

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos . . . . .	2
1.1.1. Objetivo general . . . . .	2
1.1.2. Objetivos específicos . . . . .	2
1.2. Alcances . . . . .	3
1.3. Estructura de la memoria . . . . .	3
<b>2. Antecedentes</b>	<b>4</b>
2.1. Sociedad Química y Minera . . . . .	5
2.1.1. Producción Carbonato de Litio . . . . .	6
2.2. Estado del arte . . . . .	9
<b>3. Marco teórico</b>	<b>10</b>
3.1. Definiciones . . . . .	10
3.2. Modelos espacio estado . . . . .	12
3.3. Modelos dinámicos lineales . . . . .	14
3.3.1. Modelo local lineal . . . . .	14
3.3.2. Modelo local lineal con tendencia . . . . .	14
3.3.3. Modelo autorregresivo de media móvil . . . . .	15
3.4. Filtro de Kalman . . . . .	16
3.5. Modelos de volatilidad de tipo GARCH . . . . .	17
3.6. Red bayesiana . . . . .	18
3.7. Red bayesiana gaussiana dinámica . . . . .	19
3.7.1. Aprendizaje de la estructura . . . . .	20
3.7.2. Aprendizaje de parámetros . . . . .	21
3.7.2.1. MLE en Gaussiana multivariable . . . . .	21
3.7.3. Inferencia . . . . .	22
3.8. Métodos de imputación . . . . .	23
3.9. Métricas de error . . . . .	25
3.10. Verificación de modelos . . . . .	25
3.10.1. QQ-Plot . . . . .	26
3.10.2. Gráfico de Autocorrelación . . . . .	27
3.10.3. Prueba de Ljung-Box . . . . .	27
3.10.4. Prueba de Kolmogorov-Smirnov . . . . .	28
<b>4. Metodología</b>	<b>29</b>
4.1. Flujo de trabajo . . . . .	30
4.2. Preprocesamiento de datos . . . . .	31

4.2.1.	Análisis datos nulos . . . . .	32
4.2.2.	Imputación de datos . . . . .	34
4.2.3.	Suavizado de datos . . . . .	35
4.2.4.	Detección y eliminación de anomalías . . . . .	36
4.3.	Modelado y <i>forecasting</i> . . . . .	37
4.3.1.	Modelos univariados . . . . .	37
4.3.2.	Modelos multivariados . . . . .	38
4.3.2.1.	Restricciones . . . . .	39
4.3.3.	Ensamble de modelos . . . . .	39
4.3.4.	Experimentación modelos . . . . .	40
4.4.	Dashboard web . . . . .	41
4.4.1.	Selección de hiper-parámetros . . . . .	41
4.4.2.	Visualización redes entrenadas . . . . .	41
4.4.3.	Visualización de parámetros de redes . . . . .	42
4.4.4.	Visualización de métricas de error . . . . .	43
4.4.5.	Visualización <i>forecasting Out of sample</i> . . . . .	44
<b>5.</b>	<b>Resultados</b>	<b>45</b>
5.1.	Periodo particular . . . . .	45
5.1.1.	Diagnóstico de modelos . . . . .	45
5.1.1.1.	Modelos ARMA . . . . .	45
5.1.1.2.	Modelos LLT . . . . .	48
5.1.1.3.	Modelo GARCH . . . . .	51
5.1.2.	<i>Forecasting out sample</i> . . . . .	53
5.1.3.	Estructuras de red . . . . .	56
5.2.	Periodo general . . . . .	60
<b>6.</b>	<b>Discusión de resultados</b>	<b>64</b>
6.1.	Uso de red como simulador . . . . .	65
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>68</b>
	Trabajos futuros . . . . .	68
	Inferencia bayesiana y modelos jerárquicos . . . . .	69
	Modelos de ensamble . . . . .	70
	<b>Glosario</b>	<b>72</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>73</b>
	<b>Anexo A. Figuras</b>	<b>76</b>
A.1.	Resultados . . . . .	76