

Índice

Resumen	7
Summary	9
Resum	11
Capítulo 1: Introducción	13
1.1. Cambio climático	15
1.1.1. Emisiones de CO ₂	18
1.2. Medidas para la mitigación del cambio climático.....	21
1.3. Estrategias para la reducción de emisiones CO ₂	24
1.4. Metanación de CO ₂	28
1.4.1. Termodinámica.....	29
1.4.2. Catalizadores.....	31
1.4.2.1. Influencia del soporte.....	36
1.4.2.2. Influencia del contenido metálico.....	39
1.4.2.3. Influencia del método de preparación	42
1.4.2.4. Empleo de promotores	44
1.4.3. Mecanismo de reacción	49
1.4.4. Plantas piloto y proyectos	50
1.4.5. Mejora de biogás	51
1.5. Referencias	52
Capítulo 2: Objetivos	63
Capítulo 3: Procedimiento experimental	67
3.1. Reactivos	69

3.2. Preparación de catalizadores.....	70
3.2.1. Catalizadores soportados sobre alúmina	72
3.2.1.1. Preparación del soporte	72
3.2.1.2. Incorporación de Ni.....	73
3.2.2. Catalizadores soportados sobre zeolitas.....	74
3.2.2.1. Preparación del soporte	74
3.2.2.2. Incorporación de Ni.....	75
3.2.3. Catalizadores soportados sobre sepiolita	75
3.2.3.1. Preparación del soporte	75
3.2.3.2. Incorporación de Ni.....	75
3.2.4. Catalizadores soportados sobre óxidos de manganeso estructurados.....	76
3.3. Técnicas de caracterización.....	76
3.3.1. Difracción de rayos X (DRX).....	77
3.3.2. Adsorción-desorción de N ₂	80
3.3.3. Análisis químico mediante plasma de acoplamiento inductivo acoplado a espectroscopia de emisión (ICP-OES)	84
3.3.4. Análisis elemental	85
3.3.5. Reducción a temperatura programada (TPR).....	85
3.3.6. Quimisorción de H ₂	87
3.3.7. Espectroscopia.....	89
3.3.7.1. Espectroscopia fotoelectrónica de rayos X (XPS).....	90
3.3.7.2. Espectroscopia infrarroja	92
3.3.8. Microscopia electrónica.....	96
3.3.8.1. Microscopia electrónica de transmisión (TEM)	98
3.3.8.2. Microscopia electrónica de barrido (SEM)	99
3.4. Ensayos catalíticos.....	100
3.4.1. Descripción del equipo.....	100

3.4.2. Descripción de un experimento estándar.....	103
3.4.3. Otros experimentos.....	106
3.4.3.1. Experimento a 36000 mL/(g _{cat} ·h)	107
3.4.3.2. Experimento de estabilidad.....	107
3.4.3.3. Experimento de variación de velocidad espacial	108
3.4.3.4. Experimento con mezcla simulada de biogás.....	108
3.4.4. Tratamiento de datos	108
3.5. Estudios de mecanismo de reacción	111
3.5.1. Descripción del equipo	112
3.5.2. Descripción de un experimento.....	113
3.5.3. Tratamiento de datos	115
3.6. Referencias.....	115

Capítulo 4: Catalizadores basados en alúmina 119

4.1. Preámbulo	121
4.2. Influencia de la superficie específica.....	126
4.2.1. Caracterización fisicoquímica.....	127
4.2.2. Actividad catalítica	131
4.3. Influencia de la fase	134
4.3.1. Caracterización fisicoquímica.....	134
4.3.2. Actividad catalítica	139
4.4. Contribución de la superficie específica y fase a la actividad catalítica.....	141
4.5. Conclusiones.....	141
4.6. Referencias.....	143

Capítulo 5: Catalizadores basados en zeolitas..... 151

5.1. Preámbulo.....	153
5.2. Influencia de la relación Si/Al.....	160
5.2.1. Zeolita ZSM-5.....	160
5.2.1.1. Caracterización fisicoquímica	160
5.2.1.2. Actividad catalítica.....	167
5.2.2. Zeolita ITQ-2.....	169
5.2.2.1. Caracterización fisicoquímica	169
5.2.2.2. Actividad catalítica.....	173
5.2.3. Comparación zeolita ZSM-5 e ITQ-2.....	174
5.3. Conclusiones	176
5.4. Referencias.....	177

Capítulo 6: Catalizadores basados en sepiolita..... 185

6.1. Preámbulo.....	187
6.2. Influencia del método de incorporación de Ni	193
6.2.1. Caracterización fisicoquímica	194
6.2.2. Actividad catalítica.....	206
6.3. Influencia del contenido de Ni.....	209
6.3.1. Caracterización fisicoquímica	209
6.3.2. Actividad catalítica.....	220
6.4. Conclusiones	222
6.5. Referencias.....	223

Capítulo 7: Catalizadores basados en óxidos de manganeso estructurados..... 231

7.1. Preámbulo.....	233
---------------------	-----

7.2. Comparación todorokita con materiales similares	238
7.2.1. Caracterización fisicoquímica.....	238
7.2.2. Actividad catalítica	254
7.3. Conclusiones.....	256
7.4. Referencias.....	257
Capítulo 8 - Chapter 8: Mechanistic studies.....	265
8.1. Preamble	267
8.2. Sepiolite based catalysts.....	273
8.3. Structured manganese oxides based catalysts	275
8.4. Mechanistic considerations.....	278
8.5. Conclusions	280
8.6. References	280
Capítulo 9 - Chapter 9: Tests for catalysts application	285
9.1. Preamble	287
9.2. Stability tests	288
9.2.1. Sepiolite based catalysts.....	288
9.2.2. Structured manganese oxides based catalysts	290
9.3. Influence of Gas Hourly Space Velocity (GHSV)	293
9.4. Tests with synthetic biogas as feed	295
9.5. Conclusions	298
9.6. References	299
Capítulo 10 - Chapter 10: General conclusions.....	301

Anexos.....	305
Anexo I: Índice de figuras.....	307
Anexo II: Índice de tablas.....	321
Anexo III: Producción científica	327