

Tabla de contenido

Capítulo 1 : Introducción	1
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos	2
General	2
Específicos	2
Capítulo 2 : Revisión bibliográfica.....	3
2.1 Reglas de operación de embalses	3
2.1.1 Criterios de desempeño operacional	6
2.1.2 Beneficios de la operación de embalses de riego	7
Capítulo 3 Metodología	9
3.1 Curvas de beneficio agrícola de las entregas de agua	10
3.2 Modelo de simulación de operación.....	11
3.2.1 Reglas de operación	13
Regla de operación estándar (SOP).....	13
Regla de operación con Hedging.....	13
3.3 Series sintéticas de caudales.....	13
3.4 Indicadores a considerar	15
Capítulo 4 : Antecedentes caso de estudio	16
4.1 Topología.....	18
4.2 Caudales	19
4.3 Caudal ecológico	23
4.4 Evaporación e infiltración.....	24
4.5 Curva del embalse	25
4.6 Derechos de agua.....	26
4.7 Cultivos.....	27
4.8 Consideraciones para el modelo	29
Capítulo 5 Resultados y análisis	31
5.1 Curvas de beneficio	31
5.2 Caudales generados	34
5.3 Simulación	36
5.3.1 Daño	36
5.3.2 Déficit acumulado	42
5.3.3 Curvas de frecuencia acumulada	43

5.3.4 . Análisis de casos específicos	45
5.3.5 Comparación de resultados según regla de operación.....	53
Capítulo 6 Conclusiones.....	57
Bibliografía.....	59
Anexos	62
Anexo A: Series hidrológicas	63
Anexo B: Información series de caudales generadas.....	68
Anexo C: Resultados de simulación.....	73

Índice de tablas

Tabla 4-1. Zonas de riego.	17
Tabla 4-2. Promedio de caudales medios mensuales de Río Pedernal.	19
Tabla 4-3. Promedio de caudales medios mensuales de Estero Sobrante.	20
Tabla 4-4. Promedio de caudales medios mensuales de Estero Las Palmas.	21
Tabla 4-5. Promedio de caudales medios mensuales de Estero Ossandón.	22
Tabla 4-6. Caudales ecológicos a considerar.	23
Tabla 4-7. Tasas de evaporación.	24
Tabla 4-8. Curva de embalse.	25
Tabla 4-9. Derechos de agua.	26
Tabla 4-10. Coeficientes de cultivos.	28
Tabla 4-11. Eto potencial de Petorca.	28
Tabla 4-12. Cultivos característicos de la zona.	29
Tabla 5-1. Demanda hídrica unitaria de cultivos.	31
Tabla 5-2. Demanda hídrica.	31
Tabla 5-3. Comparación entre series de igual seguridad de riego. SOP.	45
Tabla 5-4. Comparación entre series de igual seguridad de riego. Hedging.	47
Tabla 5-5. Comparación series con igual daño acumulado. SOP.	49
Tabla 5-6. Comparación series con igual daño acumulado. Hedging.	51
Tabla 0-1. Serie hidrológica de Estero Sobrante.	63
Tabla 0-2. Serie hidrológica Río Pedernal.	64
Tabla 0-3. Serie hidrológica Estero Las Palmas.	65
Tabla 0-4. Serie hidrológica Estero Ossandón.	66
Tabla 0-5. Coeficientes de correlación entre meses para Afluente (suma de Río Pedernal y Estero Sobrante).	68
Tabla 0-6. Coeficientes de correlación entre afluentes y Esteros.	68
Tabla 0-7. Parámetros de la suma de las series hidrológicas de Estero Sobrante y Río Pedernal.	69
Tabla 0-8. Parámetros de la serie hidrológica del Estero Ossandón.	69
Tabla 0-9. Parámetros de la serie hidrológica del Estero Las Palmas.	70
Tabla 0-10. Suma de los 64 años de los 3 caudales generados.	70
Tabla 0-11. Resultados simulaciones con SOP.	73
Tabla 0-12. Resultados simulación con Hedging.	75

Índice de ilustraciones

Figura. 2-1.Regla de operación estándar.	3
Figura. 2-2.Regla de operación con Hedging de un punto.	4
Figura. 2-3.Regla con Hedging de dos puntos.	5
Figura. 2-4.Curva de beneficio agrícola.	8
Figura. 3-1.Esquema de la metodología.	9
Figura. 3-2.Esquema del modelo operacional.	11
Figura. 4-1.Ubicación embalse las Palmas.	16
Figura. 4-2.Sectorización de la cuenca.	17
Figura. 4-3.Configuración del embalse.	18
Figura. 4-4.Curva de variación estacional de Río Pedernal.	20
Figura. 4-5 Curva de variación estacional de Estero Sobrante.	21
Figura. 4-6 Curva de variación estacional de Estero Las Palmas.	22
Figura. 4-7 Curva de variación estacional de Estero Ossandón.	23
Figura. 4-8.Porcentaje de área cubierta según cultivo.	27
Figura. 5-1.Curva de beneficio de la temporada.	32
Figura. 5-2.Curva de daño por temporada de riego.	33
Figura. 5-3.Distribución del recurso hídrico según disponibilidad de caudal.	33
Figura. 5-4.Beneficio desagregado mensualmente.	34
Figura. 5-5.Daño desagregado mensualmente.	34
Figura. 5-6. Suma de caudales mensuales generados.	35
Figura. 5-7. Daño obtenido según disponibilidad de caudal para ambas reglas de operación.	36
Figura. 5-8. Suma de caudales generados a nivel mensual de casos estudiados.	37
Figura. 5-9. Déficit mensuales de casos estudiados.	37
Figura. 5-10. Daño acumulado según seguridad de riego para entregas definidas por SOP y Hedging.	38
Figura. 5-11.Series Húmedas para caso SOP y Hedging.	39
Figura. 5-12.Series Normales para caso SOP y Hedging.	39
Figura. 5-13. Series Secas para caso SOP y Hedging.	39
Figura. 5-14.Daño considerando diferentes umbrales de falla. Caso con SOP.	40
Figura. 5-15. Daño considerando diferentes umbrales de falla. Caso con Hedging.	40
Figura. 5-16. Daño acumulado según desviación del déficit. Caso SOP y Hedging.	41
Figura. 5-17. Déficit acumulado según Seguridad de riego. Caso SOP y Hedging.	42
Figura. 5-18. Daño acumulado según déficit acumulado. Caso SOP y Hedging.	43
Figura. 5-19.Curva de frecuencia acumulada de seguridad de riego según regla de operación.	43
Figura. 5-20. Curva de frecuencia acumulada del daño según regla de operación.	44
Figura. 5-21.Curva de frecuencia acumulada del beneficio según regla de operación.	44
Figura. 5-22.Déficit mensuales como porcentaje de la demanda de series con igual seguridad de riego. SOP.	46
Figura. 5-23.Déficit mensuales de series con igual seguridad de riego. SOP.	46
Figura. 5-24.Comparación distribución del daño mensual para series con igual seguridad de riego. SOP.	47
Figura. 5-25. Déficit mensuales como porcentaje de la demanda de series con igual seguridad de riego. Hedging.	48
Figura. 5-26. Déficit mensuales de series con igual seguridad de riego. Hedging.	48
Figura. 5-27. Comparación distribución del daño mensual para series con igual seguridad de riego. Hedging.	49

Figura. 5-28. Déficit mensuales como porcentaje de la demanda de series con igual daño acumulado. SOP.	50
Figura. 5-29. Déficit mensuales de series con igual daño acumulado. SOP.....	50
Figura. 5-30. Comparación daño mensual para series con igual daño acumulado. SOP.	51
Figura. 5-31. Déficit mensuales como porcentaje de la demanda. Hedging.....	52
Figura. 5-32. Déficit mensuales de series con igual daño acumulado. Hedging.	52
Figura. 5-33. Comparación daño mensual para series con igual daño acumulado. Hedging.	53
Figura. 5-34. Comparación de daño acumulado según regla de operación.....	54
Figura. 5-35. Déficit mensual operando SOP y Hedging. a).....	54
Figura. 5-36. Daño mensual operando con SOP y Hedging. a).....	55
Figura. 5-37. Déficit mensual operando SOP y Hedging. b).....	56
Figura. 5-38. Daño mensual operando con SOP y Hedging. b).	56