



OPERACIÓN DE LA PLANTA DE HIDRÓGENO A MENOR RELACIÓN VAPOR/CARBONO

TOPSOE

Intercambio de mejores prácticas
ARPEL – Barrancabermeja

Octubre 2023

Matías Garios

HIDRÓGENO - OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C

AGENDA

- | | |
|----------|---|
| 1 | INTRODUCCIÓN |
| 2 | HISTORIA Y LÍMITES |
| 3 | CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y EMISIONES |
| 4 | CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y MAYOR PRODUCCIÓN |
| 5 | EXPERIENCIAS INDUSTRIALES |

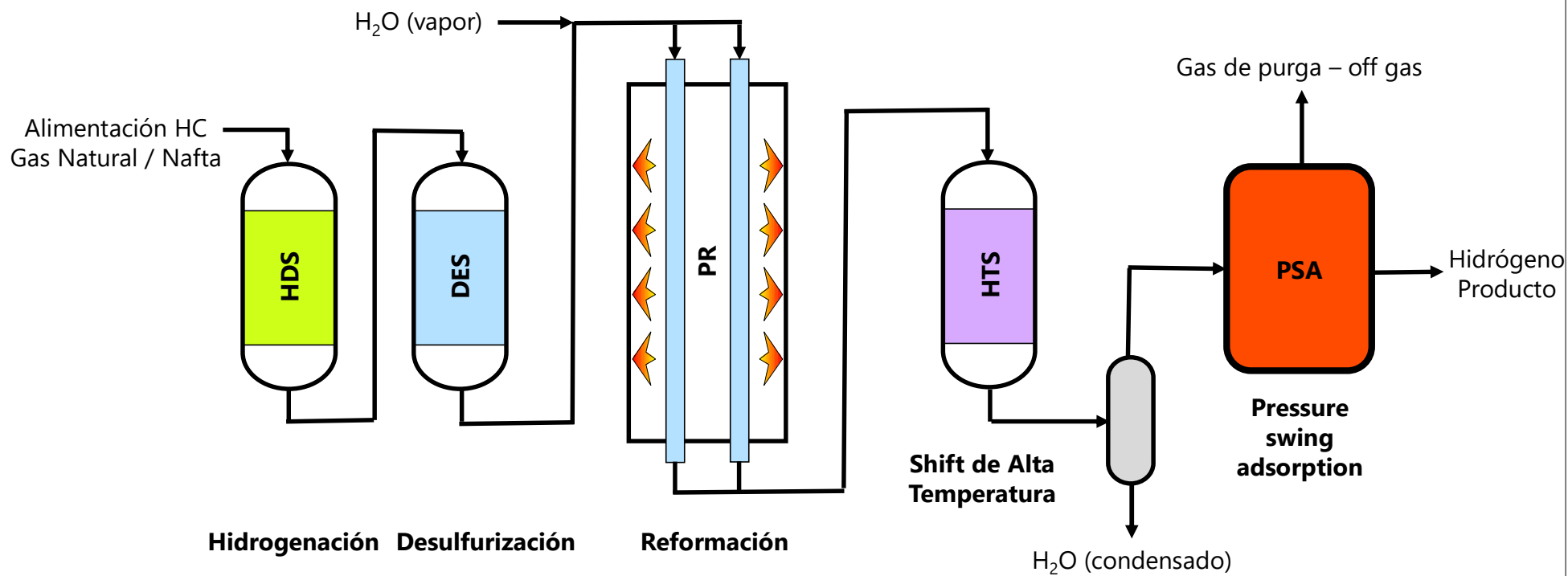
HIDRÓGENO - OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C

AGENDA

- | | |
|----------|---|
| 1 | INTRODUCCIÓN |
| 2 | HISTORIA Y LÍMITES |
| 3 | CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y EMISIONES |
| 4 | CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y MAYOR PRODUCCIÓN |
| 5 | EXPERIENCIAS INDUSTRIALES |

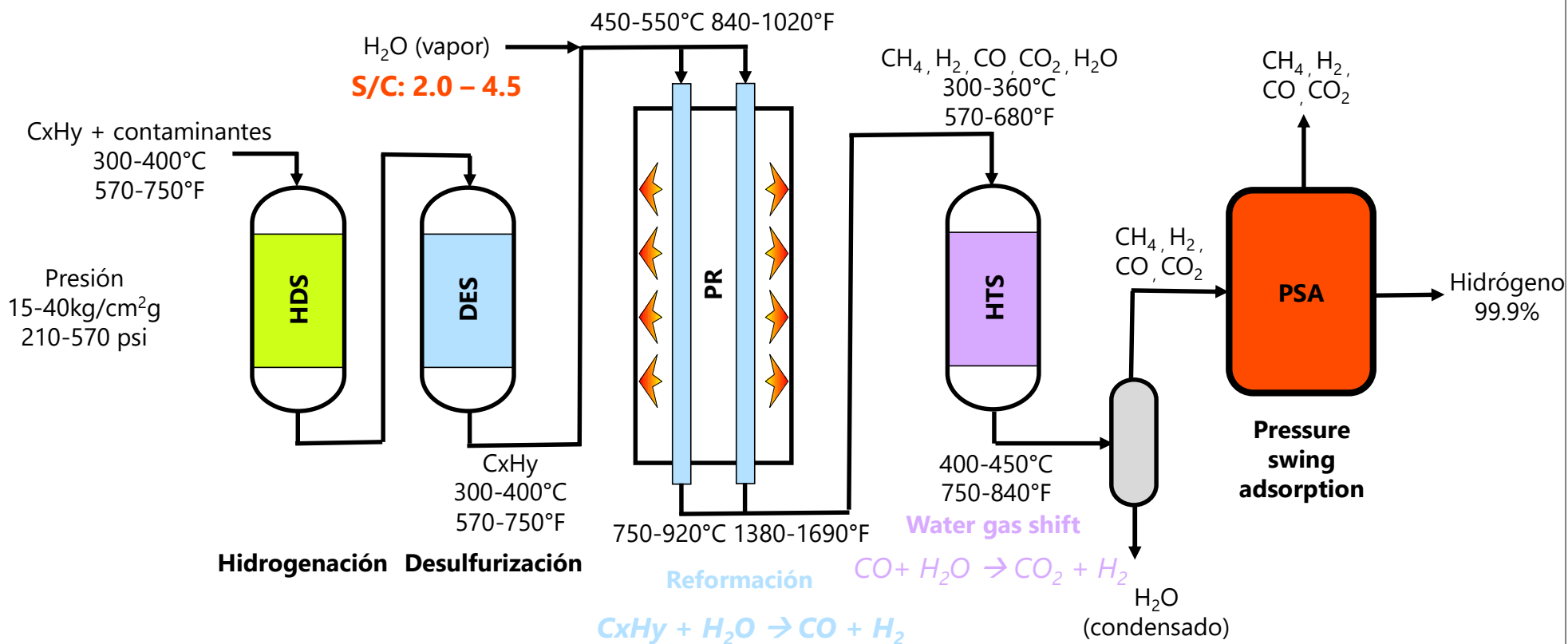
PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

INTRODUCCIÓN AL PROCESO



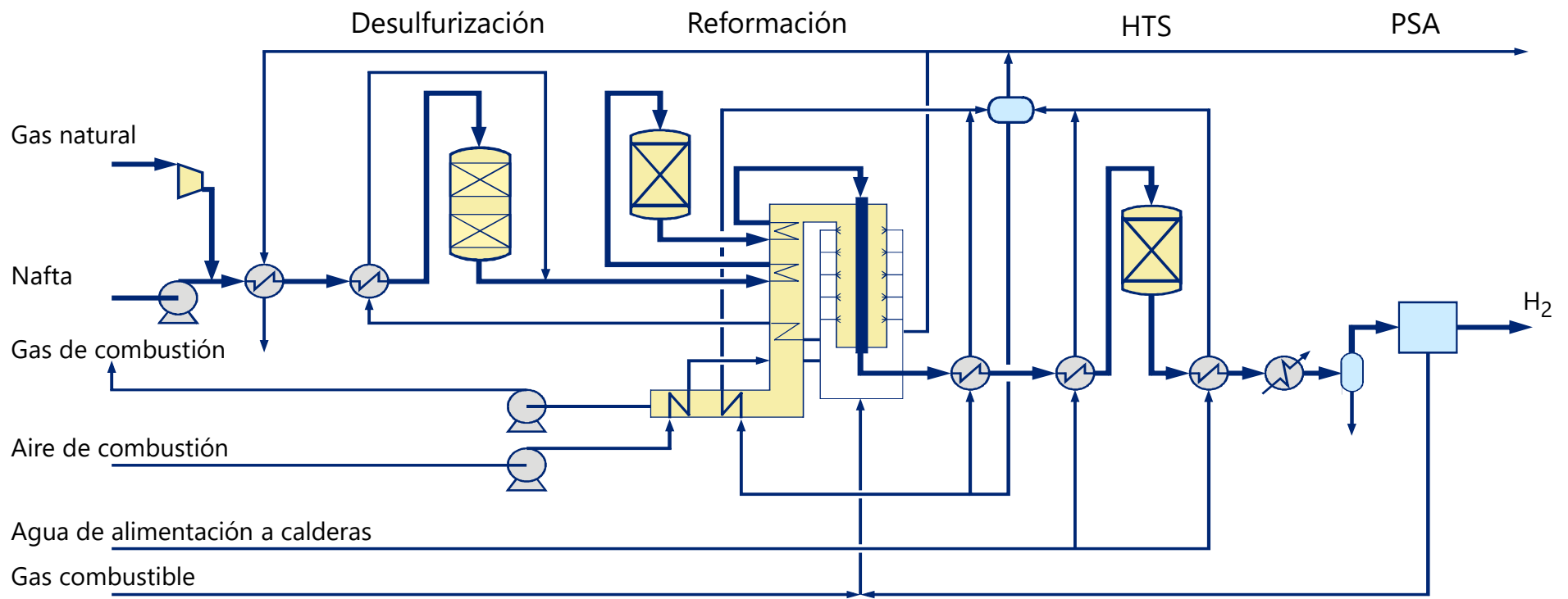
PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

INTRODUCCIÓN AL PROCESO



PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

INTRODUCCIÓN AL PROCESO



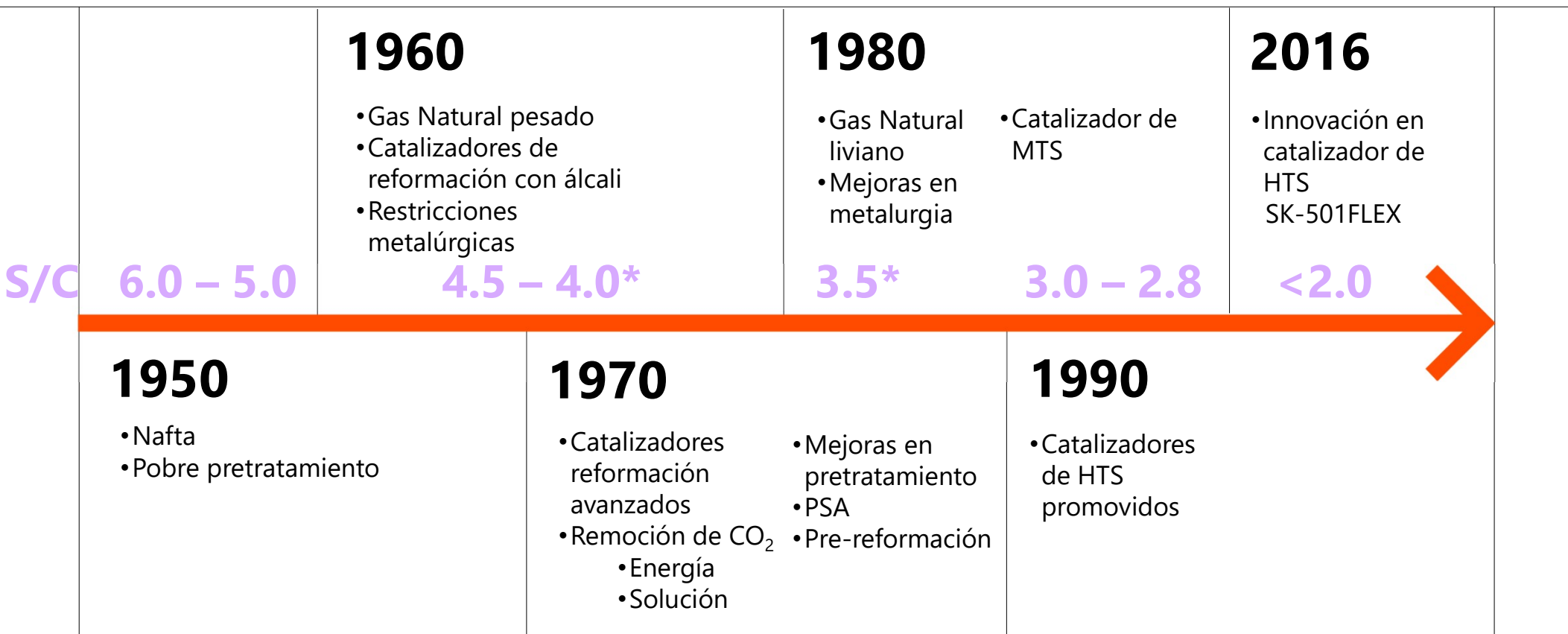
HIDRÓGENO - OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C

AGENDA

1	INTRODUCCIÓN
2	HISTORIA Y LÍMITES
3	CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y EMISIONES
4	CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y MAYOR PRODUCCIÓN
5	EXPERIENCIAS INDUSTRIALES

PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO – RELACIÓN S/C

HISTORIA Y LÍMITES



HIDRÓGENO - OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C

AGENDA

- | | |
|----------|---|
| 1 | INTRODUCCIÓN |
| 2 | HISTORIA Y LÍMITES |
| 3 | CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y EMISIONES |
| 4 | CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y MAYOR PRODUCCIÓN |
| 5 | EXPERIENCIAS INDUSTRIALES |

CASO ESTUDIO

EFICIENCIA Y EMISIONES

Estudio eficiencia energética y disminución de emisiones. Bases:

- Layout típico de planta de Hidrógeno → con HTS y PSA ; horno prec carga
 - ✓ **Caso planta de Hidrógeno de Latinoamérica**
- Disminuir relación S/C y **mantener producción de Hidrógeno**
- HTS con SK-501 FLEX™ → Sin límites S/C
- Misma performance de catalizadores, condiciones EOR
- Misma temperatura de salida del reformador → *Duty?*
- Off gas de PSA quemado en horno reformador → *Proporción GN/Offgas?*
- PSA capacidad extra, misma eficiencia → *¿Cuánto más?*

¿Operación más eficiente?

CASO ESTUDIO

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DISMINUCIÓN EMISIONES

	Base case S/C 3.45	S/C 3.0	S/C 2.7	S/C 2.4
Alimentación GN		+5.7%	+10.7%	+16.7%
Consumo gas combustible		-22.7%	-41.0%	-63.3%
Alimentación + Combustible		-0.23%	-0.16%	=
Duty reformador		=	+ 0.1%	+ 0.5 %
Producción de Hidrógeno		=	=	=
Consumo específico energía (sin considerar extra vapor!)	Gcal / 1,000Nm ³ H ₂ MM BTU/SCF	-0.016 -1.7	-0.025 -2.7	-0.032 -3.4

CASO ESTUDIO

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DISMINUCIÓN EMISIONES

	Base case S/C 3.45	S/C 3.0	S/C 2.7	S/C 2.4
Temperatura piel de tubos		+2°C +3°F	+3°C +6°F	+5°C +8°F
Alimentación PSA		+1.4%	+2.6%	+4.2%
GN / Combustible total Ref		10.3%	7.5%	4.1%
<i>Aire y Gas combustión Ref</i>		-0.7%	-1.1%	-1.3%
Emisiones CO2		-0.4%	-0.7%	-0.9%
Consumo específico energía (sin considerar extra vapor!)		-0.4%	-0.6%	-0.8%

CASO ESTUDIO

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DISMINUCIÓN EMISIONES

	Base case S/C 3.45	S/C 3.0	S/C 2.7	S/C 2.4
Temperatura piel de tubos		+2°C +3°F	+3°C +6°F	+5°C +8°F
Alimentación PSA		+1.4%	+2.6%	+4.2%
GN / Combustible total Ref		10.3%	7.5%	4.1%
Aire y Gas combustión Ref		-0.7%	-1.1%	-1.3%
Emisiones CO2	ton / año libras / día	-3210 -19370	-5040 -30450	-6560 -39600
Consumo específico energía (sin considerar extra vapor!)		-0.4%	-0.6%	-0.8%

HIDRÓGENO - OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C

AGENDA

1	INTRODUCCIÓN
2	HISTORIA Y LÍMITES
3	CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y EMISIONES
4	CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y MAYOR PRODUCCIÓN
5	EXPERIENCIAS INDUSTRIALES

CASO ESTUDIO

EFICIENCIA Y MAYOR PRODUCCIÓN

Estudio incremento capacidad y eficiencia energética. Bases:

- Layout típico de planta de Hidrógeno → con HTS y PSA
 - ✓ **Caso planta de Hidrógeno de Latinoamérica**
- Disminuir relación S/C y **maximizar producción de Hidrógeno**
- Mismo flujo total a reformador (=dP)
- HTS con SK-501 FLEX™ → Sin límites S/C
- Misma performance de catalizadores, condiciones EOR
- Misma temperatura de salida del reformador → *Duty?*
- Margen en temperatura de tubos → *¿Cuánto?*
- Off gas de PSA quemado en horno reformador → *¿Proporción GN/Offgas?*
- PSA capacidad extra, misma eficiencia → *¿Cuánto más?*

¿Operación
más
eficiente?

CASO ESTUDIO

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MAYOR PRODUCCIÓN

	Base case S/C 3.45	S/C 3.0	S/C 2.7	S/C 2.4
Alimentación GN		+11.6%	+20.9%	+31.9%
Consumo gas combustible		-18.3%	-35.3%	-58.3%
Alimentación + Combustible		+5.3%	+9.2%	+13.1
Duty reformador		+5.1%	+8.8%	+12.7%
Producción de Hidrógeno		+5.5%	+9.2%	+12.9%
Consumo específico energía (sin considerar extra vapor!)	Gcal / 1,000Nm ³ H ₂ MM BTU/SCF	-0.016 -1.7	-0.025 -2.7	-0.032 -3.4

CASO ESTUDIO

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MAYOR PRODUCCIÓN

	Base case S/C 3.45	S/C 3.0	S/C 2.7	S/C 2.4
Temperatura piel de tubos		+5°C +9°F	+9°C +16°F	+12°C +22°F
Alimentación PSA		+7.0%	+12.1%	+17.6%
GN / Combustible total Ref		10.3%	7.5%	4.2%
<i>Aire y Gas combustión Ref</i>		+4.8%	+8.2%	+11.6%
Emisiones CO2		-0.4%	-0.6%	-0.7%
Consumo específico energía (sin considerar extra vapor!)		-0.4%	-0.6%	-0.8%

INDEPENDIENTEMENTE DE LA PRODUCCIÓN (% CARGA)



**¿ES
POSIBLE?**



TOPSOE

© Topsoe A/S. All rights reserved.

19

HIDRÓGENO - OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C

AGENDA

1	INTRODUCCIÓN
2	HISTORIA Y LÍMITES
3	CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y EMISIONES
4	CASO ESTUDIO EFICIENCIA Y MAYOR PRODUCCIÓN
5	EXPERIENCIAS INDUSTRIALES

Refinería Europea

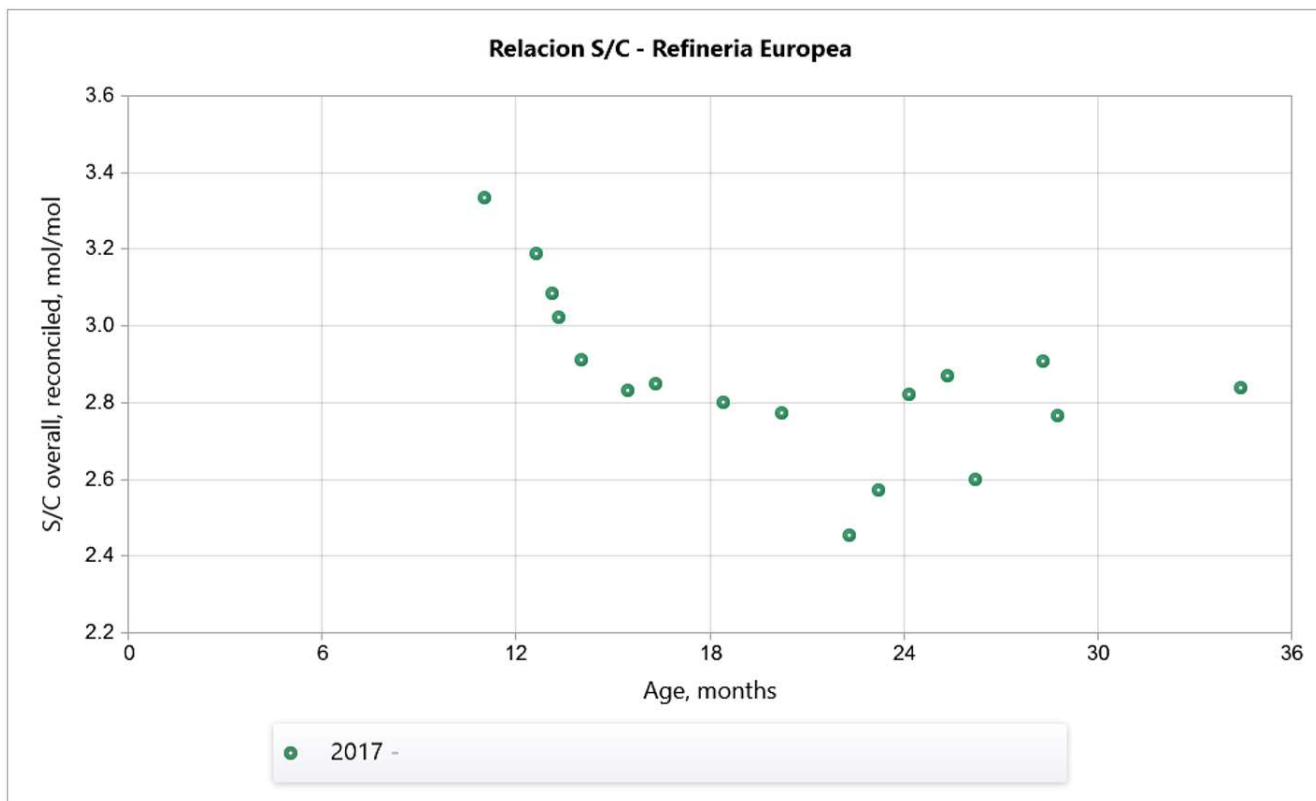
Capacidad 50,000 Nm³/h (44.8 MMSCFD) H₂

Comisionado 1980s

SK-501FLEX™ instalado en 2017

OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C REFERENCIAS INDUSTRIALES

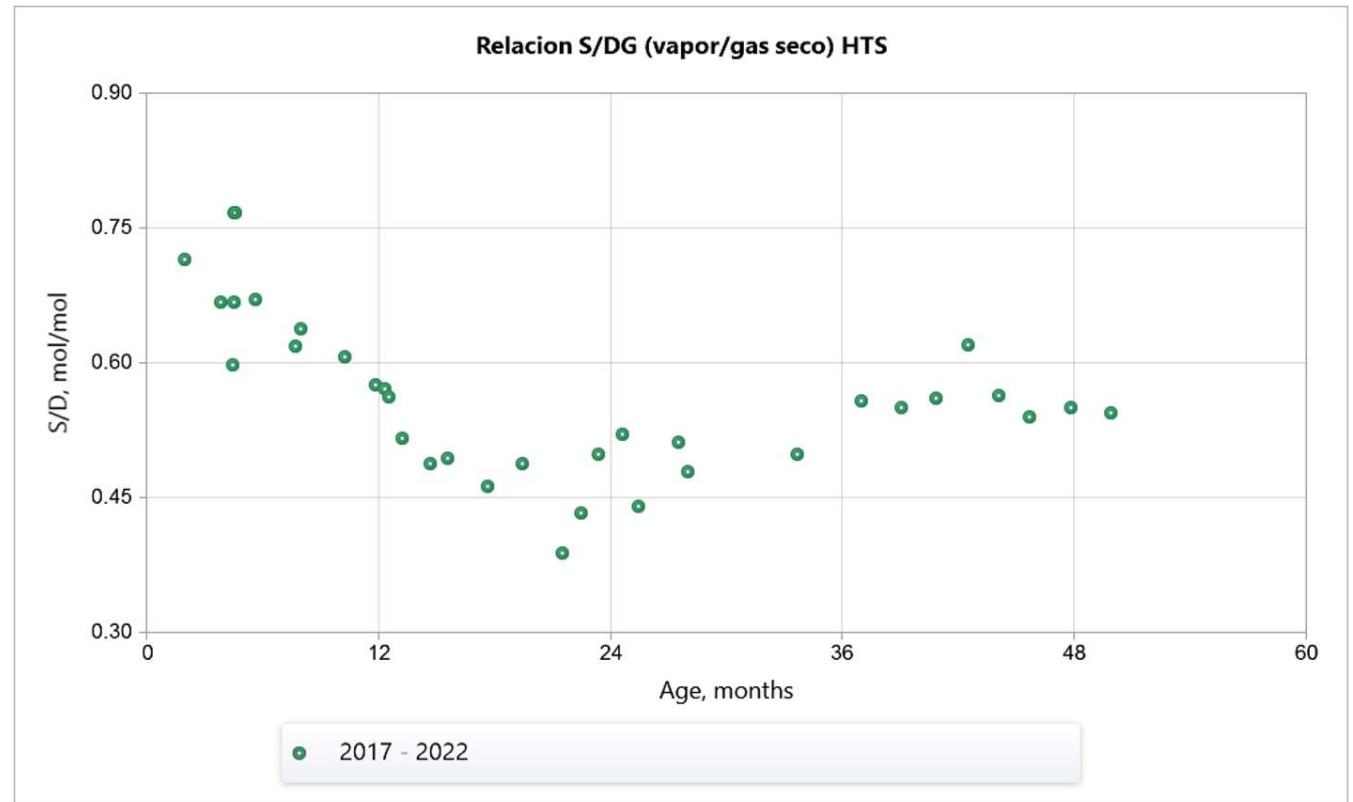
Bajaron S/C
de 3.4 a 2.8



OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C REFERENCIAS INDUSTRIALES

HTS

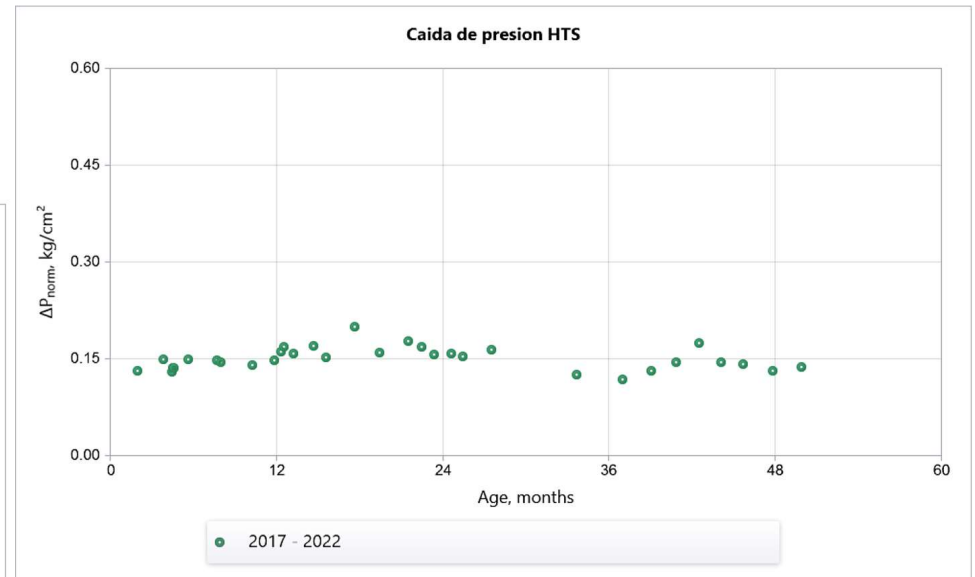
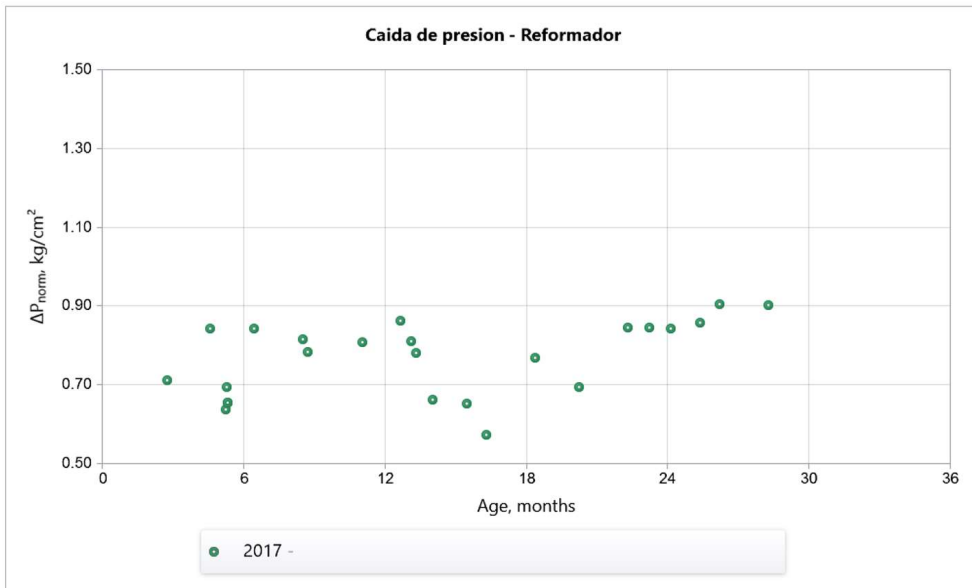
Shift de alta
temperatura



OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C

REFERENCIAS INDUSTRIALES

ΔP en reformador y HTS

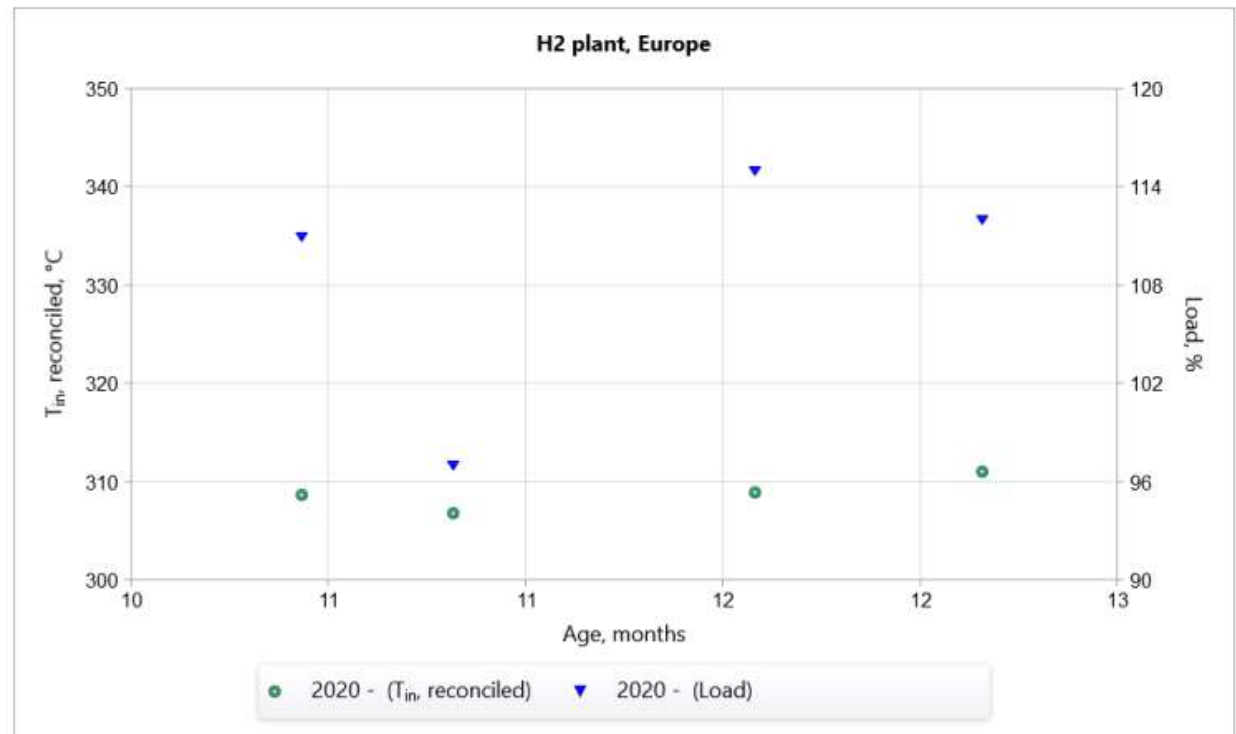


OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C REFERENCIAS INDUSTRIALES

Catalizador HTS

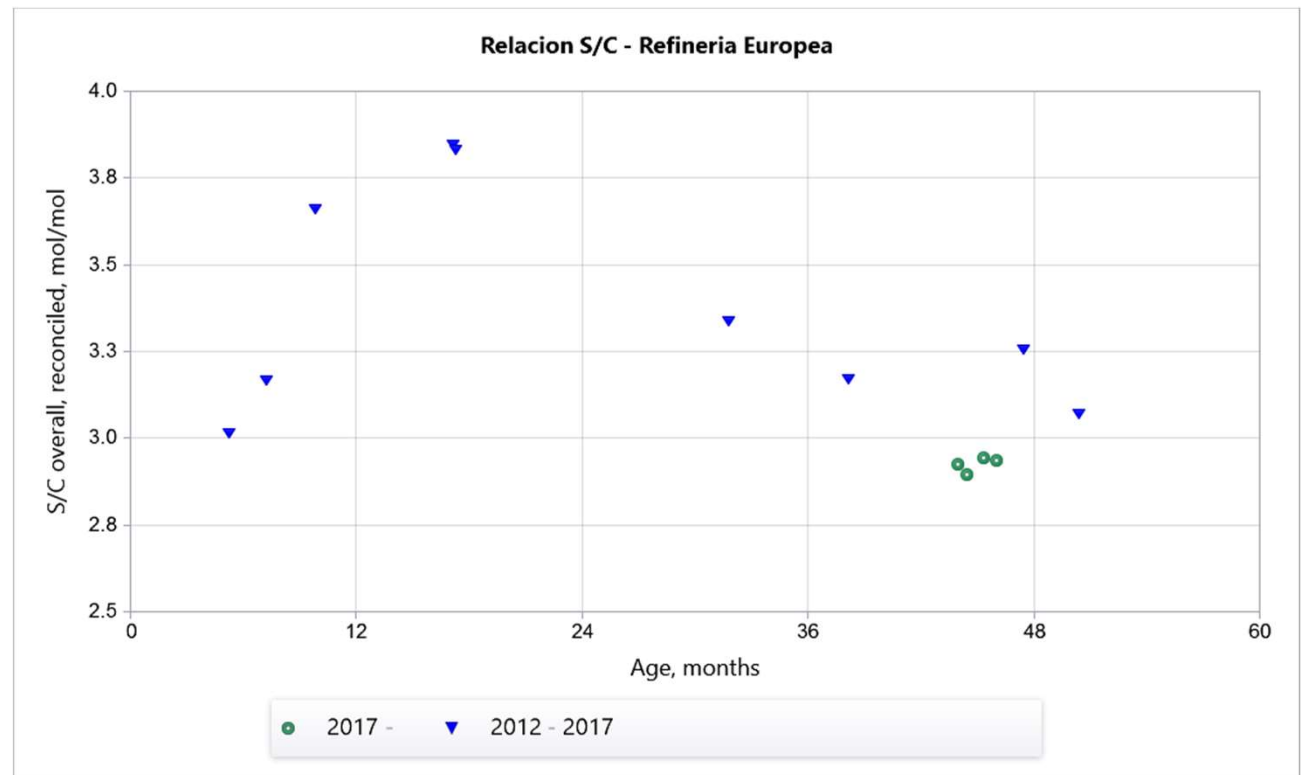
Actividad a más baja
temperatura

Mayor producción



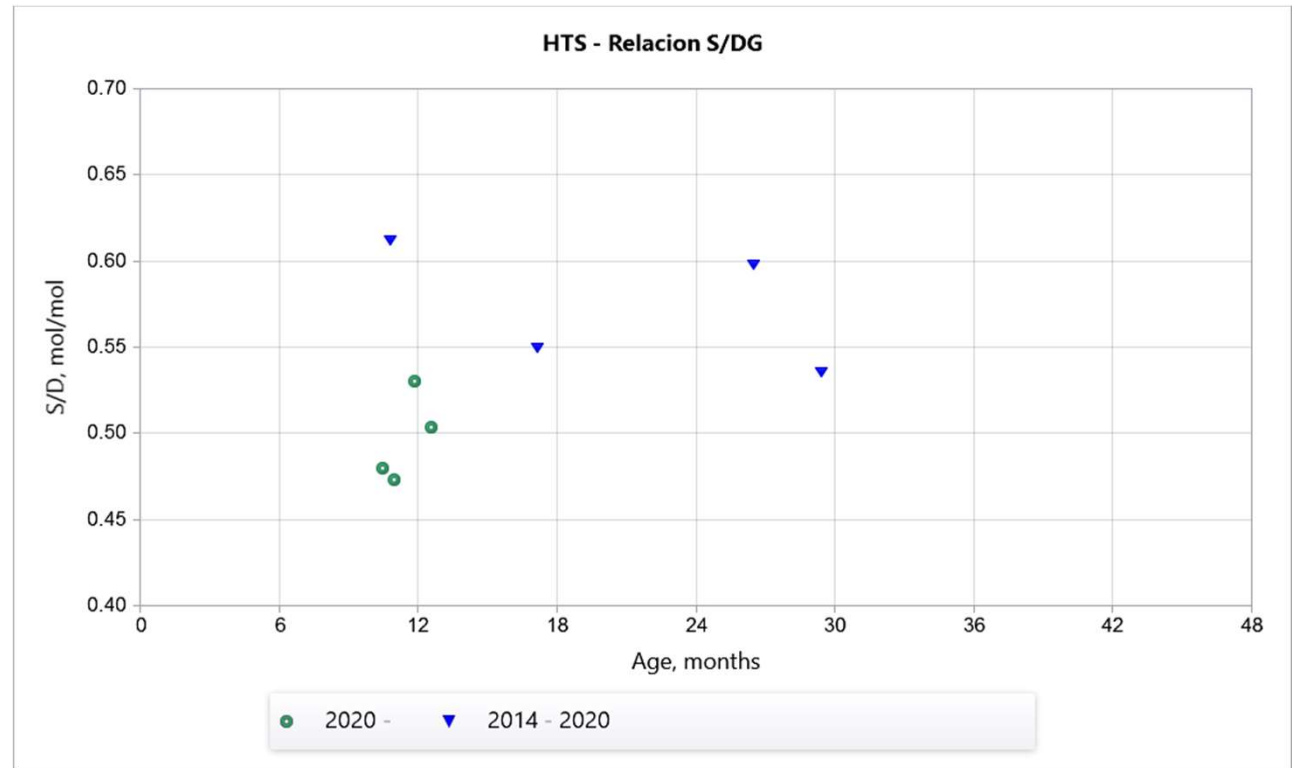
OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C REFERENCIAS INDUSTRIALES

Relación S/C -
Reformador
Refinería Europea
Capacidad de diseño
(100%)
25,000 Nm³/h
(22.4 MMSCFD)



OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C REFERENCIAS INDUSTRIALES

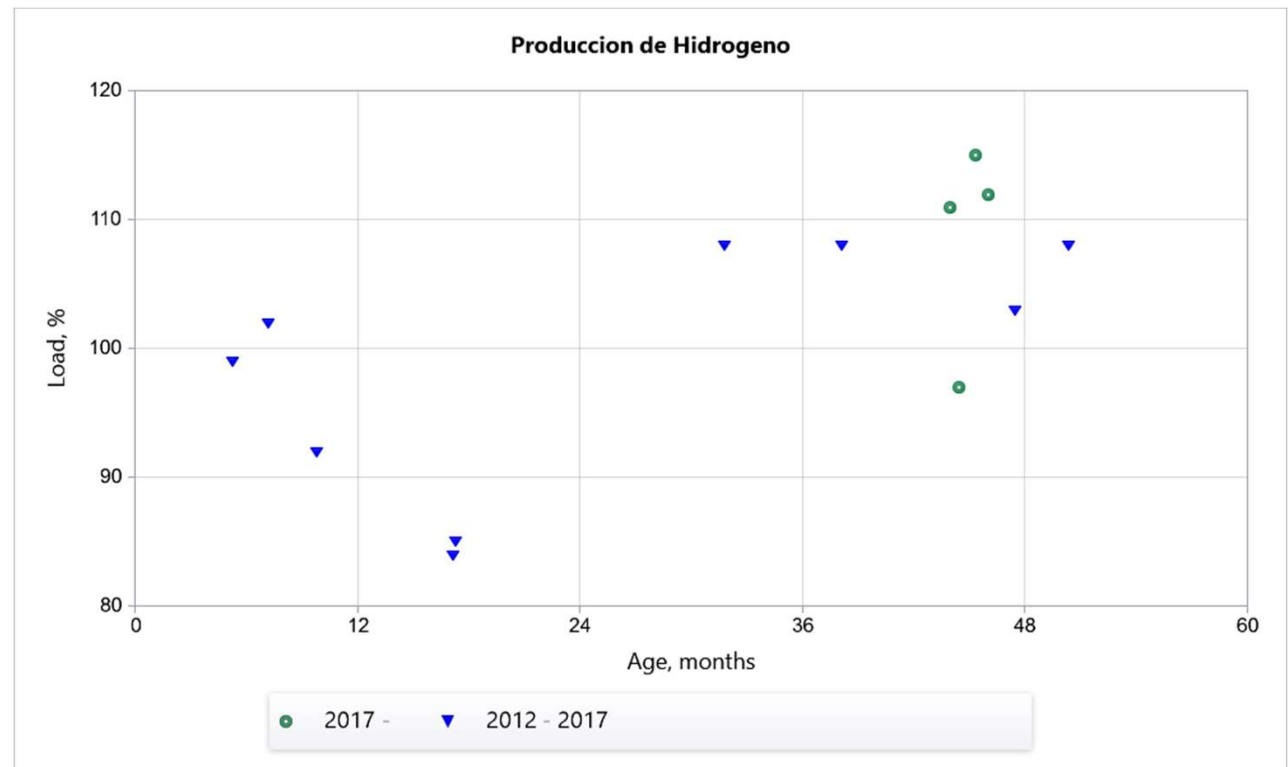
Relación S/DG - HTS
Refinería Europea
Capacidad de diseño
(100%)
25,000 Nm³/h
(22.4 MMSCFD)

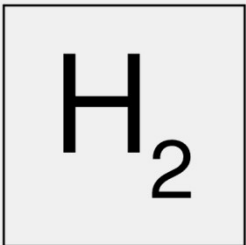


OPERACIÓN A MENOR RELACIÓN S/C REFERENCIAS INDUSTRIALES

Producción de H₂

Hasta 112-115% vs
108% max!!





SÍ SE PUEDE!!

PREGUNTAS?

Matías Garios
maeg@topsoe.com

TOPSOE