

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL.....	1
1.1 Zeolitas	1
1.1.1 Generalidades	1
1.1.2 Estructura	5
1.1.3 Propiedades	8
1.1.4 Aplicaciones	11
1.1.5 El éxito de las zeolitas en aplicaciones comerciales de adsorción	14
1.2 Termodinámica de la adsorción	20
1.2.1 Generalidades	20
1.2.2 Isotermas de adsorción y ecuaciones de estado	21
1.2.3 Calor isostérico de adsorción	33
1.3 Cinética de la adsorción	35
1.3.1 Generalidades	35
1.3.2 Modelos cinéticos.....	37
1.3.3 Adquisición de datos	42
1.4 Tratamiento de gases	44
1.4.1 Separación de hidrocarburos ligeros	45
1.4.2 Tratamiento de gas natural	48
2 OBJETIVOS.....	57
3 EXPERIMENTACIÓN.....	61
3.1 Reactivos	61
3.2 Síntesis de zeolitas	63
3.2.1 Zeolitas LTA	63
3.2.1.1 ITQ-29 puramente silíceas.....	66
3.2.1.2 Zeolitas LTA de distinta relación Si/Al	68
3.2.1.3 Zeolitas Ge-ITQ-29 de distinto tamaño de cristal	72
3.2.2 Zeolita Rho	74
3.2.3 Zeolita ITQ-50.....	76
3.3 Técnicas de caracterización.....	82

3.3.1	Difracción de rayos X	82
3.3.2	Microscopía electrónica de barrido	83
3.3.3	Determinación de las propiedades texturales	84
3.3.4	Análisis químico	88
3.4	Equipo gravimétrico de adsorción	88
3.4.1	Desgasificado	90
3.4.2	Calcinación in situ	90
3.4.3	Medidas experimentales	91
3.4.3.1	Isotermas	91
3.4.3.2	Cinéticas	93
3.5	Equipo volumétrico de adsorción	93
3.6	Analizador simultáneo de termogravimetría y calorimetría	96
3.7	Equipo de curvas de ruptura	100
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	103
4.1	Tratamiento de datos	103
4.1.1	Elección del modelo de ajuste de las isotermas	104
4.1.2	Cálculo del calor isostérico	108
4.1.3	Elección del modelo de ajuste de las cinéticas	112
4.2	Separación CO ₂ /CH ₄ empleando zeolitas para la purificación de gas natural	114
4.2.1	Introducción	114
4.2.2	Efecto de la topología zeolítica en la separación CO ₂ /CH ₄	115
4.2.2.1	Caracterización de las zeolitas	116
4.2.2.2	Separación CO ₂ /CH ₄	119
4.2.2.3	ITQ-12. Calor de adsorción	123
4.2.2.4	Conclusiones	127
4.2.3	Control de la polaridad de la zeolita LTA para llevar a cabo la separación CO ₂ /CH ₄	128
4.2.3.1	Caracterización textural de las zeolitas LTA	129
4.2.3.2	Adsorción de CO ₂	132
4.2.3.3	Adsorción de CH ₄	139
4.2.3.4	Separación CO ₂ /CH ₄	142
4.2.3.5	Conclusiones	155

4.2.4 Zeolita Rho como adsorbente altamente selectivo para la separación CO ₂ /CH ₄	156
4.2.4.1 Caracterización de la zeolita Rho.....	157
4.2.4.2 Adsorción de CO ₂	159
4.2.4.3 Adsorción de CH ₄	166
4.2.4.4 Separación CO ₂ /CH ₄	167
4.2.4.5 Cambios estructurales	172
4.2.4.6 Conclusiones	177
4.3 Adsorción y separación de gases en ITQ-50.....	178
4.3.1 Introducción	178
4.3.2 Caracterización de la zeolita ITQ-50	178
4.3.3 Separación CO ₂ /CH ₄	184
4.3.4 Separación propano/propeno.....	188
4.3.5 Separación de hidrocarburos C ₄	194
4.3.6 Conclusiones	200
4.4 Influencia de la presencia de germanio en la zeolita ITQ-29 sobre la difusión de hidrocarburos.....	201
4.4.1 Introducción	201
4.4.2 Caracterización de las zeolitas Ge-ITQ-29 y Si-ITQ-29....	202
4.4.3 Separación propano/propeno.....	206
4.4.4 Conclusiones	212
5 CONCLUSIONES	214
6 BIBLIOGRAFÍA.....	216
7 RESÚMENES	226