

1. INTRODUCCIÓN

1.1. LA QUÍMICA VERDE.....	3
1.2. CATÁLISIS.....	5
1.3. CATÁLISIS HETEROGÉNEA: REACCIONES DE OXIDACIÓN PARCIAL SOBRE CATALIZADORES BASADOS EN ÓXIDOS METÁLICOS.....	9
1.4. CATALIZADORES DE VANADIO BASADOS EN ÓXIDOS METÁLICOS MIXTOS.....	19
1.4.1. Catalizadores basados en pirofosfato de vanadilo, $(VO)_2P_2O_7$	20
1.4.2. Catalizadores VSbO con estructura tipo rutilo.....	24
1.4.3. Polioxometalatos con vanadio y estructura tipo Keggin.....	25
1.4.4. Catalizadores basados en bronce de molibdeno y vanadio, MoV(M)O.....	27
1.4.5. Bronces de óxidos mixtos de MoVTe(Sb)NbO.....	28
1.4.6. Catalizadores basados en bronce de wolframio y vanadio.....	31
1.5. BRONCES DE OXIDO DE VANADIO (VOB).....	32
1.5.1. Estructura cristalina del V_2O_5 y formación de bronce de óxido de vanadio.....	33
1.5.2. Estructura cristalina de la fase β - $M_xV_2O_5$	38
1.6. OBJETIVOS.....	41
REFERENCIAS.....	42

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. METODOLOGÍA.....	55
2.2. REACTIVOS.....	56
2.2.1. Gases.....	56
2.2.2. Líquidos.....	57
2.2.3. Sólidos.....	58

2.3. SÍNTESIS HIDROTÉRMAL.....	58
2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA.....	61
2.4.1. Difracción de Rayos-X (DRX).....	61
2.4.2. Análisis térmico gravimétrico y diferencial (TG-DTA).....	63
2.4.3. Espectroscopia de reflectancia difusa en la región ultravioleta-visible (DR UV-Vis).....	64
2.4.4. Espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier (FT-IR).....	65
2.4.5. Espectroscopia Raman.....	66
2.4.6. Espectroscopia fotoelectrónica de rayos-X (XPS).....	68
2.4.7. Resonancia paramagnética electrónica (EPR).....	69
2.4.8. Microscopía electrónica.....	71
2.4.9. Análisis textural. Isotermas de adsorción de nitrógeno.....	74
2.4.10. Reducción a temperatura programada (TPR-H ₂).....	75
2.5. OXIDACIÓN PARCIAL DE ALCOHOLES (METANOL Y ETANOL).....	76
2.5.1. Sistema de reacción.....	76
2.5.2. Ensayo catalítico.....	78
2.5.3. Análisis e identificación de los productos de reacción.....	78
2.5.4. Cálculo de conversión, selectividad y rendimiento.....	80
2.6. OXIDACIÓN PARCIAL DE SULFURO DE HIDRÓGENO A AZUFRE.....	82
2.6.1. Sistema de reacción.....	82
2.6.2. Ensayo catalítico.....	83
2.6.3. Análisis e identificación de los productos de reacción.....	83
2.6.4. Cálculo de conversión, selectividad y rendimiento.....	84
2.7. ESPECTROSCOPIA INFRARROJA DE REFLECTANCIA DIFUSA POR TRANSFORMADA DE FOURIER (DRIFTS).....	85

REFERENCIAS.....	90
3. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE CATALIZADORES	
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	93
3.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	97
3.2.1. Caracterización físico-química de los catalizadores Na-V-O.....	97
3.2.2. Caracterización físico-química de los catalizadores Ag-V-O.....	111
3.2.3. Caracterización físico-química de los catalizadores Ca-V-O.....	124
3.2.4. Caracterización físico-química de los catalizadores Cu-V-O.....	138
3.3. CONSIDERACIONES FINALES.....	149
REFERENCIAS.....	155
4. OXIDACIÓN PARCIAL DE SULFURO DE HIDRÓGENO	
4.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	161
4.1.1. Proceso Claus Modificado.....	164
4.1.2. Eliminación de H ₂ S del gas de cola del Proceso Claus Modificado....	167
4.1.3. Oxidación catalítica selectiva de H ₂ S.....	168
4.2. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	172
4.3. RESULTADOS CATALÍTICOS Y DISCUSIÓN.....	174
4.3.1. Oxidación parcial de H ₂ S con catalizadores Na-V-O.....	174
4.3.1.1. Estudio catalítico.....	176
4.3.1.2. Caracterización de los catalizadores Na-V-O antes de la reacción.....	178
4.3.1.3. Caracterización de los catalizadores Na-V-O después de la reacción.....	182
4.3.1.4. Discusión de los resultados.....	185
4.3.2. Oxidación parcial de H ₂ S con catalizadores Ag-V-O.....	186

4.3.2.1. Estudio catalítico.....	188
4.3.2.2. Caracterización de los catalizadores Ag-V-O antes de la reacción.....	192
4.3.2.3. Caracterización de los catalizadores Ag-V-O después de la reacción.....	196
4.3.2.4. Discusión de los resultados.....	199
4.3.3. Oxidación parcial de H ₂ S con catalizadores Ca-V-O.....	200
4.3.3.1. Estudio catalítico.....	202
4.3.3.2. Caracterización de los catalizadores Ca-V-O antes de la reacción.....	206
4.3.3.3. Caracterización de los catalizadores Ca-V-O después de la reacción.....	208
4.3.3.4. Discusión de los resultados.....	210
4.3.4. Oxidación parcial de H ₂ S con catalizadores Cu-V-O.....	211
4.3.4.1. Estudio catalítico.....	212
4.3.4.2. Caracterización de los catalizadores Cu-V-O antes de la reacción.....	215
4.3.4.3. Caracterización de los catalizadores Cu-V-O después de la reacción.....	218
4.3.4.4. Discusión de los resultados.....	221
4.4. CONSIDERACIONES FINALES.....	222
REFERENCIAS.....	227
5. OXIDACIÓN PARCIAL DE ALCOHOLES	
5.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	233
5.2. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	249
5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	251

5.3.1. Oxidación parcial de alcoholes con catalizadores Na-V-O.....	251
5.3.1.1. Oxidación parcial de metanol.....	251
5.3.1.2. Oxidación parcial de etanol.....	256
5.3.1.3. Espectroscopia infrarroja de reflectancia difusa por transformada de Fourier (DRIFTS).....	259
5.3.1.4. Discusión de los resultados.....	265
5.3.2. Oxidación parcial de alcoholes con catalizadores Ag-V-O.....	268
5.3.2.1. Oxidación parcial de metanol.....	268
5.3.2.2. Oxidación parcial de etanol.....	271
5.3.2.3. Espectroscopia infrarroja de reflectancia difusa por transformada de Fourier (DRIFTS).....	274
5.3.2.4. Discusión de los resultados.....	276
5.3.3. Oxidación parcial de alcoholes con catalizadores Ca-V-O.....	279
5.3.3.1. Oxidación parcial de metanol.....	279
5.3.3.2. Oxidación parcial de etanol.....	282
5.3.3.3. Espectroscopia infrarroja de reflectancia difusa por transformada de Fourier (DRIFTS).....	284
5.3.3.4. Discusión de los resultados.....	286
5.3.4. Oxidación parcial de alcoholes con catalizadores Cu-V-O.....	287
5.3.4.1. Oxidación parcial de metanol.....	288
5.3.4.2. Oxidación parcial de etanol.....	290
5.3.4.3. Espectroscopia infrarroja de reflectancia difusa por transformada de Fourier (DRIFTS).....	292
5.3.4.4. Discusión de los resultados.....	293
5.4. CONSIDERACIONES FINALES.....	295
REFERENCIAS.....	308

6. CONCLUSIONES	315
ANEXO 1. ÍNDICE DE TABLAS, ESQUEMAS Y FIGURAS	321
ANEXO 2. PUBLICACIONES	341