

Capítulo 1	1
Introducción	1
1.1.- Zeolitas	1
1.1.1.- Estructura de las zeolitas.....	2
1.1.2.- Relación Si/Al.....	7
1.1.3.- Síntesis de zeolitas.....	8
1.1.3.1 Proceso de cristalización de las zeolitas.....	10
1.1.3.2 Variables que influyen en la síntesis de las zeolitas...	13
1.1.4.- Capacidad de adsorción de las zeolitas.....	16
1.2.- Adsorción	17
1.2.1.- Aplicaciones industriales de la adsorción.....	25
1.2.1.1 Secado de gases.....	25
1.2.1.2 Purificación de gases.....	27
1.2.1.3 Separación de hidrocarburos.....	28
1.2.2.- Métodos de adsorción dinámicos y estáticos.....	30
1.2.2.1 Métodos dinámicos.....	30
1.2.2.2 Métodos estáticos.....	35
1.2.3.- Isotermas de adsorción.....	37
1.2.3.1 La cantidad adsorbida “ η ”.....	37
1.2.3.2 El calor isostérico.....	44
1.2.4.- Ley de Henry, modelos y métodos de ajuste.....	46
1.2.4.1 Modelo de Langmuir.....	48
1.2.4.2 Modelo de Brunauer, Emmett y Teller (BET).....	49
1.2.4.3 Modelo de Langmuir Dual-Site.....	50
1.2.4.4 Modelo de Toth.....	51
1.2.4.5 Ajuste de Virial.....	51
1.3.- Equilibrio de adsorción binario	53
1.3.1.- Adsorción competitiva.....	55
1.3.2.- Teoría de la disolución ideal adsorbida (IAST).....	57
1.3.3.- Equilibrio favorable y desfavorable.....	61
1.4.- Referencias bibliográficas	64
Capítulo 2	74
Objetivos	74
Capítulo 3	77
Metodología	77
3.1.- Reactivos	77
3.2.- Zeolitas utilizadas	78
3.2.1.- Zeolita ZSM-5.....	78
3.2.2.- Zeolita IM-5.....	80
3.2.3.- Zeolita TNU-9.....	83
3.2.4.- Zeolita B-DDR.....	85
3.2.5.- Zeolita ITQ-29.....	87

3.2.6.- Zeolita Beta.....	90
3.2.7.- Zeolita 13X.....	92
3.2.8.- Propiedades texturales de las zeolitas utilizadas.....	94
3.3.- Equipos.....	94
3.3.1.- Difracción de rayos X.....	94
3.3.2.- Equipo de adsorción de N ₂	95
3.3.3.- Microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM).....	96
3.3.4.- Análisis químico (ICP).....	97
3.3.5.- Adsorción volumétrica.....	98
3.3.6.- Adsorción gravimétrica.....	99
3.3.7.- Equipo de curvas de ruptura.....	101
3.4.- Tratamiento de datos.....	102
3.4.1.- Ajuste de las isothermas.....	102
3.4.2.- Cálculo del calor isostérico.....	104
3.4.3.- Cálculo IAST.....	106
3.5.- Referencias bibliográficas.....	107
Capítulo 4.....	111
Resultados y Discusión.....	111
4.1.- Adsorción y separación de hidrocarburos de cadena corta.....	111
4.1.1.- Introducción.....	111
4.1.2.- Caracterización de las zeolitas.....	113
4.1.2.1 Zeolita ZSM-5.....	113
4.1.2.2 Zeolita IM-5.....	114
4.1.2.3 Zeolita TNU-9.....	116
4.1.3.- Medidas experimentales de adsorción de hidrocarburos en zeolitas de poro medio.....	117
4.1.4.- Discusión de resultados.....	121
4.1.4.1 Isothermas de adsorción.....	121
4.1.4.2 Ajuste de las isothermas de hidrocarburos.....	124
4.1.4.3 Calor isostérico.....	130
4.1.4.4 Teoría de la solución ideal adsorbida (IAST).....	133
4.1.4.5 Selectividad.....	135
4.1.4.6 Diagrama de equilibrio de adsorción.....	136
4.1.5.- Conclusiones parciales.....	138
4.2.- Estudio de la adsorción de mezclas de CO₂ y CH₄. Isothermas.....	140
4.2.1.- Introducción.....	140
4.2.2.- Caracterización de las zeolitas.....	144
4.2.2.1 Zeolita Beta.....	144
4.2.2.2 Zeolita ITQ-29.....	146
4.2.2.3 Zeolita B-DDR.....	148

4.2.3.- Medidas experimentales de las isothermas de adsorción de CO ₂ y CH ₄ .	149
4.2.4.- Discusión de resultados.	156
4.2.4.1 Isothermas de adsorción.	156
4.2.4.2 Ajuste de las isothermas de CO ₂ y CH ₄ .	159
4.2.4.3 Calor isostérico.	167
4.2.4.4 Comparación de los métodos volumétrico y gravimétrico.	169
4.2.4.5 Teoría de la solución ideal adsorbida (IAST).	177
4.2.4.6 Selectividad “S _{CO₂/CH₄”.}	178
4.2.4.7 El diagrama de equilibrio de adsorción.	180
4.2.4.8 Comparación entre los resultados obtenidos por medio de la predicción IAST y los obtenidos desde adsorción competitiva.	181
4.2.5.- Conclusiones parciales.	183
4.3.- Estudio de la adsorción dinámica de CO₂ y CH₄.	
Curvas de ruptura.	185
4.3.1.- Introducción.	185
4.3.2.- Caracterización de la zeolita 13X.	186
4.3.3.- Medidas experimentales de la adsorción dinámica de CO ₂ y CH ₄ . Curvas de ruptura.	187
4.3.4.- Discusión de resultados.	190
4.3.4.1 Curvas de ruptura para la zeolita 13X.	190
4.3.4.2 Curvas de ruptura para los gases puros sobre las zeolitas Beta e ITQ-29.	194
4.3.4.3 Curvas de ruptura para las mezclas de gases CO ₂ /CH ₄ (20/80 y 5/95), sobre la zeolita ITQ-29.	196
4.3.4.4 Curvas de ruptura para las mezclas de gases CO ₂ /CH ₄ (20/80 y 5/95) sobre la zeolita Beta.	198
4.3.5.- Conclusiones parciales.	200
4.4.- Referencias bibliográficas.	201
Capítulo 5.	206
Conclusiones.	206
Resúmenes.	209