

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Óxidos de nitrógeno (NOx)	3
1.1.1. Procesos de formación de los NOx	5
1.1.2. Efectos nocivos de los NOx	6
1.1.3. Sistemas de control de emisiones	9
1.2. Problemática actual de los NOx	11
1.2.1. Fuentes de NOx	11
1.2.2. Legislación de emisión de NOx	12
1.2.3. Vehículos diésel	14
1.2.4. Soluciones a la problemática	15
1.3. Reducción Catalítica Selectiva de los NOx (SCR-NOx)	17
1.3.1. NH ₃ -SCR-NOx: Tecnología en vehículos diésel	17
1.3.2. HC-SCR-NOx	33
1.4. Bibliografía	35
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS	41
CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	45
3.1. Parte experimental	47
3.1.1. Preparación de los catalizadores Cu-zeolitas	47
3.1.2. Ensayos catalíticos	54
3.1.3. Técnicas de caracterización	56
3.1.4. Caracterización de los catalizadores preparados	59
3.2. Fundamentos teóricos y metodología	61
3.2.1. RMN de sólidos	61
3.2.2. EPR de sólidos	71
3.2.3. Procedimiento experimental para los estudios <i>in situ</i>	90

3.2.4. Cálculos teóricos	95
3.3. Bibliografía	95
CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE LA REACCIÓN NH₃-SCR-NO_x	97
4.1. Introducción	99
4.2. Ensayos catalíticos	103
4.3. Estudio de la distribución y estado de oxidación del Cu	105
4.3.1. Cálculos teóricos	105
4.3.2. Espectros de EPR de las Cu-zeolitas	107
4.3.3. Conclusiones	114
4.4. Interacción de las Cu-zeolitas con NH ₃	114
4.4.1. TPD-NH ₃	114
4.4.2. Cálculos teóricos	116
4.4.3. EPR <i>in situ</i>	119
4.4.4. RMN <i>in situ</i> de ¹⁵ N y ¹ H	129
4.4.5. Conclusiones	135
4.5. Estudios <i>in situ</i> de la reacción NH ₃ -SCR-NO _x con zeolitas Cu-CHA	137
4.5.1. Espectros de EPR a temperatura variable	137
4.5.2. Interacción con H ₂ O	139
4.5.3. Interacción con ¹⁵ NH ₃	141
4.5.4. Interacción con ¹⁵ NO	142
4.5.5. Interacción con ¹⁵ NO y O ₂	150
4.5.6. Condiciones de reacción <i>in situ</i>	155
4.5.7. Conclusiones	165
4.6. Estudio de la desactivación de los catalizadores Cu-zeolitas	167
4.6.1. Difracción de Rayos X	167
4.6.2. RMN de ²⁹ Si y ²⁷ Al	169
4.6.3. TPD-NH ₃	171
4.6.4. TPR-H ₂	173
4.6.5. EPR <i>in situ</i>	175

4.6.6.	EPR <i>in situ</i> en condiciones de reacción	179
4.6.7.	RMN <i>in situ</i>	185
4.6.8.	Conclusiones	188
4.7.	Bibliografía	189
CAPÍTULO 5.	ESTUDIO DE LA REACCIÓN C₃H₈-SCR-NO_x	197
5.1.	Introducción	199
5.2.	Ensayos catalíticos	203
5.3.	Estudio de la distribución y estado de oxidación del Cu	204
5.3.1.	TPR-H ₂	205
5.3.2.	Espectros de EPR de las Cu-zeolitas	206
5.4.	Interacción de las Cu-zeolitas con C₃H₈ y/o O₂	210
5.4.1.	Ensayos catalíticos de la reacción de oxidación de propano	211
5.4.2.	EPR <i>in situ</i>	211
5.4.3.	FTIR <i>in situ</i>	227
5.4.4.	Conclusiones	229
5.5.	Estudios <i>in situ</i> de la reacción C₃H₈-SCR-NO_x con Cu-zeolitas	230
5.5.1.	EPR <i>in situ</i>	230
5.5.2.	RMN <i>in situ</i>	236
5.6.	Conclusiones	243
5.7.	Bibliografía	245
CAPÍTULO 6.	CONCLUSIONES GENERALES/GENERAL REMARKS	251
6.1.	Estudio de la reacción NH₃-SCR-NO_x	253
6.2.	Estudio de la reacción C₃H₈-SCR-NO_x	256
6.1.	Study of the NH₃-SCR-NO_x reaction	259
6.2.	Study of the C₃H₈-SCR-NO_x reaction	262
ANEXOS		265
	Anexos: Capítulo 4	253

