

# DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO SOSTENIBLE PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO VERDE

## Introducción

En la actualidad, la perspectiva global ha cambiado significativamente. Ahora se busca minimizar los problemas derivados del calentamiento global, la escasez de recursos fósiles y el aumento de la demanda energética. Hoy el hidrógeno ha ganado mayor reconocimiento a nivel mundial como un combustible potencial y una solución energética única, ya que ofrece ventajas significativas y disponibilidad de soluciones libres de carbono. En el trabajo realizado se analizó la producción de hidrógeno mediante una secuencia de reformado húmedo de etanol con una posterior reacción de desplazamiento gas-agua, la cual aprovecha el CO producido en la primera reacción, utilizando como reactivos bioetanol producido en una etapa de fermentación.

## Análisis de Sensibilidad

## Función Objetivo

- Min f (costos)
- Min f (impacto ambiental)
- Max f (seguridad)

Se utilizó el simulador ASPEN para realizar la simulación de los reactores y obtener los datos para los análisis posteriores. Se utilizó Peng Robinson como modelo termodinámico.

La alimentación se fijó a 1000 kmol/h, variando la composición respecto al etanol según el caso de análisis (50-50, 45-55, 40-60 y 30-70).

Se analizaron diseños variando la presión de alimentación (1bar, 1.5bar y 2 bar) así como la temperatura del primer reactor (550, 600, 650, 700, 750 y 800°C). El segundo reactor opera a 400°C.

Se utilizó el bloque RPlug para simular ambos reactores. Los reactores fueron dimensiones basandose en la heurística "el diametro del reactor es igual a 1/3 de su longitud".

La temperatura de alimentación se estableció a la misma temperatura del primer reactor, donde se lleva a cabo la reacción ESR.

Se analizaron diseños variando la presión de alimentación (1bar, 1.5bar y 2 bar) así como la temperatura del primer reactor (550, 600, 650, 700, 750 y 800°C). El segundo reactor opera a 400°C.

Se calculó el volumen del reactor, la masa de catalizador, y se recopilaron los flujos de salida del primer y segundo reactor de cada componente.

Se realizó un segundo análisis para comprobar que los reactores no estén sobredimensionados, comprobando longitudes por debajo de 1.5m

## Diagrama de flujo

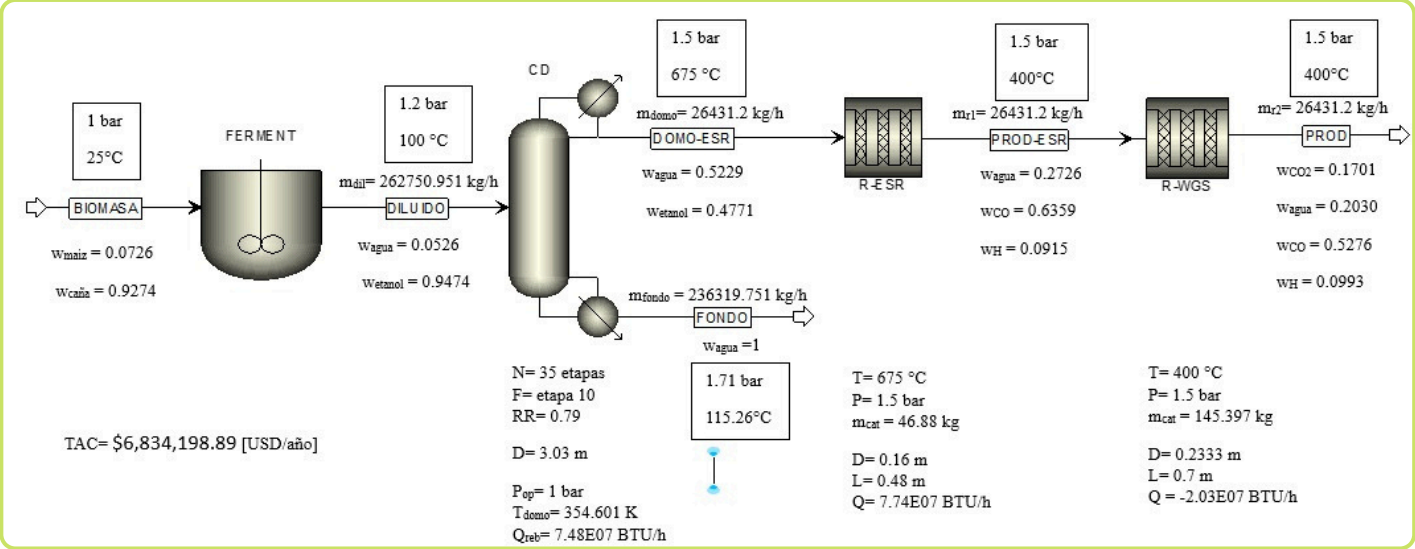


Figura 1. Diagrama de flujo de la configuración óptima.

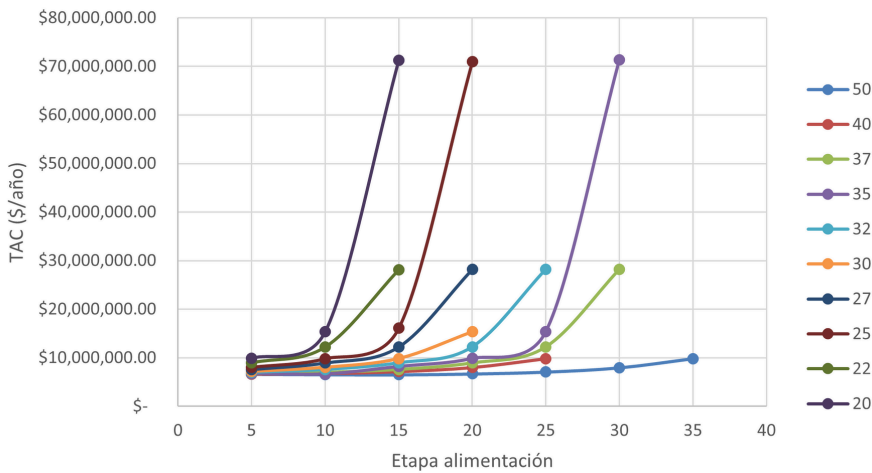


Figura 2. Gráfica Etapa de alimentación vs TAC a diferentes etapas totales para la composición 30:70.

## Curvas de Sensibilidad

Gráfica Etapa de alimentación vs TAC a diferentes etapas totales para la composición 30:70.

## Tabla de resultados

Tabla 1. Columnas óptimas seleccionadas para cada composición de análisis

Comp	Columnas				Reactores						
	Identificador N/F/RR	TAC \$/año	CO <sub>2</sub> emitido [kg/s]	IR (X10 <sup>-5</sup> )	T [°C]	P [bar]	L1 [m]	L2 [m]	TAC (\$/año)	IR R1 (x10 <sup>-5</sup> )	IR R2 (x10 <sup>-5</sup> )
50/50	50 20 1.62	11,909,834.92	3.2	13.001	700	1.5	2.5	2.5	854,605.76	13.307	9.466
	40 10 1.69	12,081,673.02	3.2	12.926	700	2	2.5	2.5	854,605.76	14.001	10.993
	40 15 1.8	12,440,145.20	3.3	12.84							
45/55	50 15 2	10,451,338.15	2.7	12.728	650	1.5	2	1	345,009.02	12.046	4.981
	50 20 2.1	10,811,425.99	2.8	12.714	675	1.5	2	1	345,009.02	12.019	4.979
	37 10 2.3	11,424,937.36	2.9	12.638							
40/60	50 20 1.3	9,060,078.76	2.3	12.299	650	1.5	1.5	1	175,302.98	7.736	4.933
	40 15 1.5	9,113,321.87	2.4	12.252	675	1.5	1.5	1	175,302.98	7.726	4.933
	37 10 1.42	9,400,904.12	2.5	12.235							
30/70	50 15 0.61	6,520,898.46	1.7	11.951	650	1.5	0.49	0.7	45,027.38	7.351	4.687
	50 20 0.67	6,688,725.38	1.7	11.953	675	1.5	0.48	0.7	44,767.60	7.35	4.804
	35 10 0.79	6,658,297.17	1.7	11.902							

## Conclusión

La investigación destaca la importancia de un diseño meticuloso y optimizado en procesos industriales complejos como la producción de hidrógeno a partir de etanol, subrayando la relevancia de considerar aspectos ambientales y económicos en la transición hacia energías más limpias y sostenibles. Finalmente los parámetros operativos, son determinantes para alcanzar un equilibrio óptimo entre eficiencia, costos y seguridad.

## Bibliografía / Referencias

Mitigation Pathways Compatible with Long-term Goals. (2023). In *Cambridge University Press eBooks* (pp. 295–408). <https://doi.org/10.1017/9781009157926.005>  
Kadier, A., Simayi, Y., Katil, M. S., Abdeslahian, P., & Hamid, A. A. (2014). A review of the substrates used in microbial electrolysis cells (MECs) for producing sustainable and clean hydrogen gas. *Renewable Energy*, 71, 466–472. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.05.052>  
Basile, A., Dalena, F., Tong, J., Veziroğlu, T. N., & Technology, I. O. E. A. (2017). *Hydrogen production, separation and purification for energy*. IET.