

Tabla de Contenido

Capítulo 1	1
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivo General	3
1.2.1 Objetivos específicos	3
1.3 Alcances del estudio	3
1.4 Organización de la memoria	4
Capítulo 2 : Revisión de antecedentes	5
2.1 Sistema de alertas temprana SAT	5
2.2 Modelación hidrológica	6
2.2.1 Pronóstico de crecidas con redes neuronales	7
2.3 Marco teórico Redes Neuronales Artificiales (RNA)	8
2.3.1 Idea y estructura RNA.....	8
2.3.2 Redes propagación hacia adelante.....	9
2.3.3 Metodología de descenso de gradiente	10
2.3.4 Función objetivo	11
2.4 Redes recurrentes	12
2.5 Red LSTM	14
Capítulo 3 : Zona de estudio	17
3.1 Caracterización zona de estudio	17
3.2 Hidroclima y relieve	19
3.3 Disponibilidad de datos	21
3.4 Selección de crecidas	23
3.4.1 Crecidas Pangal.....	24
3.4.2 Crecidas Cachapoal 5km.....	26
Capítulo 4 : Metodología	28
4.1 Metodología	28
4.2 Recolección y análisis de datos	28
4.3 Programación del modelo	29
4.3.1 Tiempos de adelanto	31
4.4 Obtención de resultados	31
4.4.1 Combinación de <i>DataFrames</i> de crecidas	32
4.4.2 Optimización parámetros del modelo	33
4.5 Consideraciones finales	34
4.5.1 Indicadores de ajuste.....	34

4.5.2	Umbrales de alerta	35
4.5.3	Recomendaciones Sistema de Alertas Tempranas (SAT).....	35
Capítulo 5 : Resultados		36
5.1	Pronóstico de caudales en la cuenca del río Cachapoal	36
5.1.1	Pronóstico hidrológico con tiempo de adelanto de 1 hora	36
5.1.2	Pronóstico hidrológico con tiempo de adelanto de 3 horas.....	39
5.1.3	Pronóstico hidrológico con tiempo de adelanto de 5 horas.....	41
5.2	Pronóstico de caudales en la cuenca del río Pangal.....	43
5.2.1	Pronóstico hidrológico con tiempo de adelanto de 1 hora	43
5.2.2	Pronóstico hidrológico con tiempo de adelanto de 3 horas.....	44
5.2.3	Pronóstico hidrológico con tiempo de adelanto de 5 horas.....	46
5.3	Pruebas de pronóstico cruzado de cuencas.....	46
5.4	Umbrales de alertas.....	47
Capítulo 6 : Discusión.....		49
6.1.1	Resultados modelación.....	49
6.1.2	Requerimientos y recomendaciones implementación SAT	51
6.1.1	Trabajos futuros.....	52
Capítulo 7 : Conclusiones		53
Anexos		59
Anexo A: Funciones de arreglo de base de datos		59
Anexo B: Consideraciones para correr modelos		60
Anexo C: Figuras extras de modelación		62