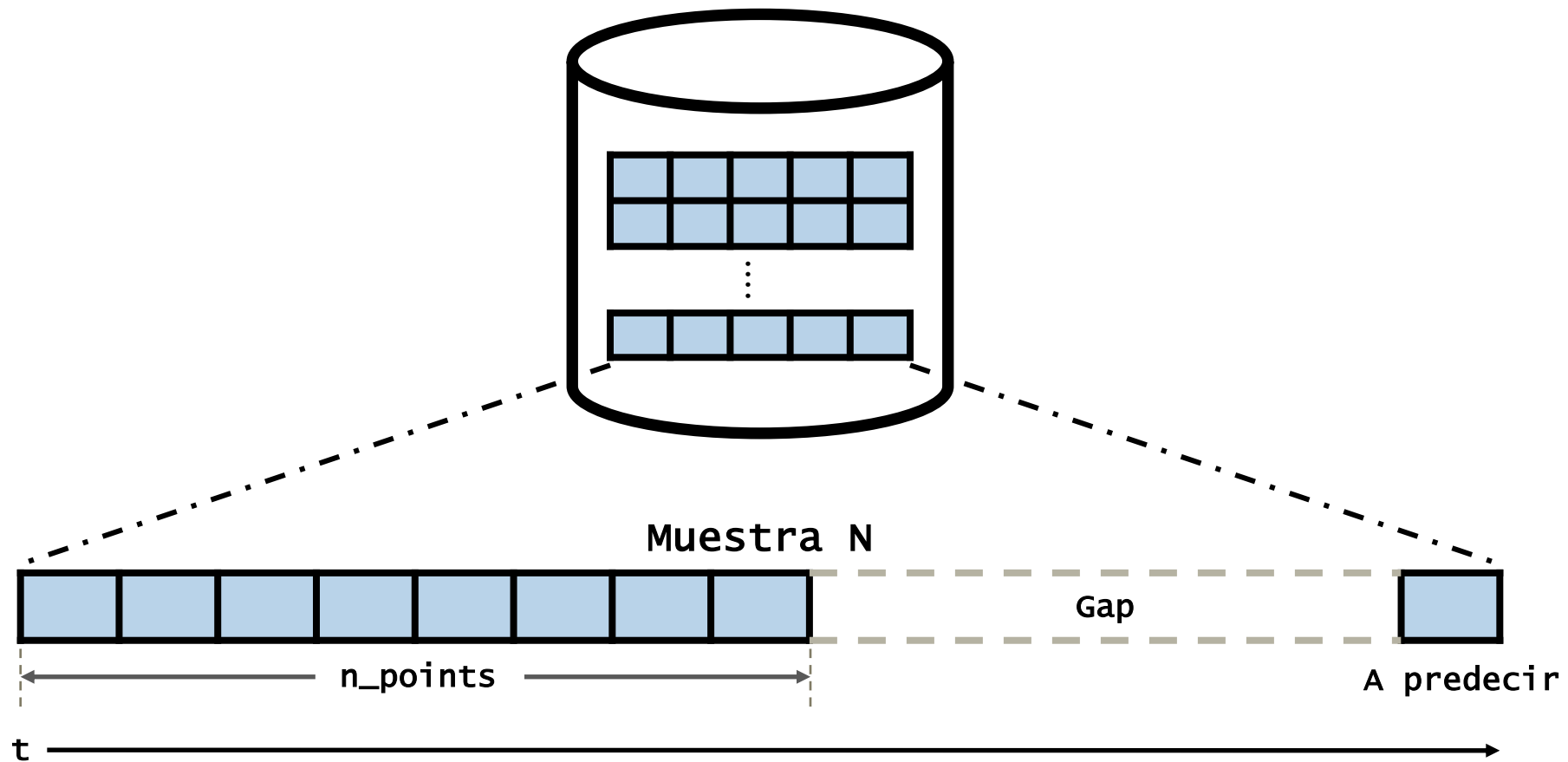
4. Generación de secuencias

Tipos de dinámicas - Dinámica combinada



4. Generación de secuencias

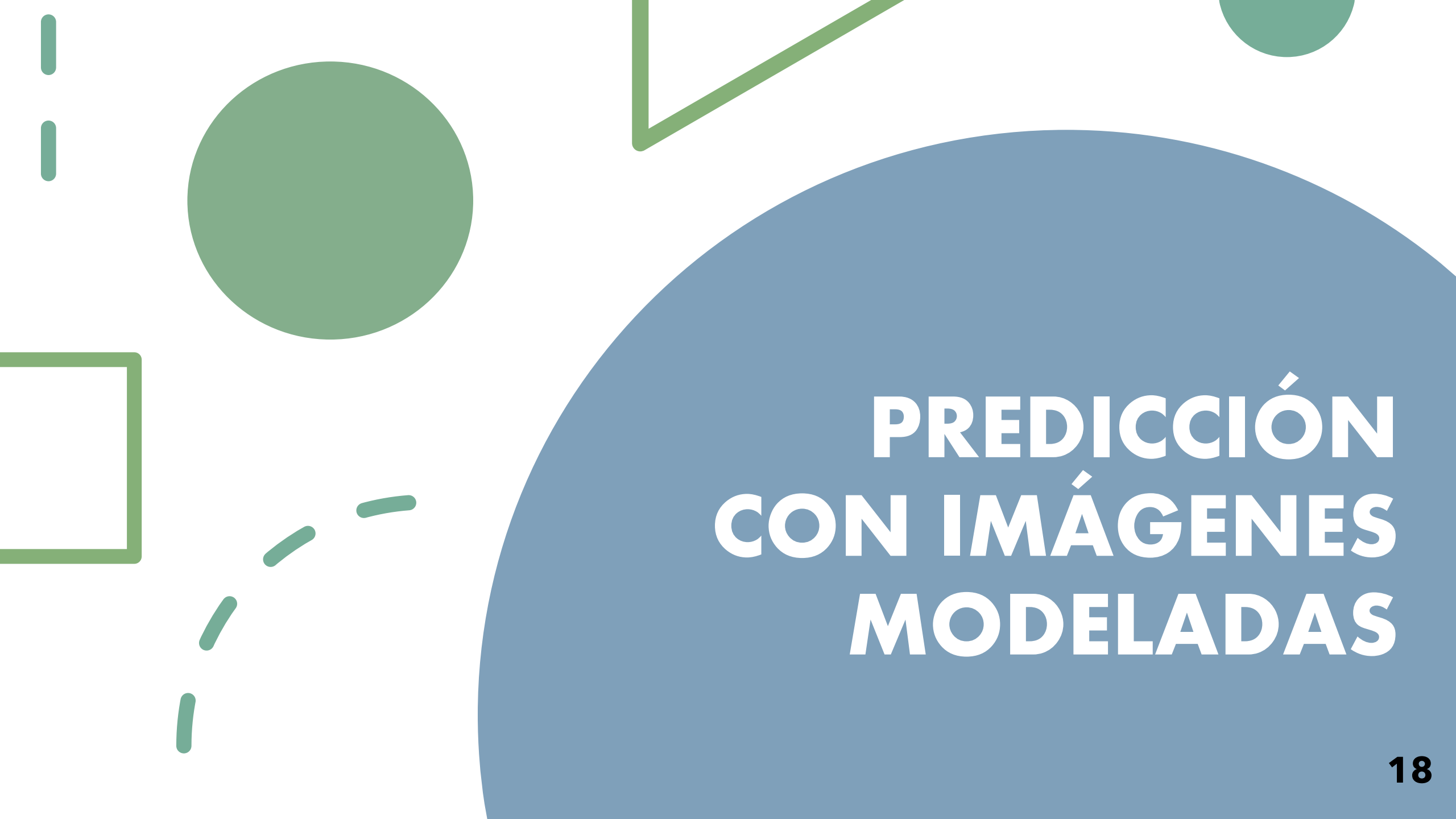
Estructura de la base de datos



4. Generación de secuencias

Características comunes

Parámetro		Valor
Gap		10 Instantes temporales
N_points		20 Instantes temporales
División de subconjuntos	Train	80%
	Validation	10%
	Test	10%

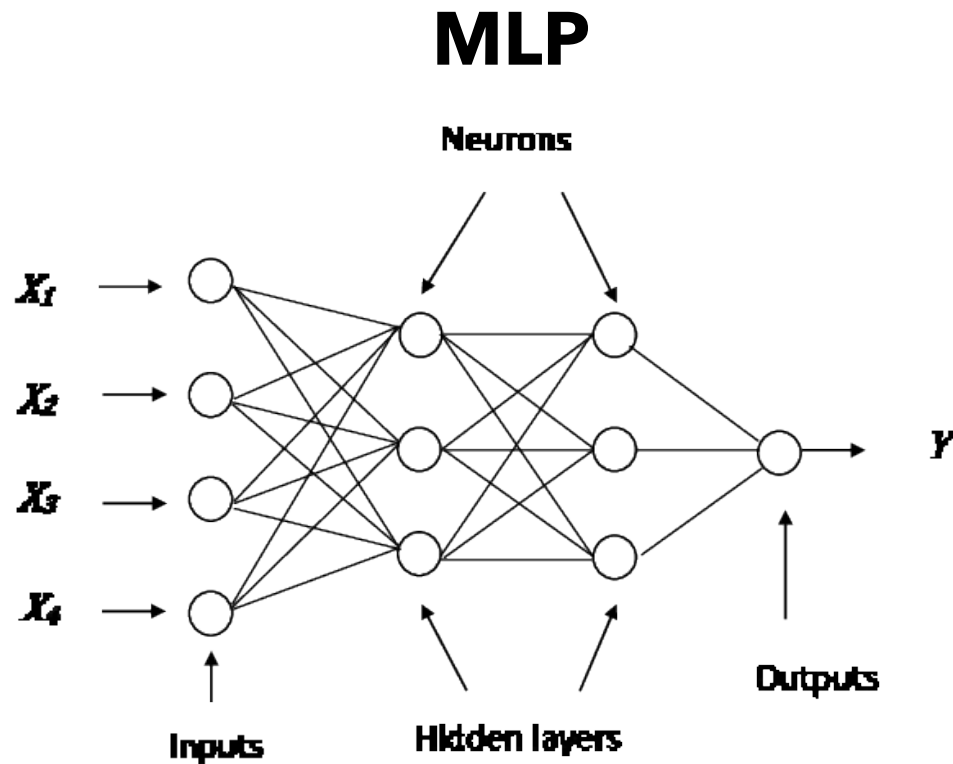
The background features several abstract geometric elements: a large blue semi-circle on the right side, a medium green circle in the upper left, a green square outline on the left, and various green dashed lines and line segments scattered across the white background.

PREDICCIÓN CON IMÁGENES MODELADAS

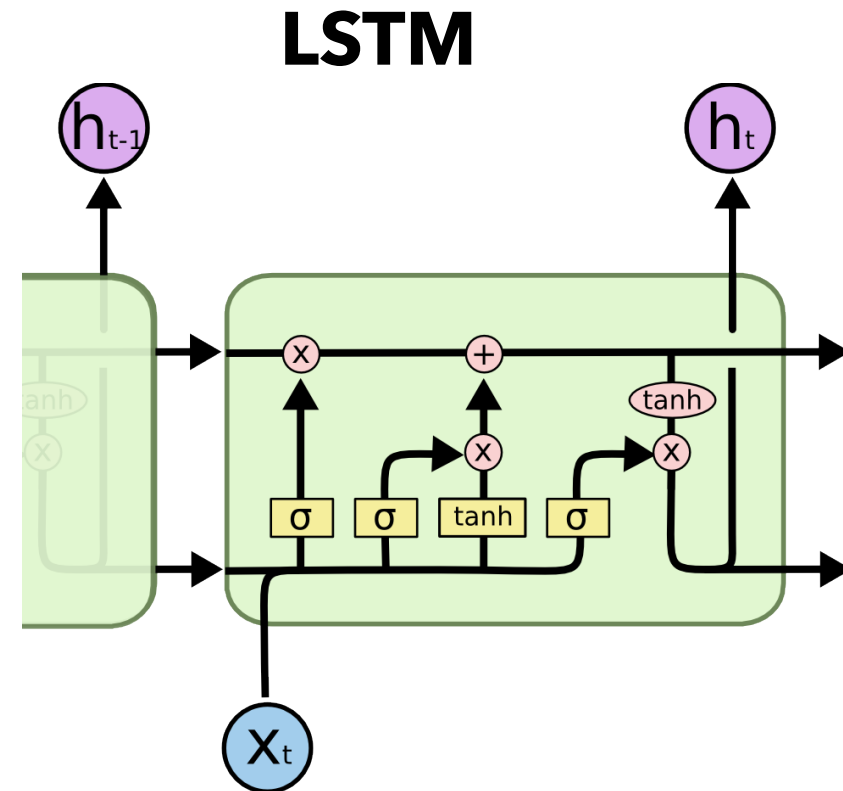
5. Predicción con imágenes modeladas

Tipos de redes

Perceptrón multicapa

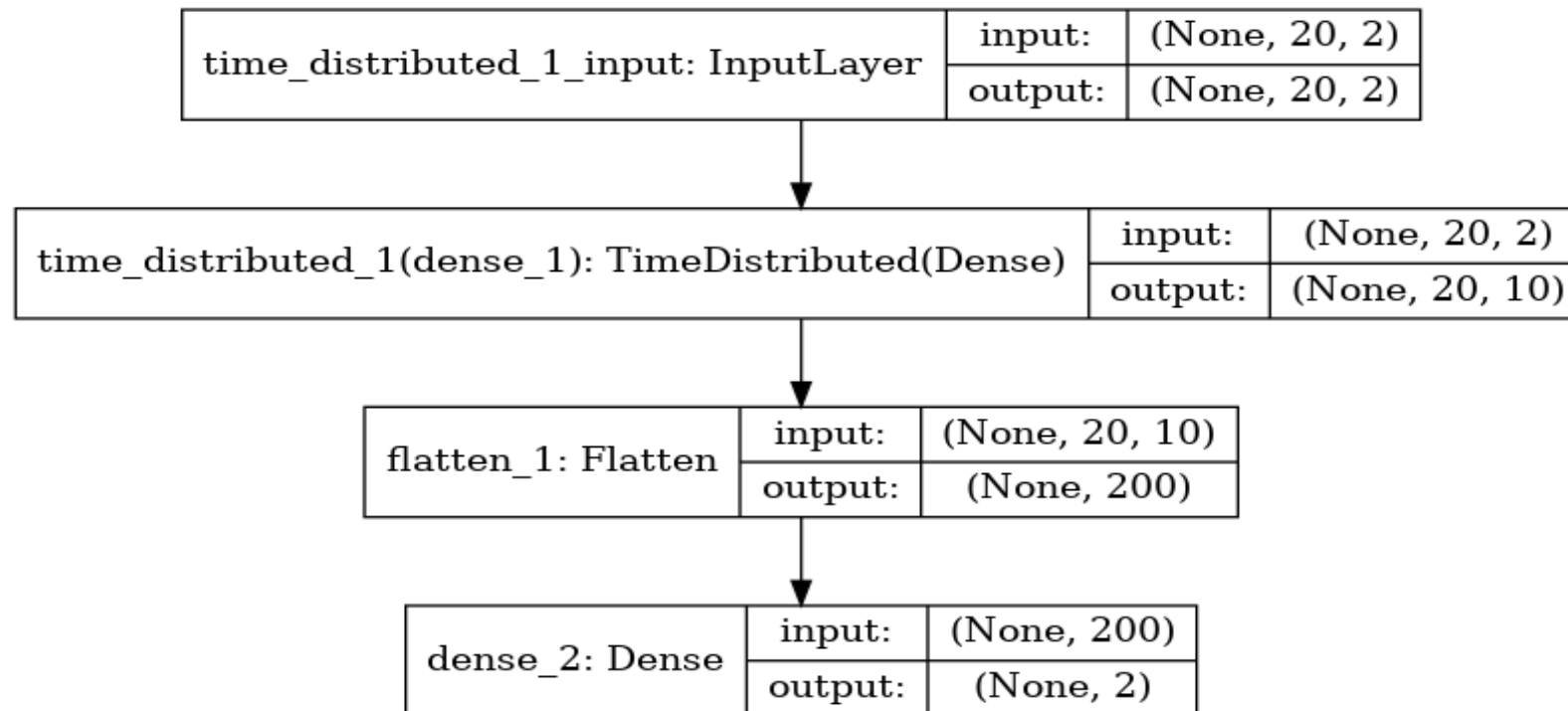


Long-Short Term Memory



5. Predicción con imágenes modeladas

Estructuras propuestas - MLP



- 1 capa oculta con 10 neuronas.

5. Predicción con imágenes modeladas

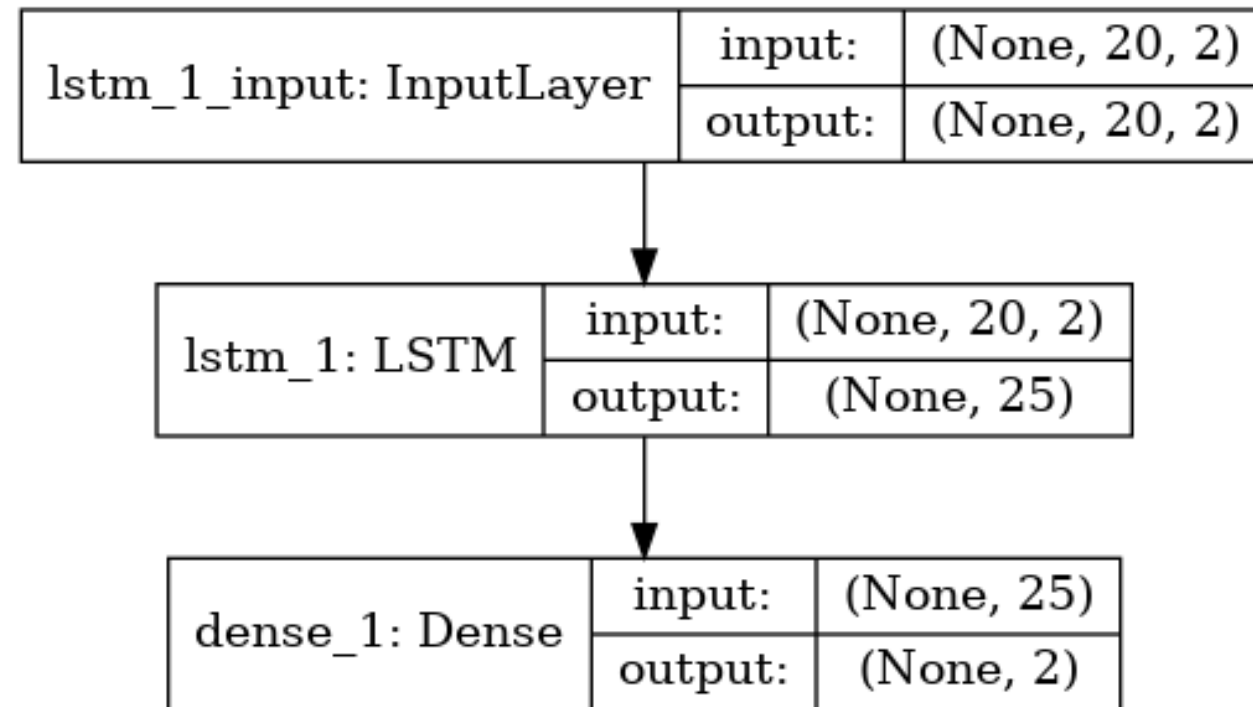
Resultados - MLP

- 10000 muestras de test.
- Límite en sinusoidal de 2 DOF.

DINÁMICA		MEDIA ERROR RELATIVO
Lineal	1 DOF	0.21 %
	2 DOF	0.31 %
Parabólica	1 DOF	0.28 %
	2 DOF	0.42 %
	3 DOF	0.65 %
Sinusoidal	1 DOF	0.54 %
	2 DOF	3.89 %

5. Predicción con imágenes modeladas

Estructuras propuestas - LSTM-1



- 1 capa LSTM con 25 neuronas.

5. Predicción con imágenes modeladas

Resultados - LSTM-1

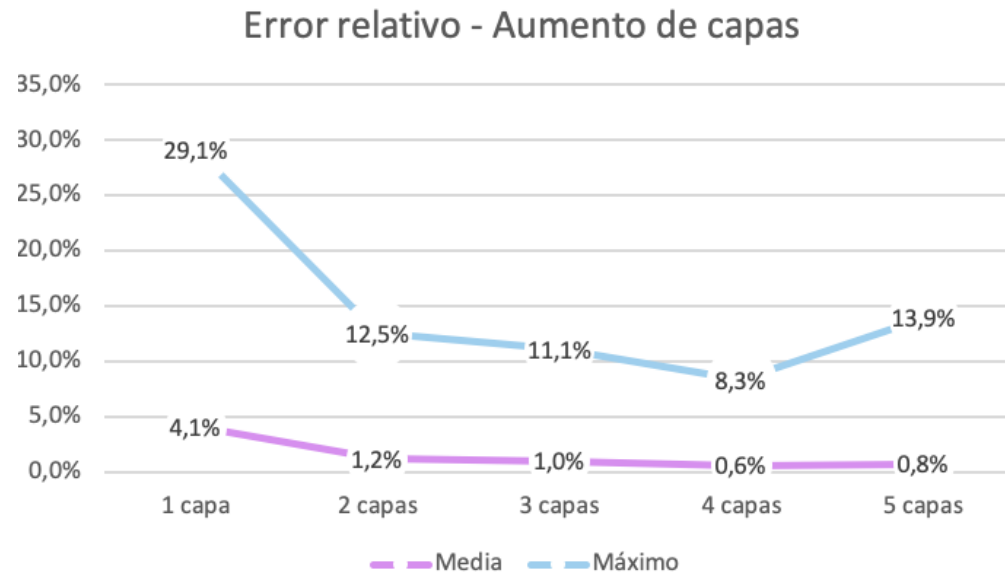
- 10000 muestras de test.
- Límite en sinusoidal de 4 DOF.

DINÁMICA		MEDIA ERROR RELATIVO
Lineal	1 DOF	0.16 %
	2 DOF	0.25 %
Parabólica	1 DOF	0.12 %
	2 DOF	0.35 %
	3 DOF	0.58%
Sinusoidal	1 DOF	0.42 %
	2 DOF	0.89 %
	3 DOF	0.84 %
	4 DOF	4.1 %

5. Predicción con imágenes modeladas

LSTM-4 - Mejora de la red

Aumento n° capas



- Mejora las prestaciones.
- Límite en 4 capas.

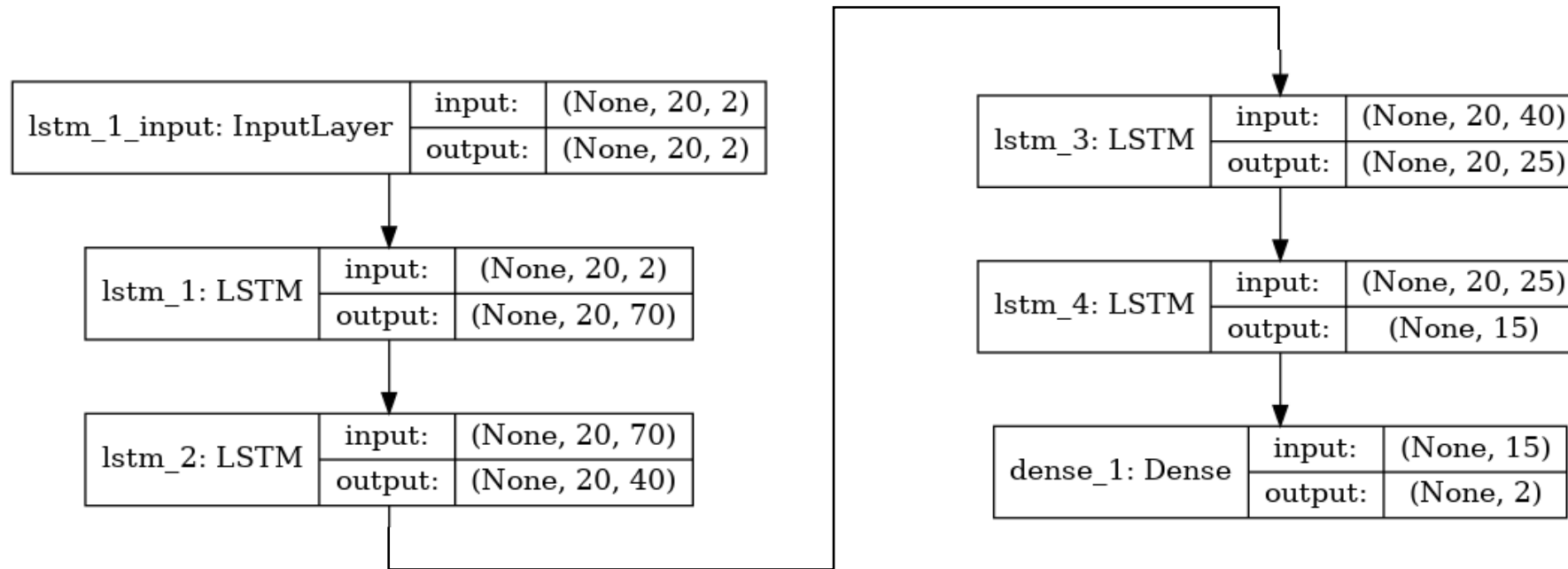
Aumento n° neuronas

- 25 → 50 neuronas.
- 4% → 2.5% media error relativo.
- Mejora muy poco las prestaciones.

- Dinámica sinusoidal 4 DOF.
- 80000 muestras entrenamiento.
- 10000 muestras test.

5. Predicción con imágenes modeladas

Estructuras propuestas - LSTM-4



- 4 capas LSTM con 70, 40, 25 y 15 neuronas.

5. Predicción con imágenes modeladas

Resultados - LSTM-4

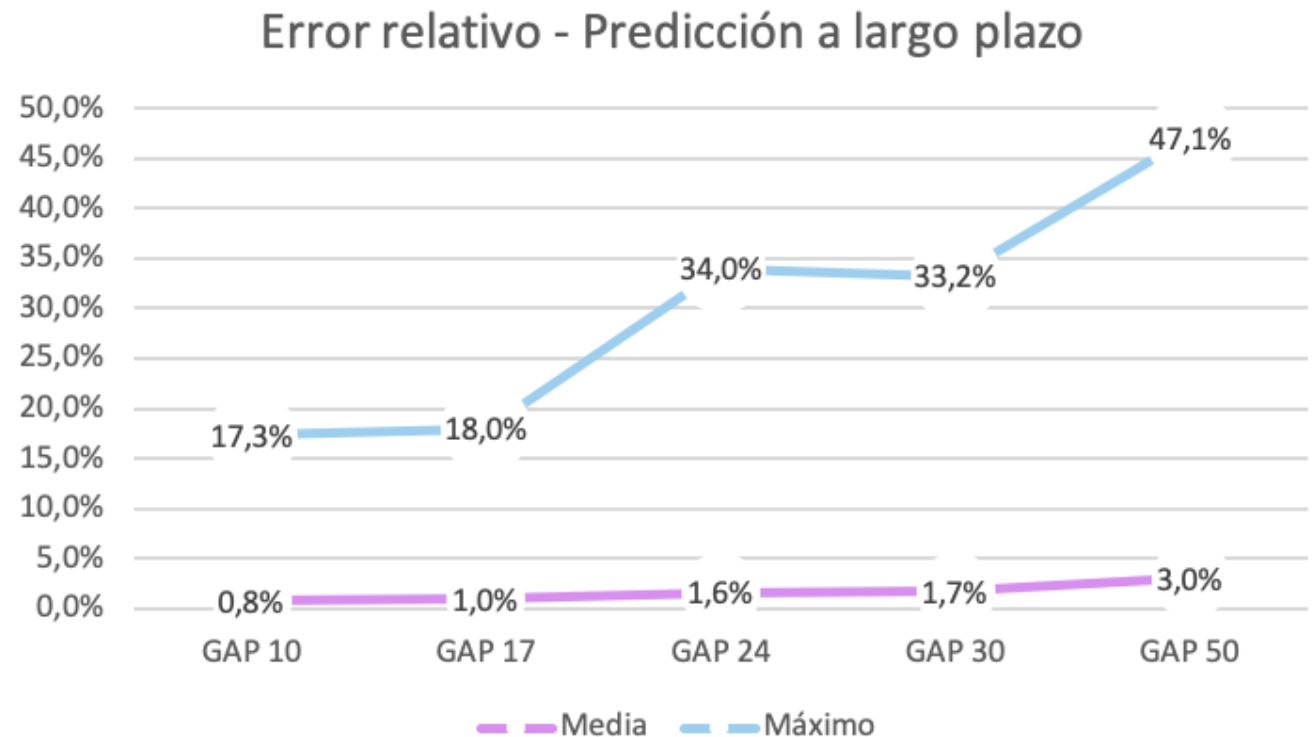
- 10000 muestras de test.
- Se logra predecir.


DINÁMICA		MEDIA ERROR RELATIVO
Lineal	2 DOF	0.12 %
Parabólica	3 DOF	0.5%
Sinusoidal	4 DOF	0.61 %
Combinada		0.81 %

5. Predicción con imágenes modeladas

LSTM-4 - Predicción a largo plazo

- Conjunto combinado.
- 10000 muestras de test.
- Pérdida de capacidad predictiva con umbrales admisibles.
- Imagen 640x480:
 - 14 píxeles de media a 30 fotogramas (1,7 %).
 - 24 píxeles de media a 50 fotogramas (3 %).





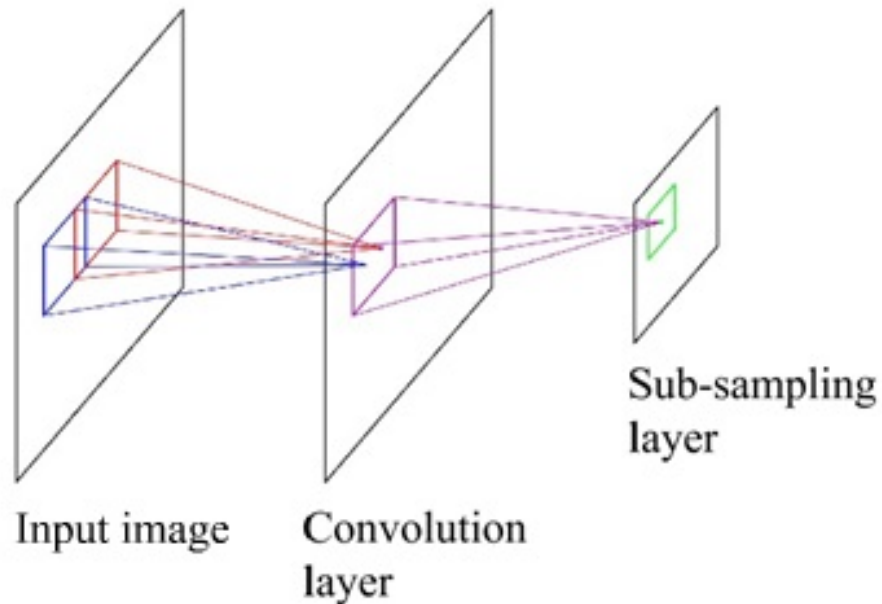
PREDICCIÓN CON IMÁGENES CRUDAS

6. Predicción con imágenes crudas

Tipos de redes

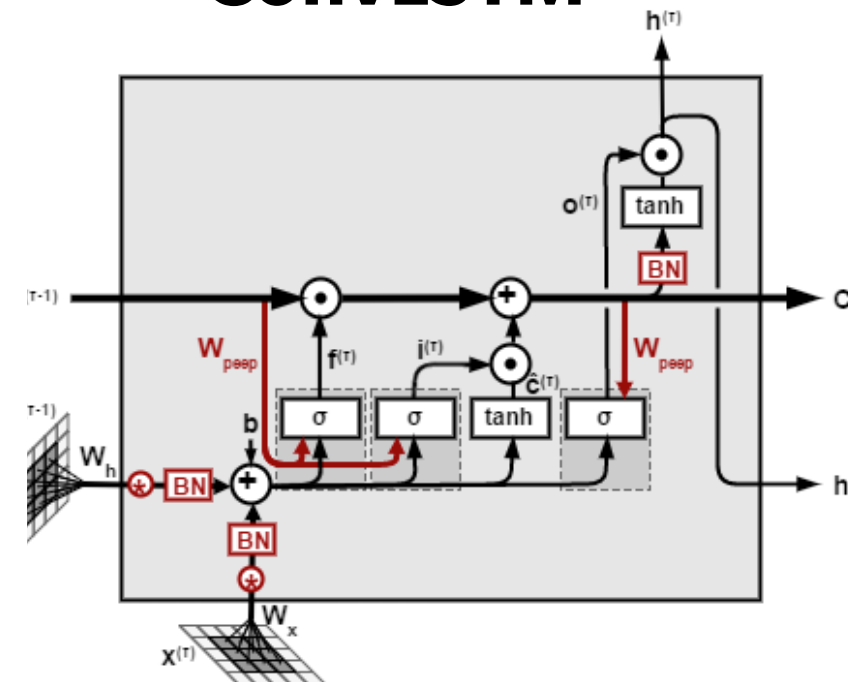
Convolutional Neural Network

CNN



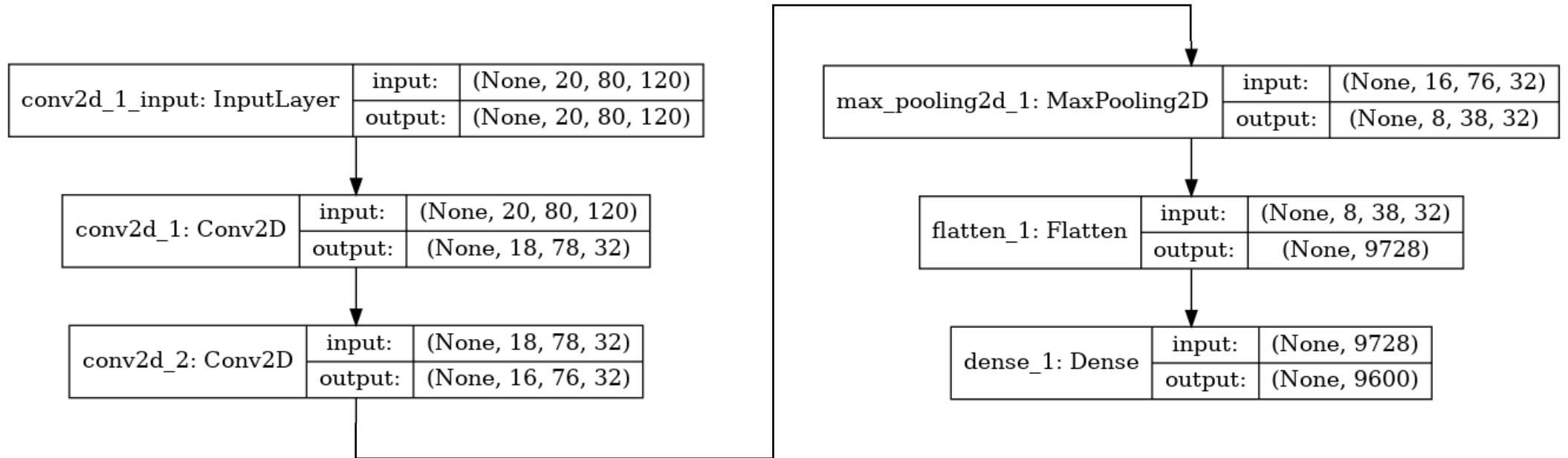
Convolutional LSTM

ConvLSTM



6. Predicción con imágenes crudas

Estructuras propuestas - CNN

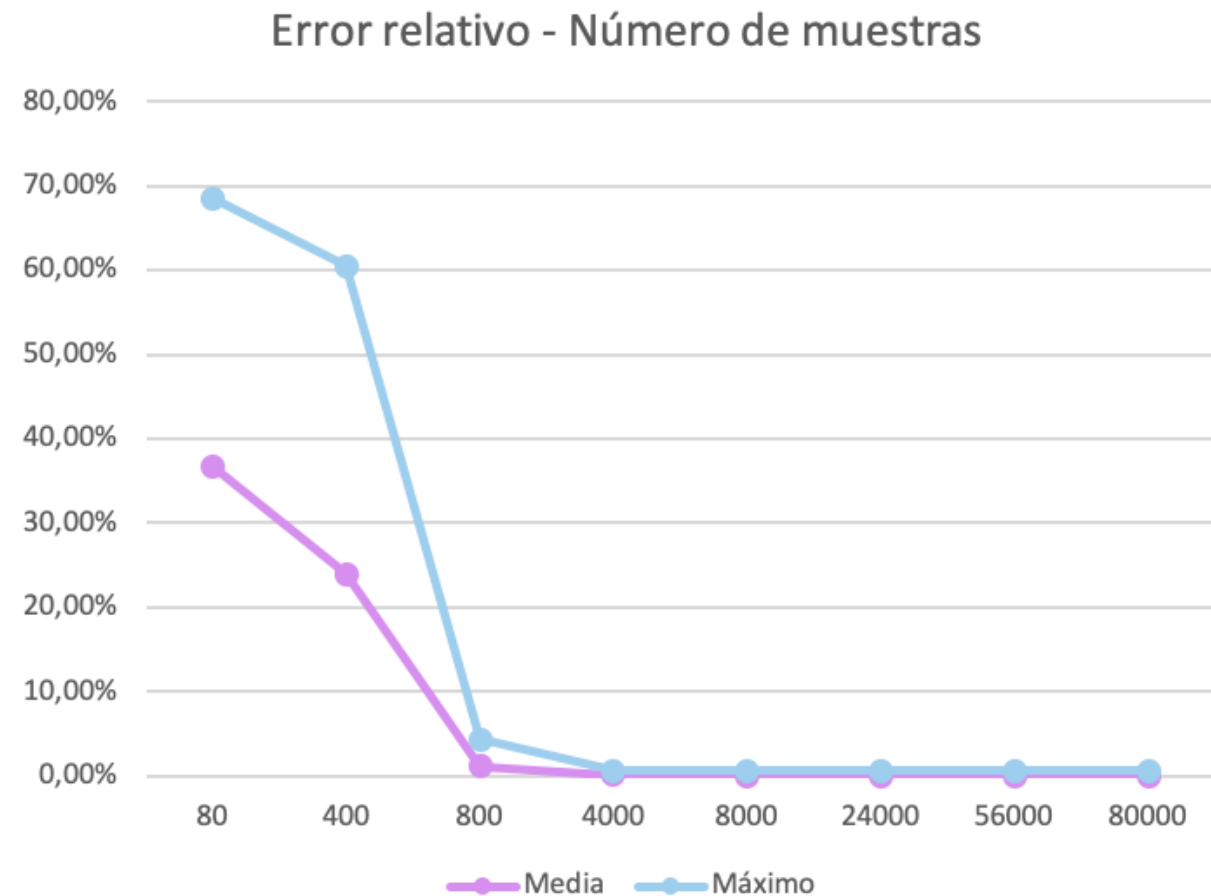


- 2 capas convolucionales con 32 neuronas.
- 1 capa de MaxPooling 2x2.

6. Predicción con imágenes crudas

CNN - Influencia del número de muestras

- Dinámica lineal 1DOF.
- Evaluación con 1000 muestras.
- Mejora en prestaciones hasta estabilización.
- Equilibrio entre número de muestras y complejidad.



6. Predicción con imágenes crudas

Resultados - CNN

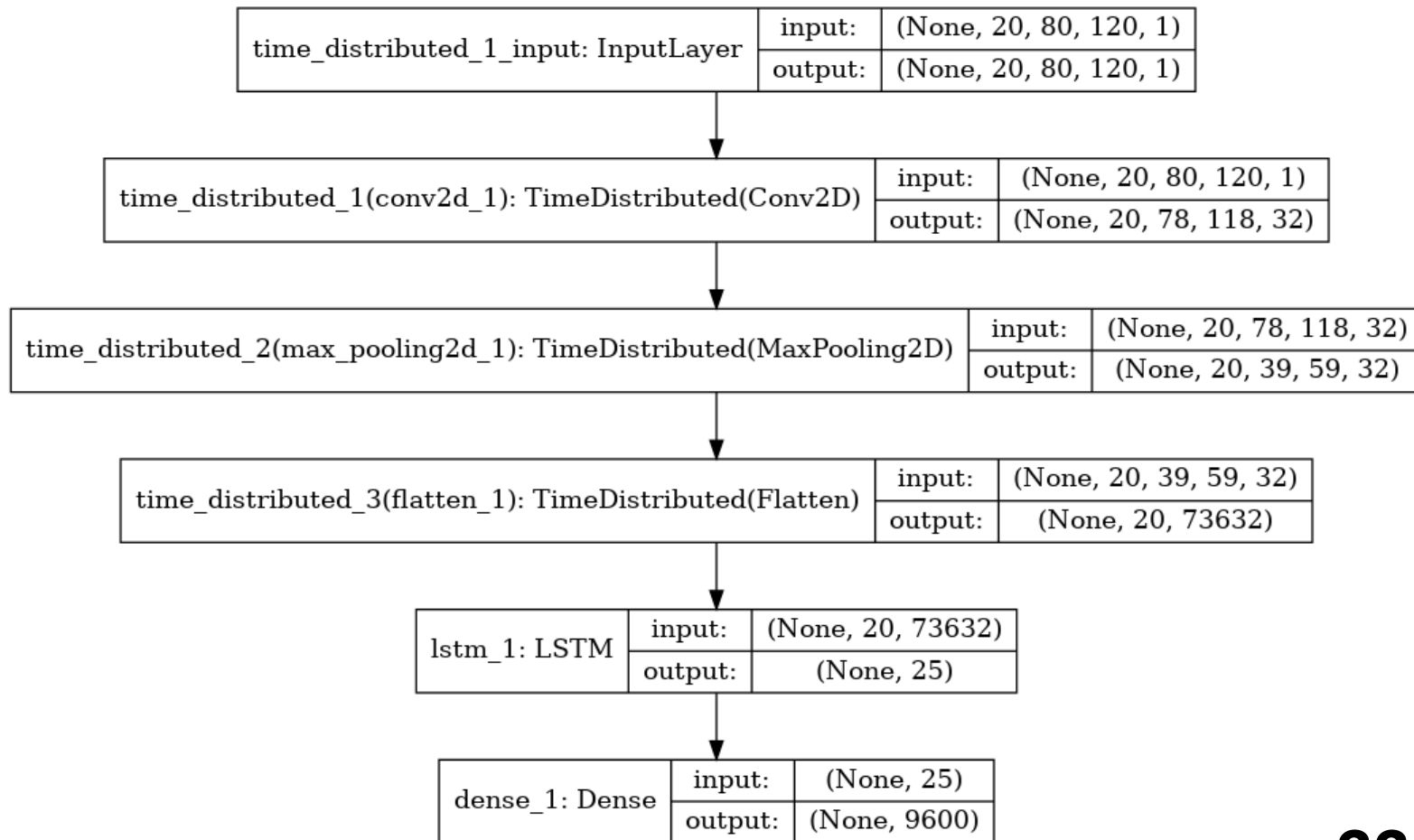
- 10000 muestras de test.
- Valores altos de máximo.
- Muchos *outliers*.

DINÁMICA		MEDIA ERROR RELATIVO
Lineal	1 DOF	0.07 %
	2 DOF	0.39 %
Parabólica	1 DOF	0.01 %
	2 DOF	0.07 %
	3 DOF	4.4 %
Sinusoidal	1 DOF	0.003 %
	2 DOF	1.12 %

6. Predicción con imágenes crudas

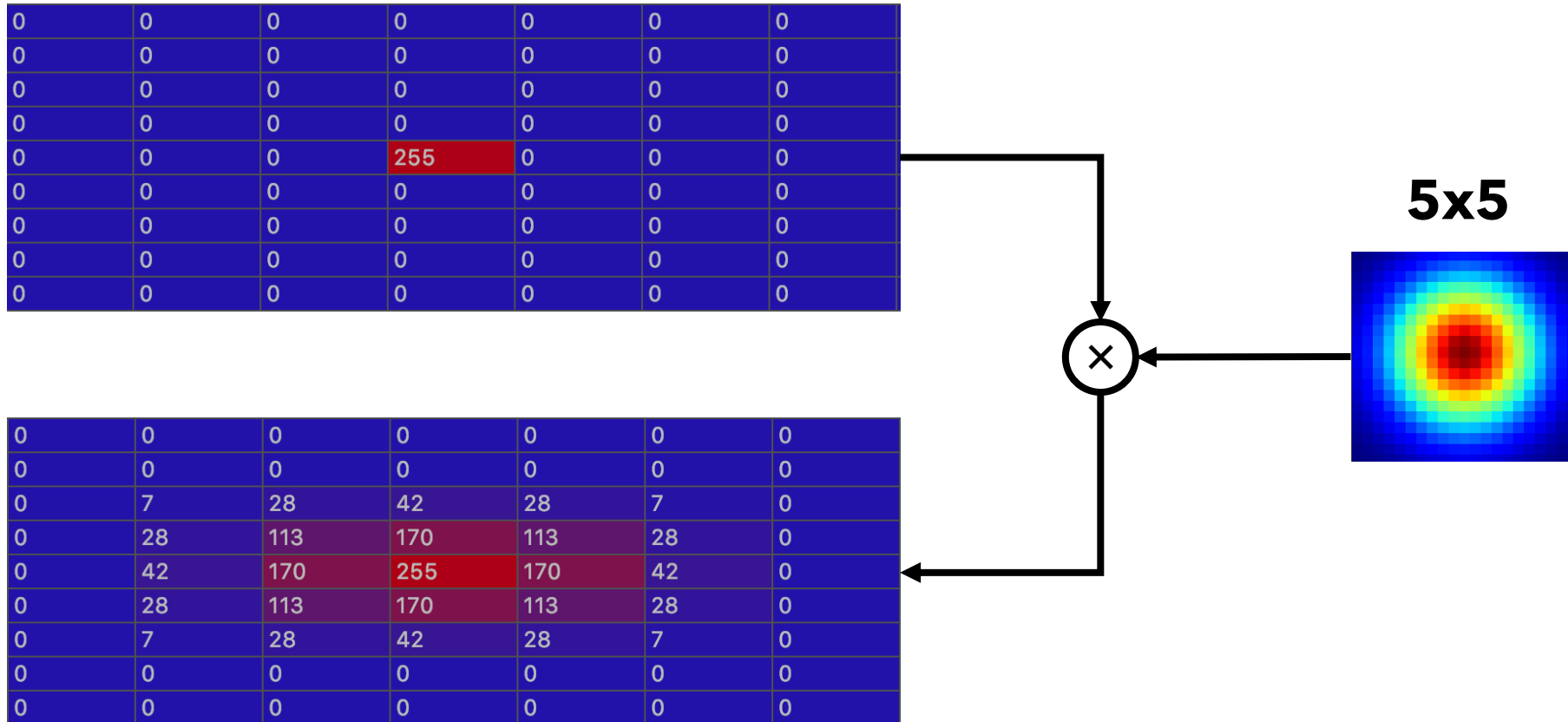
Estructuras propuestas - CNN + LSTM

- 1 capa convolucional con 32 neuronas.
- 1 capa de MaxPooling 2x2.
- 1 capa LSTM con 25 neuronas.



6. Predicción con imágenes crudas

CNN+LSTM - Píxel discreto VS extendido



6. Predicción con imágenes crudas

Resultados - CNN+LSTM

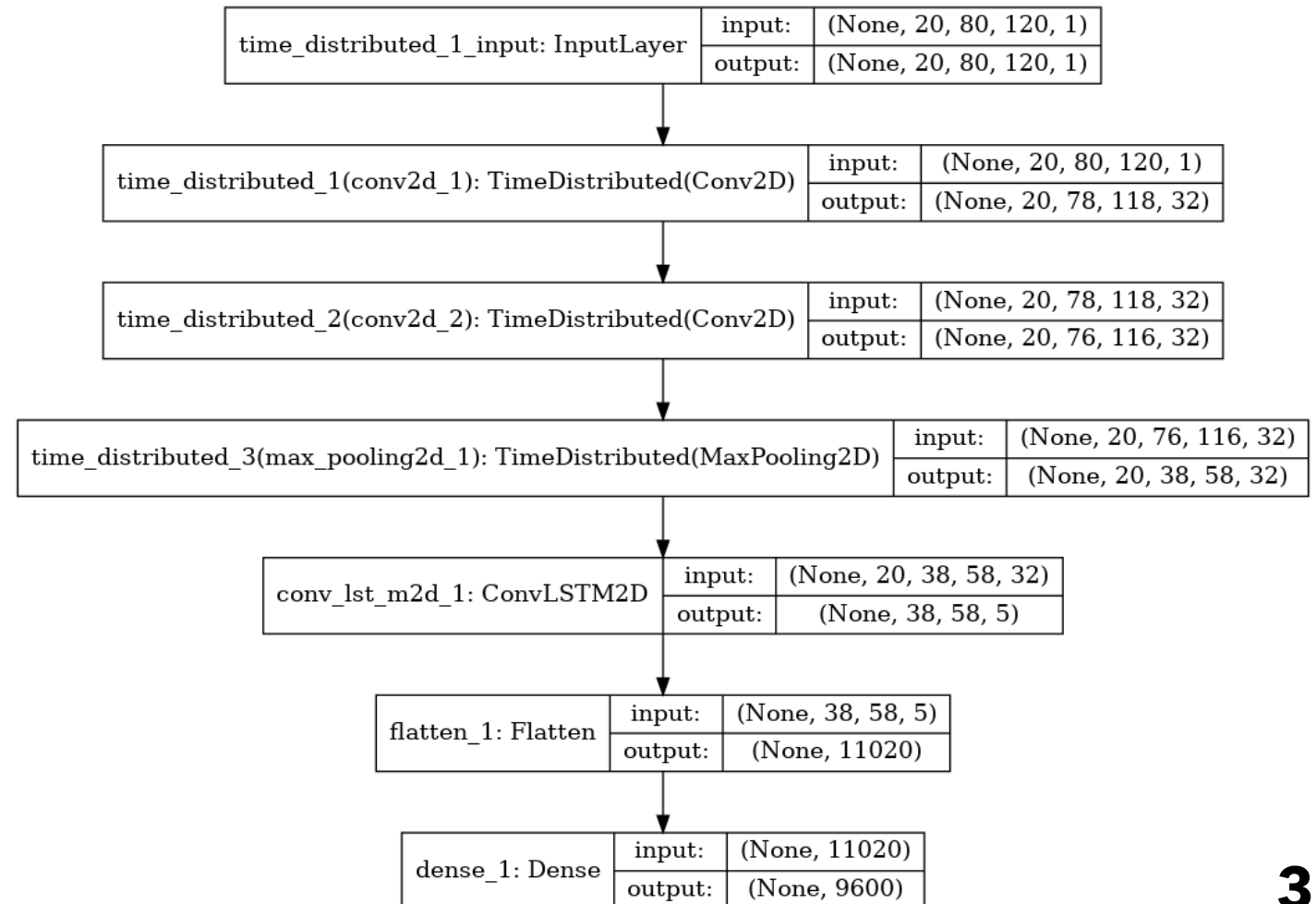
- Dinámica lineal:
 - Pendiente nula.
 - Altura inicial del píxel fija.
 - 800 entrenamiento; 100 test.
- No es una estrategia adecuada.
- La expansión del píxel produce mejora.

DINÁMICA		CNN	CNN + LSTM
Lineal	Discreto	0.0 %	29.6 %
	Expandido		21.5 %

6. Predicción con imágenes crudas

Estructuras propuestas - ConvLSTM-1

- 2 capas convolucionales con 32 neuronas.
- 1 capa de MaxPooling 2x2.
- 1 capa ConvLSTM con 5 celdas de memoria.



6. Predicción con imágenes crudas

Resultados - ConvLSTM-1

- 10000 muestras de test.
- Valores altos de máximo.
- Muchos *outliers*.

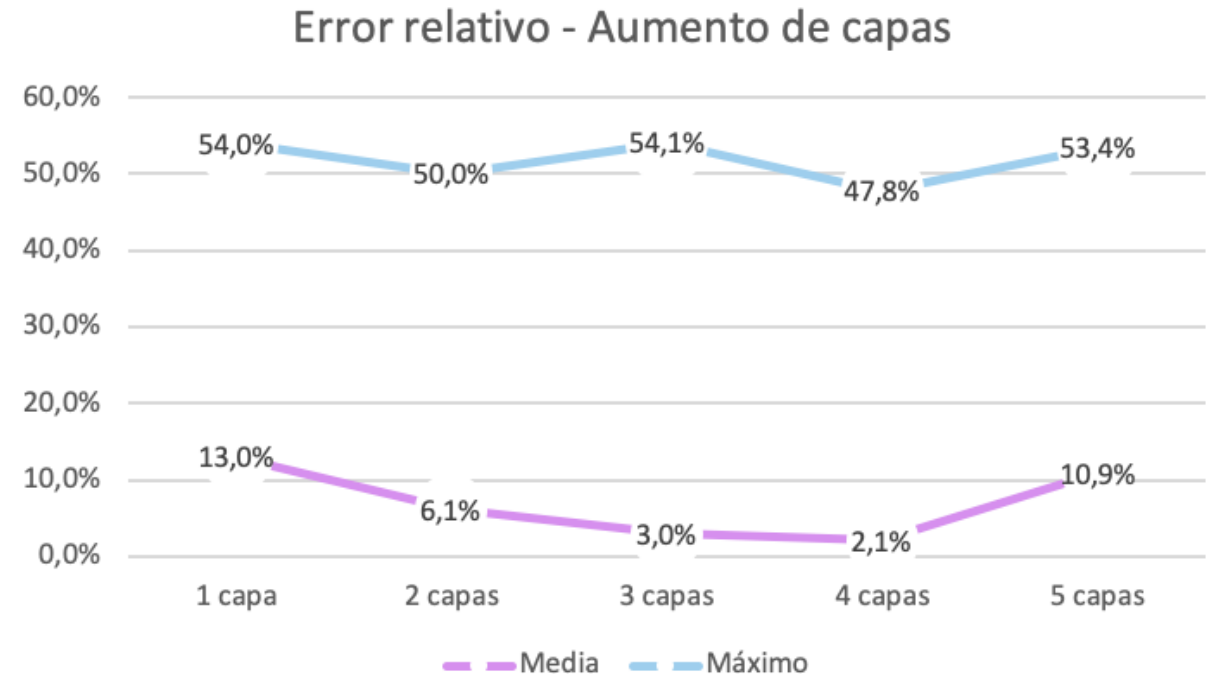
DINÁMICA		MEDIA ERROR RELATIVO
Lineal	1 DOF	0.06 %
	2 DOF	0.29 %
Parabólica	1 DOF	0.01 %
	2 DOF	0.03 %
	3 DOF	3.76%
Sinusoidal	1 DOF	0.01 %
	2 DOF	1.12 %
	3 DOF	3.44 %
	4 DOF	13 %

5. Predicción con imágenes modeladas

ConvLSTM-4 - Aumento de capas

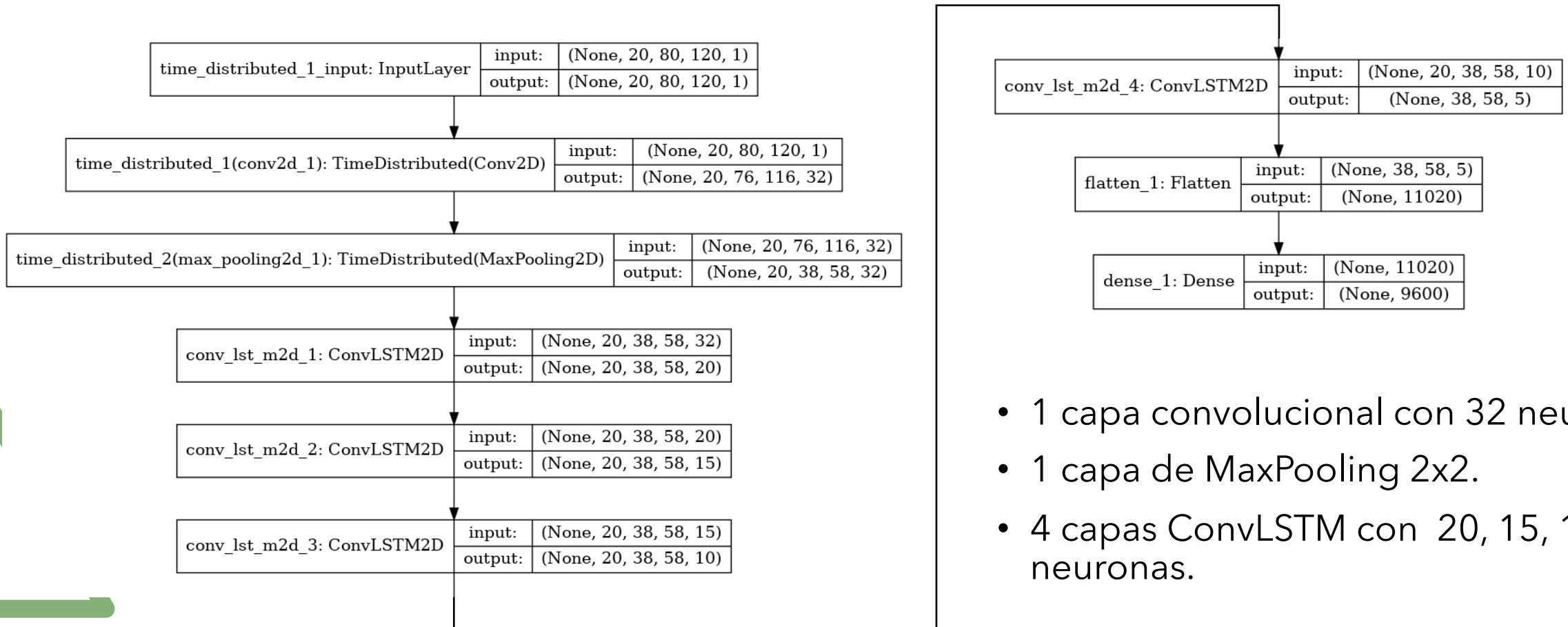
- Mejora la media.
- Límite en 4 capas.

- Dinámica sinusoidal 4 DOF.
- 80000 muestras entrenamiento.
- 10000 muestras test.



6. Predicción con imágenes crudas

Estructuras propuestas - ConvLSTM-4



- 1 capa convolucional con 32 neuronas.
- 1 capa de MaxPooling 2x2.
- 4 capas ConvLSTM con 20, 15, 10 y 5 neuronas.

6. Predicción con imágenes crudas

Resultados - ConvLSTM-4

- 10000 muestras de test.
- Mejores resultados.
- Valores altos de máximo.
- Muchos *outliers*.

DINÁMICA		MEDIA ERROR RELATIVO
Lineal	2 DOF	0.07 %
Parabólica	3 DOF	0.87 %
Sinusoidal	2 DOF	0.14 %
	3 DOF	0.51 %
	4 DOF	2.06%
Combinada		2.01 %

The background features abstract geometric shapes. A large blue semi-circle occupies the right side. A green circle is in the upper left. A green square outline is on the left. Various green dashed lines and a solid green line are scattered across the white background.

CONCLUSIONES

7. Conclusiones

Se puede predecir

- Las **imágenes modeladas** son **más sencillas** para las redes que las crudas.
- El número de muestras afecta $\rightarrow \uparrow$ **Complejidad** \uparrow **Muestras**
- La **recurrencia mejora** los resultados.
- \uparrow **N° capas** $\rightarrow \uparrow$ **Prestaciones**
- Uso de redes que capten las **correlaciones espacio-temporales simultáneamente** (ConvLSTM).
- \uparrow **Gap** $\rightarrow \downarrow$ **Prestaciones**

7. Conclusiones

Líneas futuras

- **Predicción de objetos reales** en movimiento:
 - Mayor tamaño de imagen.
 - Distintas formas y tamaños de objeto.
 - Dinámicas ruidosas.
 - Presencia de aceleración.
 - Pérdida de muestras.
- Integración en **aplicación real** → Seguimiento.



Enlaces

- Repositorio:
<https://github.com/RoboticsLabURJC/2017-tfm-nuria-oyaga>
- Bitácora:
<https://roboticslaburjc.github.io/2017-tfm-nuria-oyaga/>