

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Formulación del problema . . . . .	1
1.2. Hipótesis . . . . .	4
1.3. Objetivos . . . . .	4
1.3.1. Objetivos generales . . . . .	4
1.3.2. Objetivos específicos . . . . .	4
1.3.3. Estructura memoria . . . . .	4
1.3.4. Publicaciones generadas durante esta memoria . . . . .	5
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>6</b>
2.1. Modelos de regresión . . . . .	6
2.1.1. Redes Neuronales . . . . .	6
2.1.1.1. Modelo Perceptron Multicapa . . . . .	7
2.1.2. Redes Recurrentes . . . . .	9
2.1.2.1. Modelo <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM) . . . . .	9
2.2. Intervalos de predicción . . . . .	11
2.2.1. Métricas de intervalos de predicción . . . . .	11
2.3. Clasificación de métodos de intervalos de predicción . . . . .	12
2.3.1. Métodos secuenciales . . . . .	13
2.3.1.1. Método Delta . . . . .	13
2.3.1.2. Método Bayesiano . . . . .	13
2.3.1.3. Mean-Variance Estimation Method (MVEM) . . . . .	14
2.3.1.4. Método Bootstrap . . . . .	15
2.3.1.5. Método de la Covarianza . . . . .	16
2.3.2. Métodos directos . . . . .	18
2.3.2.1. Lower Upper Bound Estimation (LUBE) . . . . .	18
2.3.2.2. Quality Driven (QD) . . . . .	19
2.3.2.3. Joint Supervision . . . . .	19
2.3.3. Intervalos de predicción basados en modelos de <i>Deep Learning</i> . . . . .	20
2.3.3.1. Cuantización de la incertidumbre mediante <i>Monte Carlo Dropout</i> (MCD) . . . . .	20
2.4. Discusión . . . . .	21
<b>3. Estado del Arte</b>	<b>22</b>
<b>4. Establecimiento de fuente de datos</b>	<b>27</b>
4.1. Datos de la comunidad . . . . .	27
4.2. Búsqueda de fuentes de datos . . . . .	28

4.3.	Selección de datos . . . . .	32
4.3.1.	Precipitaciones . . . . .	32
4.3.2.	Temperatura, radiación solar y velocidad de viento . . . . .	35
4.3.3.	Discusión . . . . .	37
<b>5.</b>	<b>Diseño e implementación de modelos de predicción</b>	<b>38</b>
5.1.	Modelo de predicción de perceptrón multicapa . . . . .	38
5.1.1.	Selección de datos . . . . .	38
5.1.2.	Selección de modelos . . . . .	39
5.1.3.	Metodología utilizada para el entrenamiento del perceptrón multicapa	39
5.1.3.1.	Separación de conjuntos . . . . .	40
5.1.3.2.	Preprocesamiento . . . . .	40
5.1.3.3.	Búsqueda del número de neuronas óptimo . . . . .	40
5.1.3.4.	Optimización del número de regresores . . . . .	40
5.1.4.	Resultados búsqueda inicial de número de neuronas en la red perceptrón multicapa . . . . .	41
5.1.5.	Optimización del número de regresores . . . . .	42
5.1.6.	Optimización final del número de neuronas . . . . .	43
5.2.	Entrenamiento LSTM . . . . .	43
5.3.	Modelo de referencia y validación de resultados . . . . .	44
5.4.	Resultados de predicción . . . . .	44
5.5.	Discusión . . . . .	53
<b>6.</b>	<b>Diseño e implementación de intervalos de predicción</b>	<b>55</b>
6.1.	Modelos de intervalos de predicción neuronales . . . . .	55
6.1.1.	Preprocesamiento . . . . .	55
6.1.2.	<i>JointSupervision</i> (JS) . . . . .	55
6.1.2.1.	Entrenamiento . . . . .	56
6.1.2.2.	Arquitectura . . . . .	56
6.1.3.	<i>Quality Driven</i> (QD) . . . . .	56
6.1.3.1.	Entrenamiento . . . . .	56
6.1.3.2.	Arquitectura del modelo . . . . .	57
6.2.	Implementación de modelos de intervalos neuronales . . . . .	57
6.2.1.	Comparación y validación de resultados . . . . .	57
6.2.2.	Resultados de predicción de intervalos . . . . .	57
6.3.	Discusión . . . . .	68
<b>7.</b>	<b>Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>70</b>
7.1.	Conclusiones . . . . .	70
7.2.	Trabajo Futuro . . . . .	71
	<b>Bibliografía</b>	<b>73</b>
	<b>Anexos</b>	<b>80</b>
A.	Resultados de entrenamiento perceptrón multicapa . . . . .	80
B.	Análisis de sensibilidad . . . . .	83
C.	Resultado de intervalos . . . . .	86