

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación y Antecedentes	1
1.2. Descripción del problema	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivos específicos	5
2. Marco Teórico y Estado del Arte	6
2.1. Sobre el hidrógeno como combustible	6
2.2. Formas de obtención de hidrógeno	7
2.3. Almacenamiento de hidrógeno	10
2.3.1. Cavernas de Sal - Underground Storage	11
2.3.2. Metanización - Power to Gas	13
3. Metodología y Aportes del trabajo de memoria	15
3.1. Formalización del problema	15
3.2. Resultados Esperables	16
4. Planteamiento del problema a trabajar	18
4.1. Modelo y trabajo a realizar	18
4.1.1. Modelamiento de la dinámica de la caverna de sal	19
4.2. Modelo Simplificado	22
4.3. Restricciones de Exportaciones de Hidrógeno	23
4.4. Modelo de expansión de electrolizadores y celdas de combustibles	24
4.5. Función objetivo	25
5. Modelo Utilizado proporcionado por SPEC	27
5.1. Importación de resultados	28
5.2. Modelo de expansión	31
5.3. Exportación de Resultados	32
6. Caso Reducido	34
6.1. Nodos y líneas de transmisión disponibles	34
6.2. Tecnologías disponibles de generación	35
6.3. Almacenamiento de energía	36
6.4. Bloques Horarios	37
6.5. Demanda	37
6.6. Electrolizadores y celdas de combustibles Aplicados	38

7. Resultados Caso Reducido	40
7.1. Análisis de anualidad del CAPEX y condiciones de generación	40
7.1.0.1. Esquema de pagos del electrolizador	41
7.1.0.2. Esquema de pagos celda de combustible	43
7.1.1. Inconvenientes a considerar	44
7.2. Funcionamiento de la exportación de hidrógeno	44
7.3. Análisis del almacenamiento de Hidrógeno	49
7.4. Funcionamiento compartido de Almacenamiento y Exportación	54
7.5. Análisis de primeros resultados	56
7.5.1. Análisis de las exportaciones de hidrógeno	57
7.5.2. Análisis del Almacenamiento y Consumo de Hidrógeno	57
7.5.3. Operación compartida de almacenamiento y exportación	58
7.5.4. Conclusiones generales del caso reducido	60
8. Construcción del caso multinodal (Año 2030)	62
8.1. Parámetros aplicados en el caso de estudio	62
8.2. Adición del modelo de despacho	67
8.2.1. Detalles a considerar del Modelo de Despacho	69
8.3. Simulaciones del caso Multinodal	70
8.3.1. Proyecciones de Costos de Inversión	71
8.4. Resultados de Exportación	73
8.5. Resultados de Almacenamiento	77
8.6. Resultados de Operación Compartida	80
9. Análisis de los Resultados (Caso Multinodal)	82
9.1. Análisis de Casos de Exportación	82
9.2. Análisis de Casos de Almacenamiento	83
9.3. Análisis de Casos de Operación Compartida	84
9.4. Análisis General	84
10. Conclusiones y propuestas de trabajos futuros	86
10.1. Propuestas para la continuación de investigaciones:	87
Bibliografía	89
Anexo A. Programación del modelo de almacenamiento de Hidrógeno	91
A.1. Importación de datos del sistema UHS	91
A.2. Programación de restricciones	94
A.2.1. Restricciones de conversión de masa	95
A.2.2. Restricciones de almacenamiento de hidrógeno	96
A.2.3. Condiciones iniciales y finales	97
A.2.4. Restricción de rampa de la caverna	97
A.2.5. Restricciones de Expansión de Electrolizadores y Fuel Cells	99
A.3. Función Objetivo	101
A.4. Exportación de resultados	103