

Índice

1. Anexo I: Reactivos	3
2. Anexo II: Resultados prueba dipcoating:	3
3. Anexo III: Cálculos Ecuación de Landau-Levich.....	3
4. Anexo IV: Fundamento teóricos de caracterización	4
4.1 Microscopía electrónica de barrido (SEM, Scanning Electron Microscopy).....	4
4.2 Espectroscopía de energía dispersiva de rayos X (EDX, Energy-dispersive X-ray Spectroscopy)	4
4.3 Difracción de rayos X (XRD; X-ray Diffraction).....	5
5. Anexo V: Calibración GC.....	5
6. Anexo VI: Fundamento de cámara microondas monomodal (ADREM)	7
7. Anexo VII: Tratamiento de datos EXCEL.....	9
8. Anexo VIII: Resultados reacción Sr/La ₂ O ₃ en lecho fijo con calentamiento convencional a distintas temperaturas.	10
9. Anexo IX: Reacciones en lecho fijo de Li/MgO con calentamiento convencional ..	12
10. Anexo X: Resultados reacción Sr/La ₂ O ₃ en monolito con calentamiento convencional.....	15
11. Anexo XI: Resultados reacción Sr/La ₂ O ₃ en monolito con calentamiento asistido por Microondas	16
12. Anexo XII: Reacción Li/MgO en monolito con calentamiento convencional (CH) 17	
13. Anexo XIII: Reacción con monolito de Li/MgO con calentamiento asistido por microondas.	18
14. Bibliografía.....	20

1. Anexo I: Reactivos

Tabla 1. Reactivos utilizados

Reactivo	Proveedor	Pureza
MgO	Sigma Aldrich	99%
LiNO ₃	Sigma Aldrich	99.9%
La ₂ O ₃	Sigma Aldrich	99.9%
Sr(NO ₃) ₂	Sigma Aldrich	99+%
Ludox 40	Sigma Aldrich	40%wt

2. Anexo II: Resultados prueba dipcoating:

Resultado de las 4 pruebas realizadas con monolito de cordierita y un slurry de La₂O₃. Cada prueba consistía en 4 ciclos completos. P0 es el peso inicial del monolito y Pi es su peso después de cada ciclo.

Tabla 2. Resultados pruebas dipcoating con slurry de La₂O₃

	MONOLITO 1		MONOLITO 2		MONOLITO 3		MONOLITO 4	
P0 (MG)	203.7	0.00%	138.3	0.00%	157.3	0.00%	210.0	0.00%
P1 (MG)	232.8	14.29%	152.7	10.41%	170.3	8.26%	233.1	10.99%
P2 (MG)	255.9	25.63%	162.4	17.43%	182.5	16.02%	251.4	19.69%
P3 (MG)	274	34.51%	197.5	42.81%	204.2	29.82%	285.0	35.71%
P4 (MG)	290	42.37%	199.9	44.54%	215.6	37.06%	296.8	41.32%

3. Anexo III: Cálculos Ecuación de Landau-Levich

Para el cálculo teórico de la película formada por dipcoating se utiliza la ecuación de Landau-Levich (**Ec. 1**).

$$h_0 = c \left(\frac{\eta U_0}{\rho g} \right)^{\frac{1}{2}}$$

[Ecuación 1]

Teniendo los siguientes datos:

- $c=0.8$
- $\eta=7\text{cp}=0.07 \text{ g/cm}^2\cdot\text{s}$
- $\rho=1 \text{ g/cm}^3$
- $U_0=10\text{mm/min}=60^{-1}\text{cm/s}$
- $g=9.8\text{m/s}^2=98\text{cm/s}^2$

Sustituimos en la ecuación y el resultado es de: 2.76 μm .

4. Anexo IV: Fundamento teóricos de caracterización

4.1 Microscopía electrónica de barrido (SEM, Scanning Electron Microscopy)

La microscopía electrónica de barrido (SEM, Scanning Electron Microscopy) es una técnica de caracterización basada en el principio de la microscopía óptica en la que es sustituido el haz de luz por un haz de electrones. El equipo cuenta con un filamento para generar dicho haz de electrones que ilumina la muestra. La muestra está generalmente (salvo si ya es conductora) recubierta por una fina capa de un metal conductor, lo que le otorga propiedades conductoras. Al alcanzar el haz de electrones en la superficie de la muestra se generan, principalmente, electrones retrodispersados y electrones secundarios, además de rayos X; dichos electrones son recogidos por una serie de detectores para así crear una imagen de la superficie de la muestra (1).

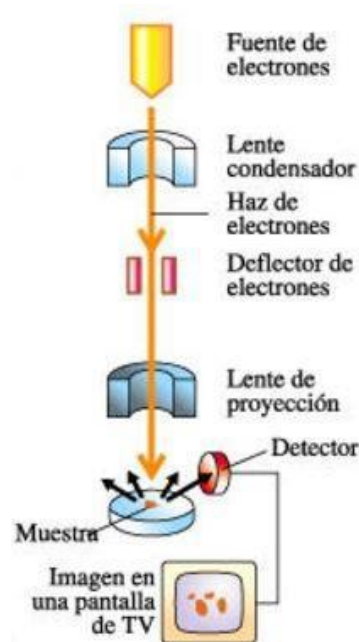


Figura 1. Esquema microscopio electrónico de barrido (2)

4.2 Espectroscopía de energía dispersiva de rayos X (EDX, Energy-dispersive X-ray Spectroscopy)

La espectroscopía de energía dispersiva de rayos X (ED. Energy-dispersive X-ray Spectroscopy) consiste en analizar los rayos X emitidos por la muestra tras su contacto con el haz de electrones, para ello se mide la energía de dichos rayos. La energía medida es característica del elemento químico del cual proviene. El equipo con el cual se realiza el análisis consiste en un analizador de energía dispersiva acoplado al microscopio electrónico de barrido.

Gracias a esta técnica se puede conocer la composición de los elementos de un sólido (1).

4.3 Difracción de rayos X (XRD; X-ray Diffraction)

A través de la difracción de rayos X (XRD, *X-Ray Diffraction*) es posible estudiar la cristalinidad de un compuesto. Para ello, se hace incidir un haz de rayos X sobre la muestra que interacciona con los electrones que la conforman. Para un determinado ángulo de incidencia (2θ) se produce un fenómeno en el que la onda que se difracta en un plano y la onda que se difracta en un plano inferior después de la difracción, están en fase. Cuando se cumple esta condición (dada por la Ley de Bragg (Ecuación X)) se produce un reforzamiento de las ondas difractadas que producen una señal de rayos X muy intensa; a través esta señal detectada y su ángulo de incidencia correspondiente (2θ) se forma el espectro de difracción de la muestra, el cual determina la cristalinidad de la muestra (1).

Ecuación 1. Ley de Bragg

$$\lambda = 2 \cdot d \cdot \sin \theta$$

Siendo:

- λ : Longitud de onda
- d : distancia entre planos paralelos
- θ : ángulo entre los rayos incidentes y los planos paralelos

5. Anexo V: Calibración GC

La calibración del Cromatógrafo de gases consiste en obtener una señal consistente y nítida de los productos que vamos a obtener en la reacción. Para ello utilizamos una botella de calibración cuya composición conocemos y podemos ver en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Composición botella de calibración

Componente	H ₂	O ₂	CO	CH ₄ TCD	CO ₂	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂
Comp. nom. (%)	5.090%	3.930%	5.00%	49.920%	5.04%	4.99%	4.990%	5.010%

Con la composición de la botella el siguiente paso es identificar las áreas que emiten cada elemento en el software del cromatógrafo. En nuestro caso, nuestro GC tiene instalados dos sensores: TCD, detecta los gases permanentes CH₄, H₂, O₂, CO, CO₂; FCD, que detecta los hidrocarburos no aromáticos.

Teóricamente, la señal es lineal y proporcional a la cantidad. Es decir, obteniendo un punto de cada componente nos bastaría para conocer su composición conociendo el área.

Tabla 4. Resultados Calibración GC

Componente	H ₂	O ₂	CO	CH ₄ TCD	CO ₂	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂
Comp. nom. (%)	50.9%	39.3%	5%	49.92%	5.04%	49.9%	49.9%	5.01%
1	13.1605	1.5387	1.1007	30.888	0.9265	378.5432	387.0127	51.6459
2	13.7171	1.4173	1.1373	31.7026	0.9732	369.7737	378.3194	53.6831

3	13.8049	1.3706	1.1419	31.8791	0.9581	376.4981	384.821 6	53.6223
4	13.8527	1.3553	1.1452	31.8956	0.9904	373.5277	381.389 3	52.7589
5	13.8626	1.3487	1.152	31.8668	0.9525	377.49	385.686 7	53.007
6	13.8779	1.3447	1.143	31.8703	0.9904	374.3755	382.371 1	52.2143
7	13.876	1.343	1.143	31.912	0.9581	378.29	386.321	52.519
PROMEDIO	13.7359	1.38832	1.13758	31.7163	0.96518	375.499	383.703	52.7786
DESVEST	0.26002	0.07116	0.01685	0.37183	0.02467	3.16086	3.13859	0.73613
ERROR REL. %	0.01893	0.05125	0.01481	0.01172	0.02556	0.00841	0.00817	0.01394

En la **Tabla 2** podemos ver los resultados de la calibración. Por ejemplo, una composición del 49.92% en metano nos da una señal de 31.7163, por lo que si analizando los productos tenemos una señal de 24.56 tendremos una composición de $\text{CH}_4(\%) = (49.92/31.7163) * 24.56 = \mathbf{38.66\%}$.

Además, fue necesario modificar el método de análisis para obtener áreas mayores y sin ruido de los componentes que íbamos a tener. Esto se realizó siguiendo las instrucciones del manual del instrumento (Thermo Scientific Trace 1300 GC) (3).

6. Anexo VI: Fundamento de cámara microondas monomodal (ADREM)

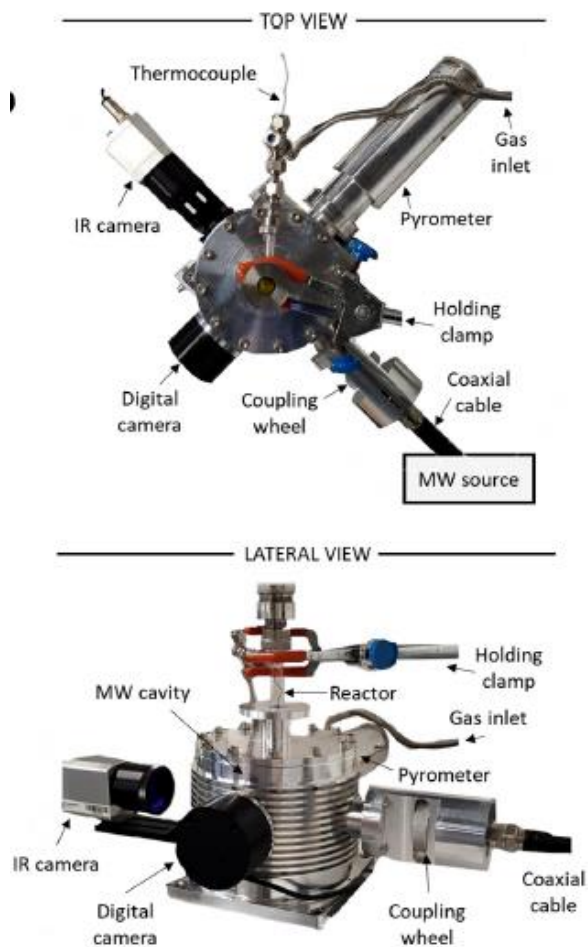


Figura 2. Esquema cámara microondas monomodal ADREM (4)

En la **Figura 2** podemos ver nuestra cámara microondas y sus principales componentes. A continuación, se definen los más importantes:

- Cable coaxial (Coaxial cable): es el cable encargado de transportar las ondas microondas desde la fuente (MW Source) hasta la cámara y termina en una antena.
- Coupling Wheel: es una rueda que nos sirve para alejar o acercar la antena.
- Pirómetro (Pyrometer): Mide la temperatura del primer objeto que se encuentra, en nuestro caso es la pared del reactor.
- Cámara infrarrojo (IR camera): mide el espectro infrarrojo emitido por el monolito y obtenemos la temperatura de este.
- Cámara digital (Digital Camera): nos da una imagen real del interior de la cavidad.
- Fuente de MW (MW Source), potencia de 110W y frecuencia de 2.45GHz.

Además, están las variables que controla el software para tener un control de temperatura, son las siguientes:

- Amplitud de barrido (A)

- Frecuencia central (F)

Es importante saber que cada material tiene distintas propiedades. La más importante para nosotros es la frecuencia de resonancia, en la que absorbe el máximo de energía, esta frecuencia varía en función de la temperatura.

Nuestro sistema hace un barrido de frecuencias de una amplitud (A), con centro en F, con una frecuencia de 2.45GHz que actúa en una longitud de X mm. Cuanto más grande sea la amplitud menor tiempo está el material absorbiendo energía (calentándose), menor tiempo se emite en la frecuencia de resonancia. Haciendo menor A aumentamos la velocidad de calentamiento. El material se calentará siempre que su frecuencia de resonancia este dentro del barrido de frecuencias, para ello el software tiene una función para mantener la frecuencia de resonancia como frecuencia central (F).

Cuando llegamos a altas temperaturas se puede llegar a tener algún conflicto. Con amplitudes muy pequeñas es fácil que el software pierda la frecuencia de resonancia, perdiendo así la capacidad de calentar. Para evitarlo se puede acercar la antena (girando la coupling Wheel) aumentando la potencia que le llega al material.

El software nos permite controlar utilizando la temperatura medida desde la cámara IR (**Figura 3**) o la temperatura medida por el pirómetro. Además, tiene dos modos automáticos para controlar la temperatura, control de rampa de temperatura (°/s) o temperatura objetivo.

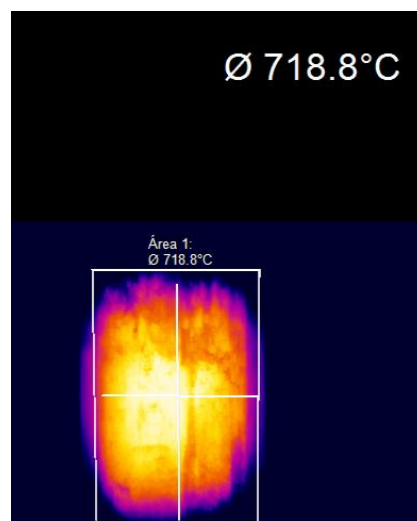


Figura 3. Imagen de monolito caliente con la cámara IR, y el área de medida de temperatura

Ventajas frente al calentamiento convencional:

- Velocidad de enfriamiento
- Potencia consumida (Carbolite: XW)

Desventajas frente al calentamiento convencional:

- Control en altas temperaturas
- No apto para cualquier material
- Calienta mayor tamaño

7. Anexo VII: Tratamiento de datos EXCEL

Con cada experimento obtenemos numerosos datos. Los más importantes son los obtenidos mediante el GC que vienen reflejados en áreas de pico. Utilizando la calibración (Anexo III) podemos convertir estos datos a composición.

Gracias al GC tenemos datos de composición a los tiempos que se ha hecho cada análisis. Como estamos ante una reacción en fase gas se ha medido el caudal en cada momento para obtener el factor de expansión.

Conociendo la composición a la entrada, la composición a la salida y el factor de expansión, para obtener la conversión de metano y selectividades a respectivos productos solo hay que seguir las siguientes fórmulas:

$$E = \frac{\text{caudal salida}}{\text{caudal entrada}}$$

$$X_{CH_4}(\%) = \frac{\%_{in} - E * \%_{out}}{\%_{in}}$$

$$S_{C_xH_y} = \frac{x * E * \%C_xH_{yout}}{\%CH4_{in} - E\%CH4_{out}}$$

Lo único que nos faltaría sería calcular el rendimiento de metano a C2+ que es el producto de X_{CH_4} por la suma de selectividades de los hidrocarburos.

8. Anexo VIII: Resultados reacción Sr/La₂O₃ en lecho fijo con calentamiento convencional a distintas temperaturas.

Tabla 5. Condiciones de reacción Sr/La₂O₃, lecho fijo a distintas temperaturas

Peso Cat	200	mg
Caudales		
CH₄	15.36	ml/min
O₂	1.92	ml/min
Ar	4.80	ml/min
Comp	8:1:2.5	
Velocidad	6.62	WHSV
Temperatura	550-850	°C

Tabla 6. Resumen resultados de la reacción Sr/La₂O₃, lecho fijo a distintas temperaturas

T	X(CH₄)	SC₂	SCO_x	X O₂	R
550	7.24%	2.04%	97.96%	94.65%	0.148%
600	8.40%	5.05%	94.95%	94.20%	0.424%
650	8.74%	9.01%	90.98%	94.34%	0.788%
700	8.58%	11.14%	88.54%	94.53%	0.956%
750	7.70%	17.93%	79.64%	94.77%	1.381%
800	8.17%	22.97%	77.98%	95.13%	1.877%
850	7.00%	20.43%	79.16%	95.55%	1.429%

Tabla 7. Composición de salida y temperatura para cada tiempo durante la reacción Sr/La₂O₃ lecho fijo a distintas temperaturas.

Temp	t (h)	CH₄	H₂	O₂	CO	CO₂	C₂H₆	C₂H₄
550	0.575	46.58%	3.87%	0.24%	0.82%	3.35%	0.07%	0.00%
550	0.766667	46.65%	3.86%	0.28%	0.83%	3.20%	0.05%	0.00%
550	0.958333	46.55%	3.88%	0.33%	0.84%	3.18%	0.05%	0.00%
550	1.15	46.66%	3.87%	0.36%	0.84%	3.16%	0.05%	0.00%
550	1.341667	46.78%	3.83%	0.40%	0.85%	3.28%	0.04%	0.00%
550	1.533333	46.72%	3.78%	0.43%	0.82%	3.20%	0.04%	0.00%
550	1.725	46.89%	3.71%	0.46%	0.82%	3.02%	0.03%	0.00%
550	1.916667	46.96%	3.64%	0.50%	0.81%	3.07%	0.00%	0.00%
550	2.108333	46.98%	3.59%	0.54%	0.81%	2.96%	0.02%	0.00%
600	2.3	47.06%	3.50%	0.58%	0.79%	0.14%	0.02%	0.00%
600	2.491667	46.15%	4.09%	0.19%	0.98%	3.16%	0.11%	0.02%
600	2.683333	46.12%	4.13%	0.20%	0.98%	3.21%	0.09%	0.01%
600	2.875	46.24%	4.14%	0.20%	0.98%	3.21%	0.08%	0.01%
650	3.066667	46.03%	3.66%	0.15%	0.87%	3.25%	0.15%	0.04%
650	3.258333	45.96%	3.71%	0.14%	0.86%	0.07%	0.17%	0.05%

650	3.45	46.01%	3.66%	0.16%	0.91%	3.11%	0.15%	0.04%
650	3.641667	46.02%	3.64%	0.17%	0.92%	3.10%	0.14%	0.04%
650	3.833333	45.93%	3.66%	0.17%	0.89%	3.19%	0.15%	0.04%
650	4.025	46.08%	3.62%	0.17%	0.89%	3.09%	0.15%	0.04%
650	4.216667	45.80%	3.21%	0.13%	0.76%	3.21%	0.18%	0.08%
700	4.408333	45.88%	3.21%	0.12%	0.76%	3.11%	0.16%	0.07%
700	4.6	46.08%	3.13%	0.13%	0.74%	3.04%	0.17%	0.08%
750	4.791667	45.50%	2.42%	0.01%	0.41%	3.45%	0.24%	0.20%
750	4.983333	45.61%	2.29%	0.02%	0.38%	3.28%	0.23%	0.18%
750	5.175	45.80%	2.21%	0.02%	0.42%	0.04%	0.20%	0.16%
750	5.366667	43.03%	2.03%	0.02%	0.36%	0.02%	0.22%	0.17%
800	5.558333	38.76%	1.61%	0.00%	0.17%	2.45%	0.18%	0.24%
800	5.75	36.78%	1.36%	0.00%	0.15%	2.48%	0.15%	0.20%
800	5.941667	43.27%	1.57%	0.00%	0.16%	2.67%	0.18%	0.24%
800	6.133333	43.21%	0.00%	0.00%	0.18%	2.76%	0.17%	0.23%
800	6.325	6.84%	0.22%	0.00%	0.06%	0.10%	0.02%	0.02%
800	6.516667	6.82%	0.00%	0.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
800	6.708333	41.58%	1.77%	0.00%	0.36%	3.04%	0.22%	0.16%
800	6.9	41.71%	1.30%	0.00%	0.15%	0.07%	0.18%	0.24%
800	7.091667	41.69%	1.26%	0.01%	0.02%	2.70%	0.21%	0.27%
800	7.283333	41.75%	1.25%	0.01%	0.16%	2.89%	0.23%	0.29%
800	7.475	41.76%	0.00%	0.01%	0.18%	2.86%	0.20%	0.24%
800	7.666667	41.77%	1.22%	0.00%	0.14%	2.81%	0.20%	0.24%
800	7.858333	41.73%	1.24%	0.01%	0.15%	2.77%	0.20%	0.23%
800	8.05	41.74%	1.24%	0.01%	0.18%	2.75%	0.17%	0.20%
800	8.241667	41.75%	1.26%	0.00%	0.15%	2.77%	0.18%	0.21%
850	8.433333	39.76%	1.21%	0.01%	0.18%	2.62%	0.16%	0.18%
850	8.625	39.40%	1.22%	0.01%	0.16%	2.61%	0.17%	0.20%
850	8.816667	39.23%	1.71%	0.00%	0.15%	0.09%	0.12%	0.26%
850	9.008333	39.33%	1.71%	0.00%	0.15%	2.60%	0.11%	0.24%
850	9.2	40.87%	1.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.25%
850	9.391667	39.60%	1.72%	0.00%	0.15%	0.07%	0.11%	0.24%

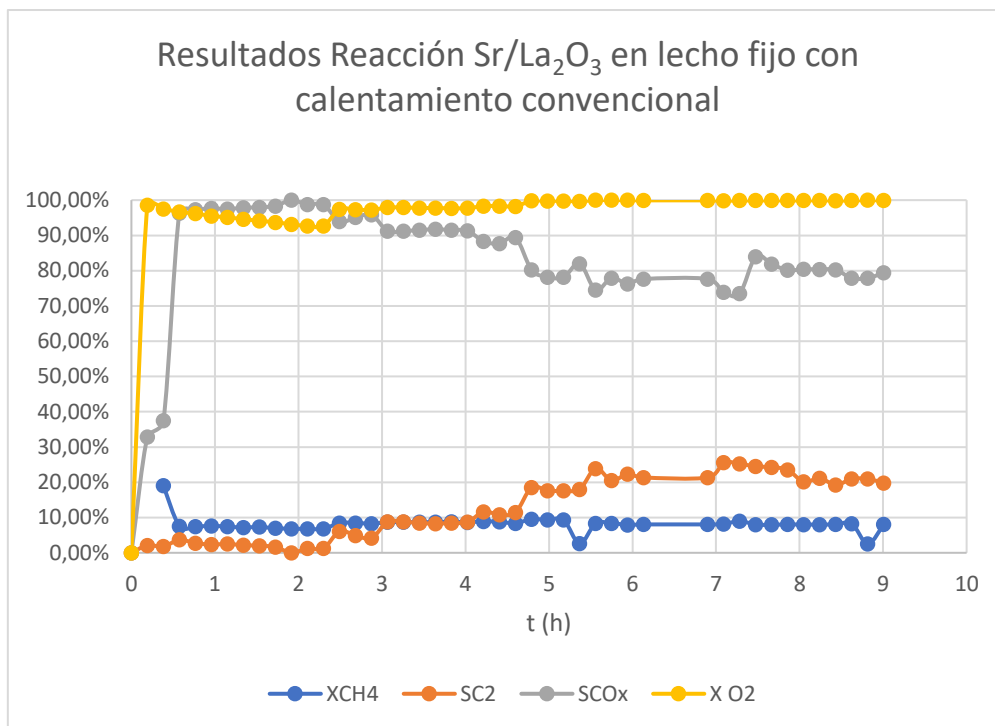


Figura 4. Resultado reacción Sr/La₂O₃ lecho fijo a distintas temperaturas

9. Anexo IX: Reacciones en lecho fijo de Li/MgO con calentamiento convencional

Tabla 8. Condiciones de las reacciones con lecho fijo de Li/MgO con calentamiento convencional

	A	B	
Caudales	24.19	25.33	ml/min
CH₄	19.35	18.9975	ml/min
O₂	4.84	6.3325	ml/min
Ar	0	0	ml/min
Comp	4.1.0	3.1.0	CH₄:O₂:Ar
T^a	700	750	°C
Velocidad	4.78	5.1	WHSV

Tabla 9. Resumen de resultados de las reacciones con lecho fijo de Li/MgO con calentamiento convencional

	A		B	
X(CH₄)	23.56%	±0.44%	22.78%	±0.33%
S(C₂+) 	48.51%	±1.67%	30.77%	±1.45%
S(CO_x)	51.49%	±1.67%	73.67%	±1.17%
X(O₂)	97.76%	±0.21%	89.76%	±1.19%
R(C₂+) 	11.44%	±0.59%	7.01%	±0.25%

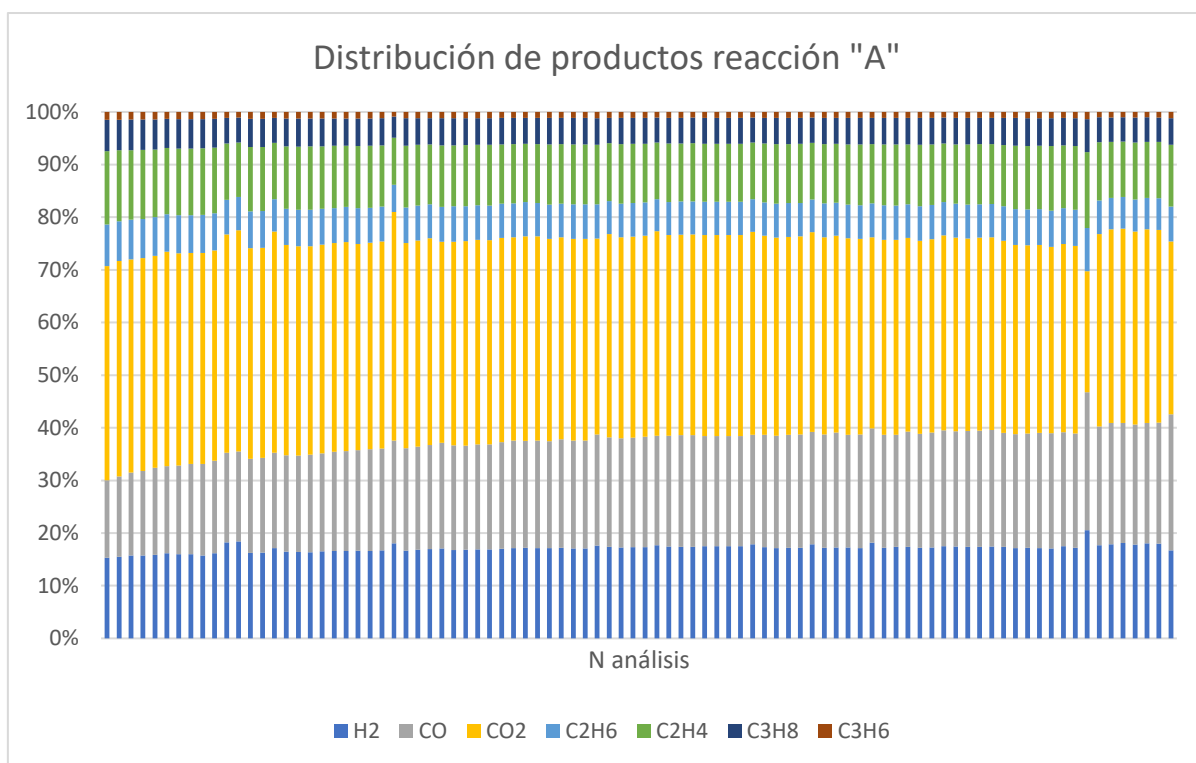


Figura 5. Distribución de productos de la reacción "A"

En la **Figura 5** se puede ver la distribución de los productos sin tener en cuenta los dos reactivos, CH_4 y O_2 .

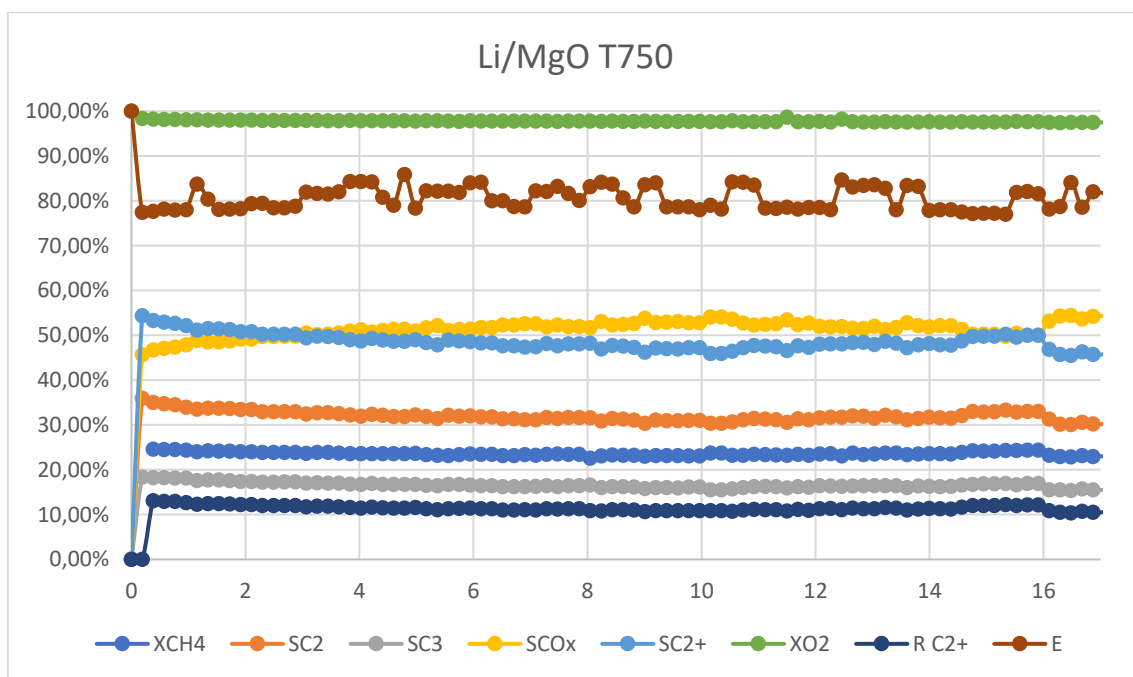


Figura 6. Resultados de la reacción "A" de lecho fijo de Li/MgO con calentamiento convencional

En la **Figura 6** se pueden ver los resultados de la reacción A. Están representadas las selectividades, la conversión, rendimiento a C_2^+ y el factor de expansión.

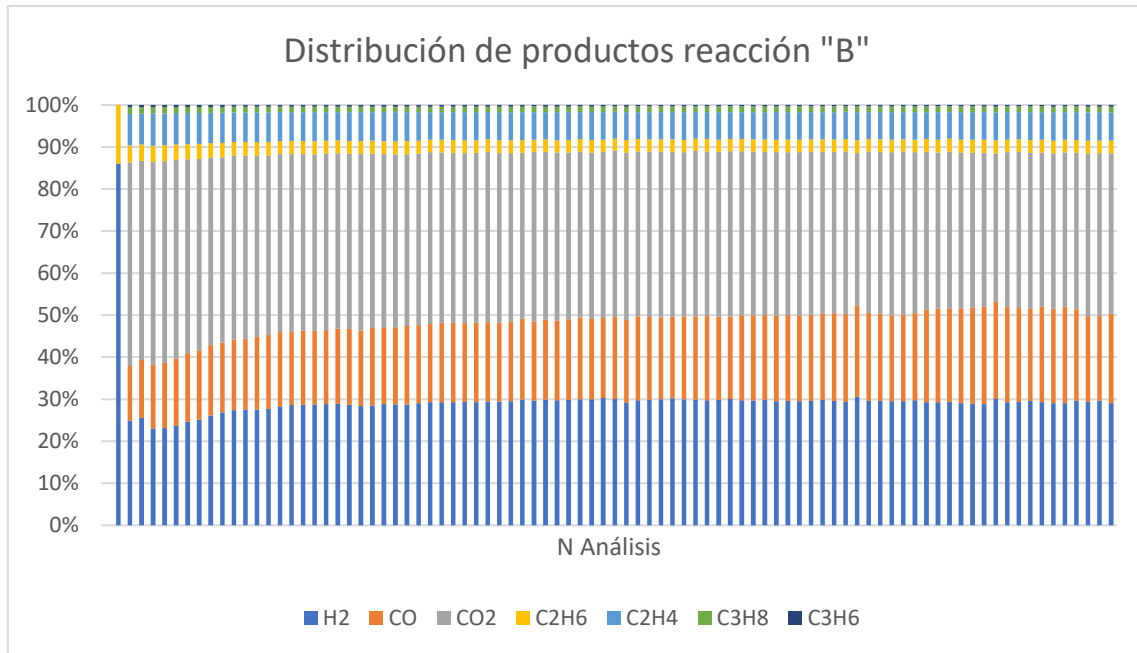


Figura 7. Distribución de productos de la reacción "B"

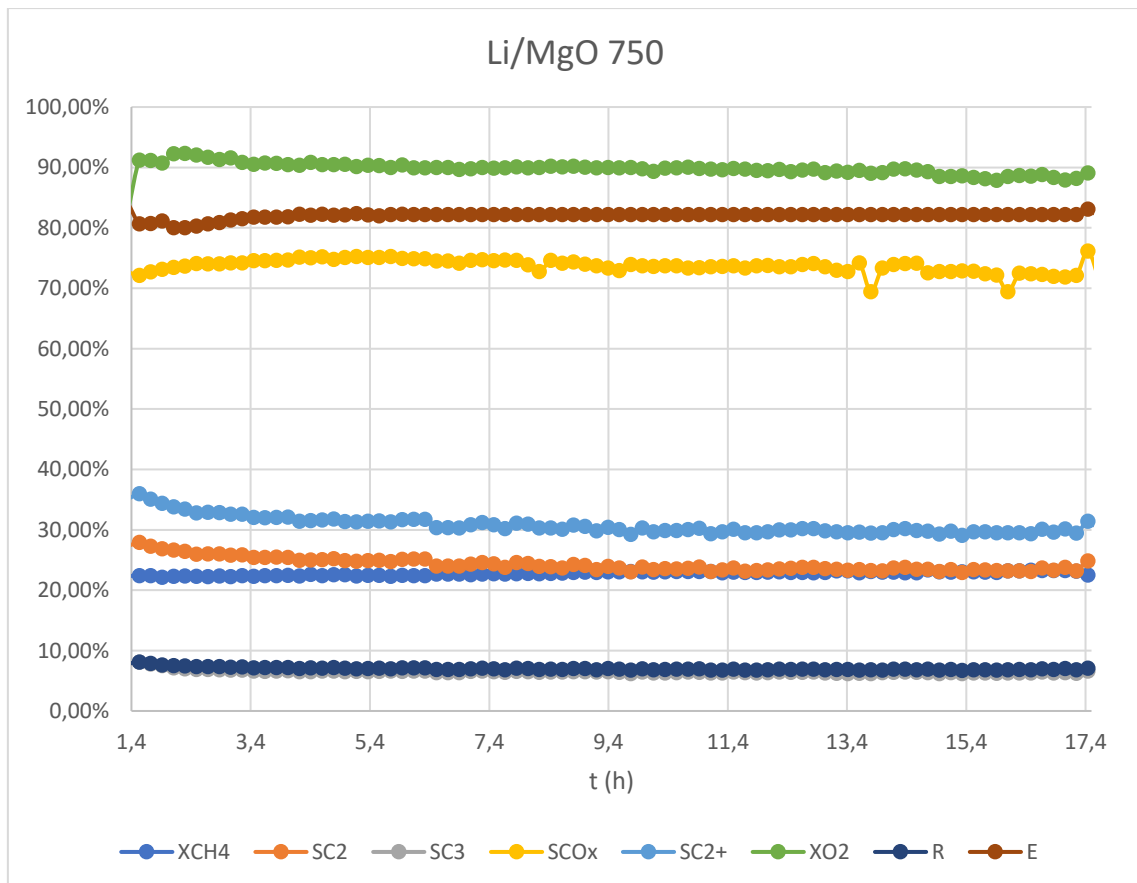


Figura 8. Resultados de la reacción "B" de lecho fijo de Li/MgO con calentamiento convencional

Al igual que en la reacción "A", podemos ver los resultados de la reacción "B" en las Figuras 7 y 8.

10. Anexo X: Resultados reacción Sr/La₂O₃ en monolito con calentamiento convencional.

Tabla 10. Condiciones de reacción de Sr/La₂O₃ en monolito con calentamiento convencional.

Peso Cat	130	mg
Caudales		
CH₄	5.2	ml/min
O₂	0.65	ml/min
Ar	2.22	ml/min
Comp	8:1:2.5	
Velocidad	6.04	WHSV
Temperatura	750	°C

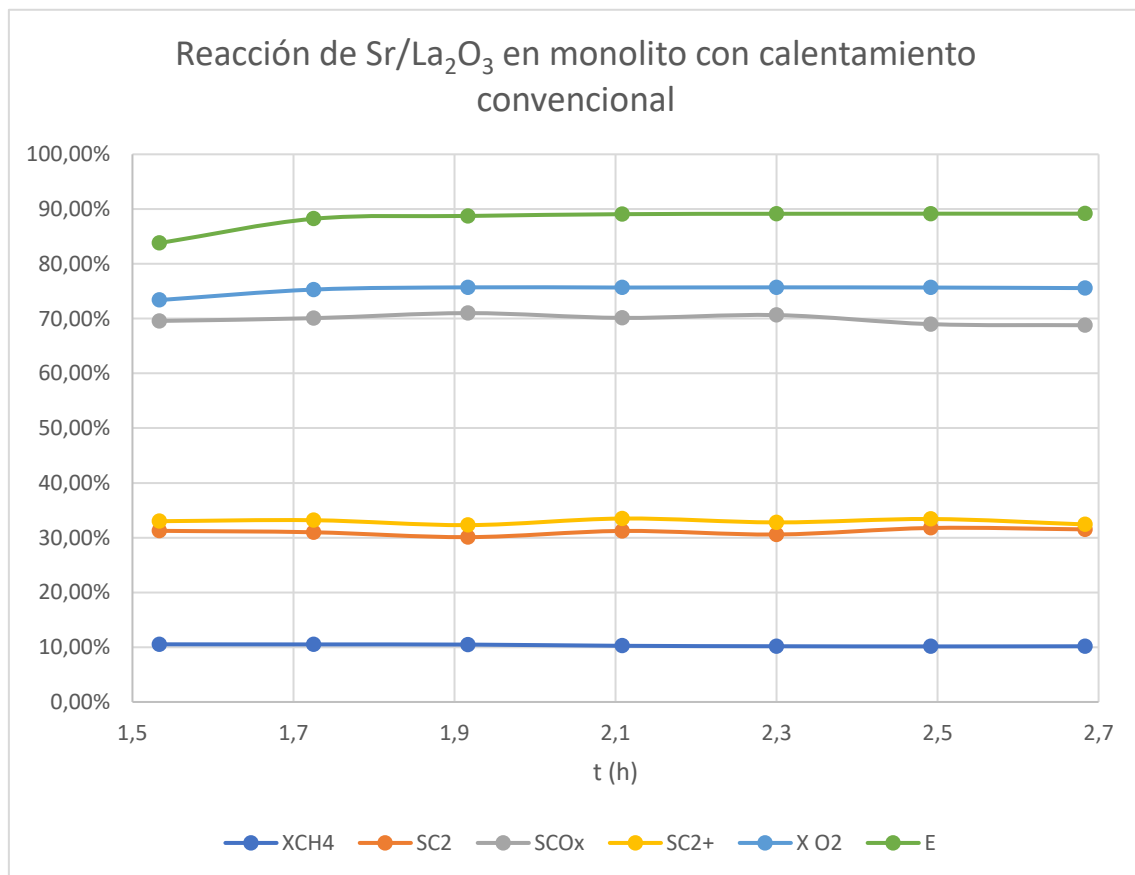


Figura 9. Resultados de reacción de Sr/La₂O₃ en monolito con calentamiento convencional

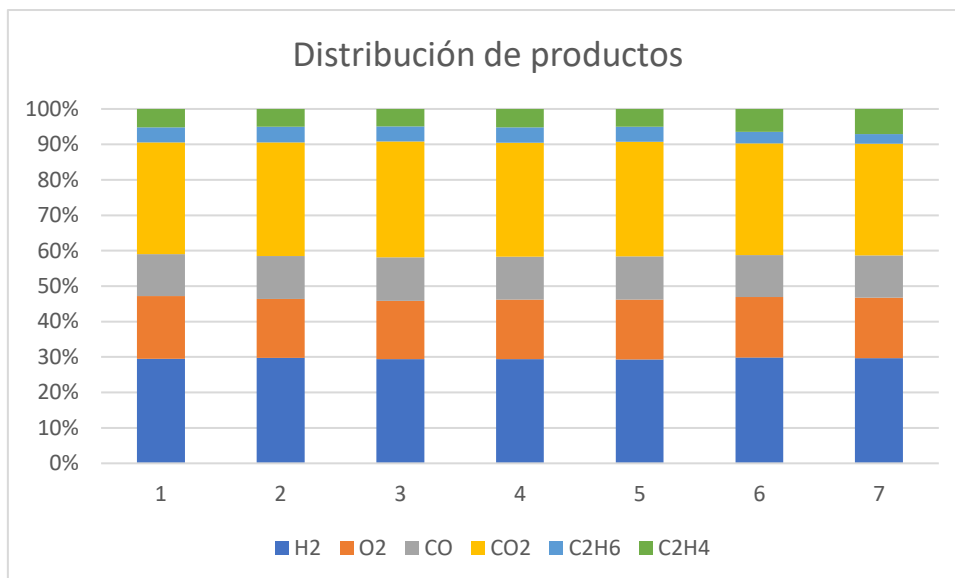


Figura 10. Distribución de productos de reacción de Sr/La₂O₃ en monolito con calentamiento convencional

11. Anexo XI: Resultados reacción Sr/La₂O₃ en monolito con calentamiento asistido por Microondas

Tabla 11. Condiciones de reacción de Sr/La₂O₃ en monolito con calentamiento asistido por microondas.

Peso Cat	155	mg
Caudales		
CH4	6.2	ml/min
O2	0.73	ml/min
Ar	2.64	ml/min
Comp	8:1:2.5	
Velocidad	6.04	WHSV
Temperatura	750	°C

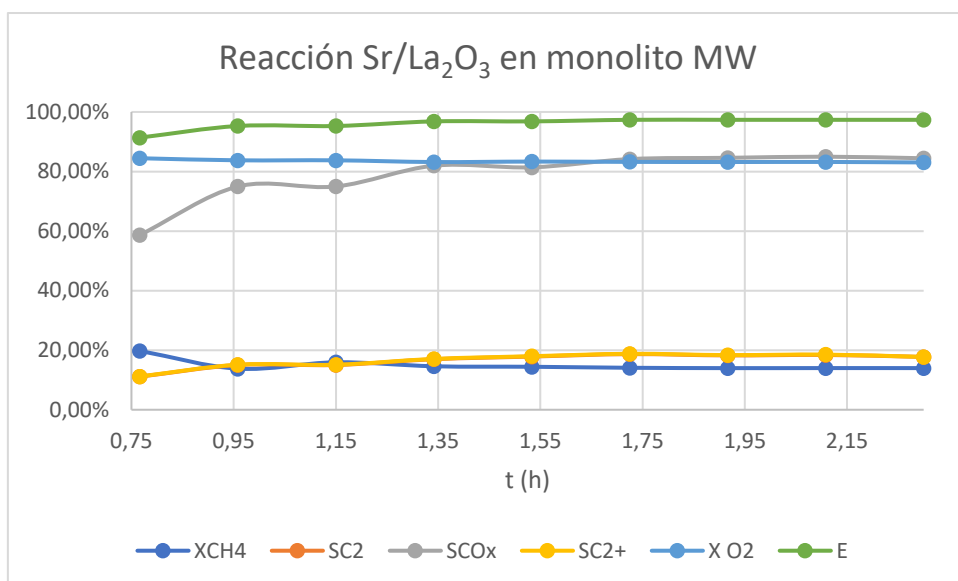


Figura 11. Resultados de reacción de Sr/La₂O₃ en monolito con calentamiento asistido por microondas.

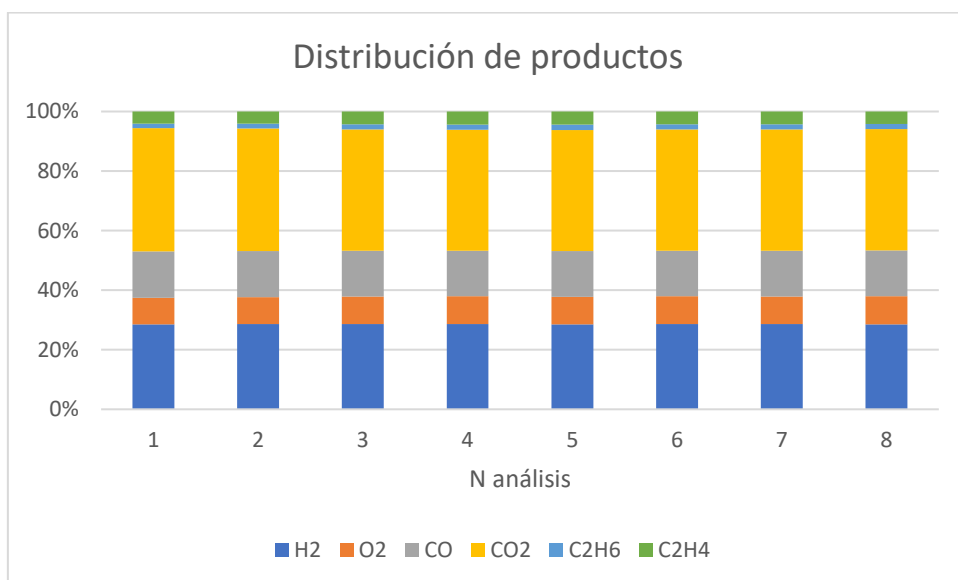


Figura 12. Distribución de productos de la reacción de Sr/La₂O₃ en monolito con calentamiento asistido por microondas.

12. Anexo XII: Reacción Li/MgO en monolito con calentamiento convencional (CH)

Tabla 12. Condiciones de Reacción Li/MgO en monolito con calentamiento convencional

Peso Cat	75	mg
Caudales		
CH4	5	ml/min
O2	1.67	ml/min
Ar	0.00	ml/min

Comp	3:1:0	
Velocidad	5.1	WHSV
Temperatura	750	°C

Tabla 13. Composiciones de salida y factor de expansión de la reacción Li/MgO en monolito con calentamiento convencional

E	CH4	H2	O2	CO	CO2	C2H6	C2H4
74.46%	57.63%	2.25%	3.91%	9.52%	25.91%	0.77%	0.00%
66.51%	57.00%	2.35%	3.51%	9.77%	26.59%	0.79%	0.00%
63.86%	56.35%	2.41%	3.37%	9.87%	26.87%	0.41%	0.73%
63.21%	56.22%	2.45%	3.29%	9.91%	26.97%	0.41%	0.74%
62.90%	56.17%	2.52%	3.22%	9.92%	27.00%	0.42%	0.75%
64.04%	57.47%	2.81%	2.88%	9.57%	26.04%	0.38%	0.85%
64.29%	57.71%	2.90%	2.77%	9.51%	25.88%	0.35%	0.89%
64.29%	57.70%	2.92%	2.75%	9.51%	25.88%	0.35%	0.90%
64.02%	57.49%	2.90%	2.71%	9.57%	26.06%	0.36%	0.91%
63.89%	57.32%	2.91%	2.70%	9.62%	26.20%	0.35%	0.90%
63.81%	57.33%	2.92%	2.63%	9.63%	26.23%	0.35%	0.90%

13. Anexo XIII: Reacción con monolito de Li/MgO con calentamiento asistido por microondas.

Mismas condiciones que en la **Tabla 10**.

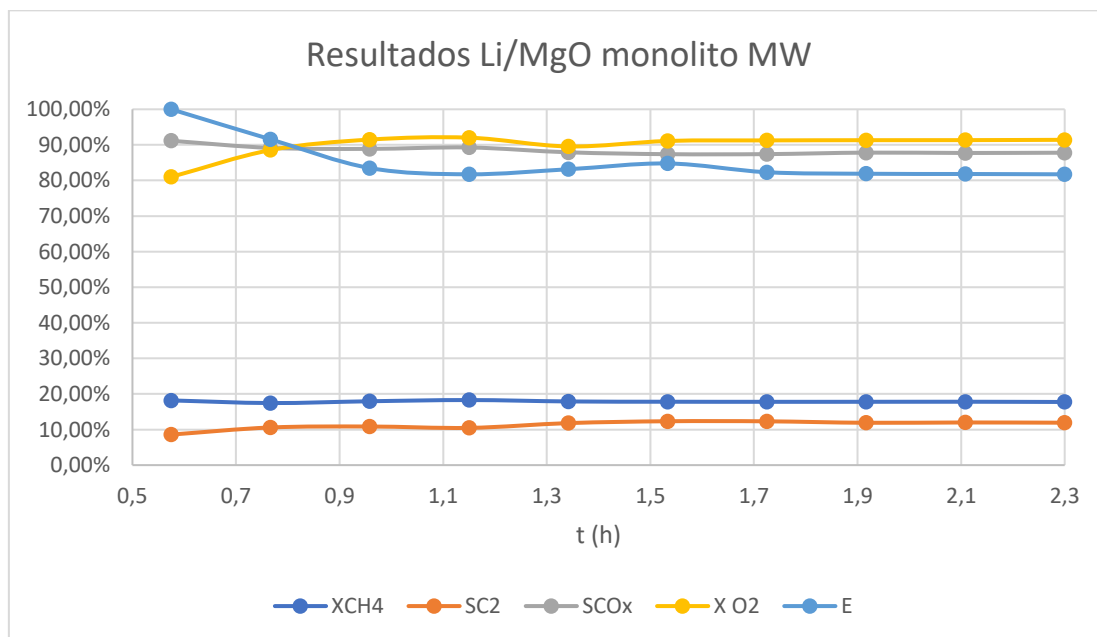


Figura 13. Resultados de la reacción de Li/MgO en monolito con calentamiento asistido por MW

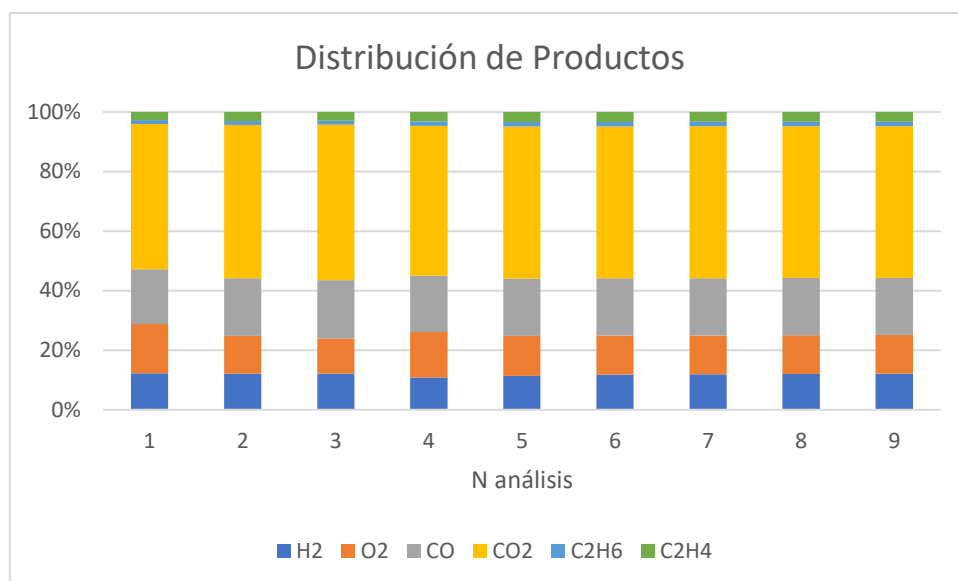


Figura 14. Distribución de productos en la reacción de Li/MgO en monolito con calentamiento asistido por MW.

14. Bibliografía

1. **Martínez, Yolanda Aysa.** *TFG: Síntesis mediante polimerización interfacial de capas poliméricas nanocompuestas de MOFs sobre fibra hueca para su aplicación a la nanofiltración en continuo.* s.l. : EINA, 2017.
2. **Imágen del funcionamiento del SEM.** [En línea] [Citado el: 15 de 8 de 2019.]
3. **Scientific, Thermo.** *User Manual Thermo Scientific Tracer 1300 and 1310 GC.* 2016.
4. ***Non-oxidative methane conversion in microwave-assisted structured.*** Ignacio Julian, Heidy Ramirez, Jose L. Hueso, Reyes Malladaa, Jesus Santamaria. 2018, Chemical Engineering Journal.