

Reemplazo de los HCFCs en Espumas Los Hidrocarburos

Miguel W. Quintero
Consultor del PNUD

Julio de 2012

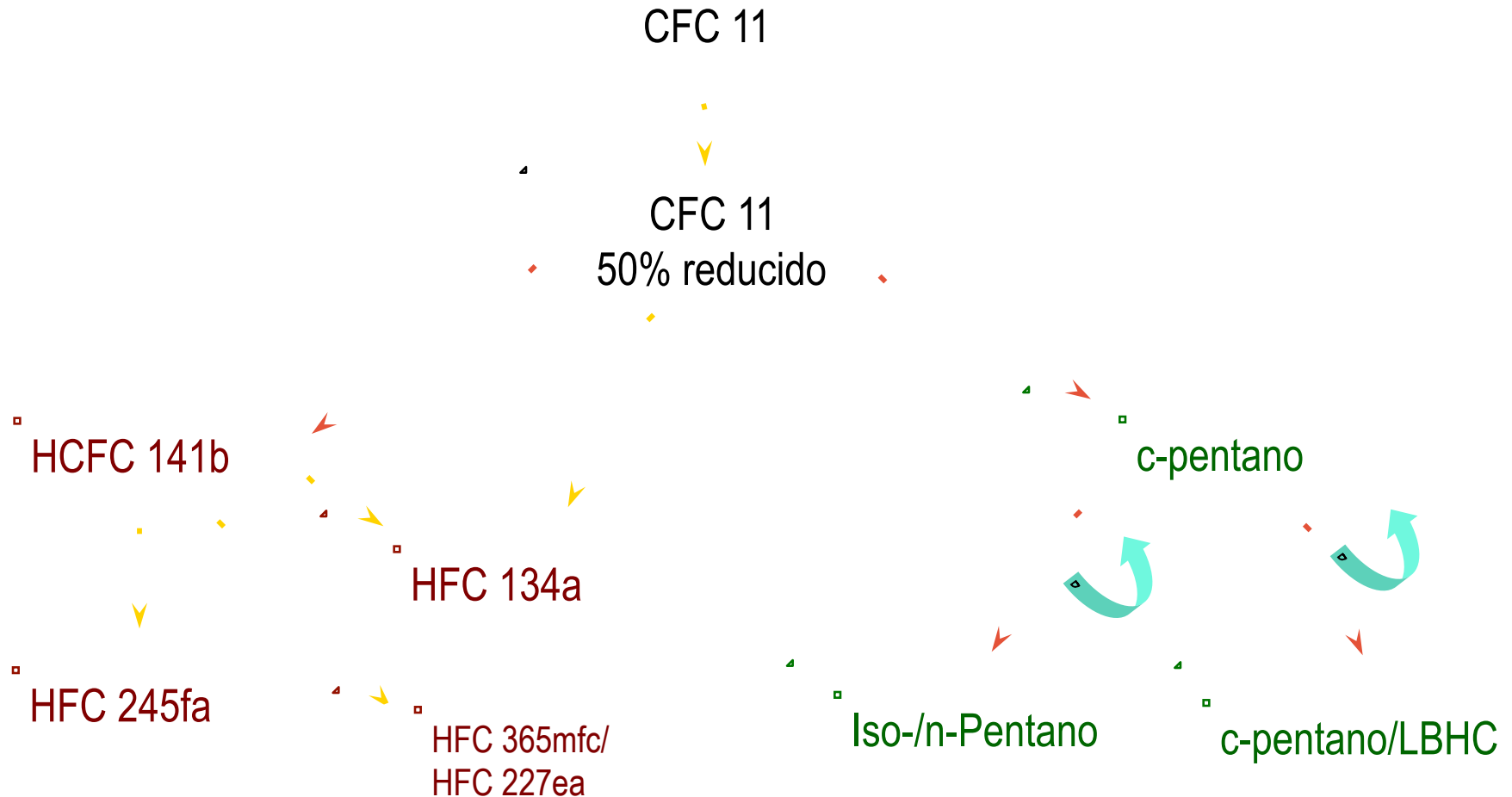
LOS HIDROCARBUROS

- Tecnología más popular/ mejoras con la experiencia
 - No adecuada para “spray”
 - Valor K ligeramente mayor que los HFCs
 - Mezclas (c/ iso) para reducir la densidad de la espuma
 - Bajos costos de operación (Bajo costo del AS)
- ¿Qué pasa con las pequeñas y medianas industrias?
¿Cómo disminuir el Costo Incremental de Capital?

Los Hidrocarburos usados como Agentes Soplantes

	HCFC-141b	Isopentano	Ciclopentano	n-Pentano
Fórmula Química	CCl_2FCH_3	C_5H_{12}	$(\text{CH}_2)_5$	C_5H_{12}
Peso Molecular	117,0	72,1	70,1	72,1
Punto Ebullición, °C	31,9	28	49	36,1
Cond. Term. Gas (mW/m*K a 10°C)	8,8	13	11	14
Límite Inflam. en aire (vol.%)	5,6-17,7	1,4 - 7,8	1,5 - 8,7	1,4 - 8,0
PCG (100 años) ***	725	< 25	< 25	< 25
Precio, US \$/kg	2,0 - 4,0	2,0 - 4,0	2,0 - 4,0	2,0 - 4,0

Agentes Soplantes en espumas rígidas



Formulación de PU

Formación de Malla ◀

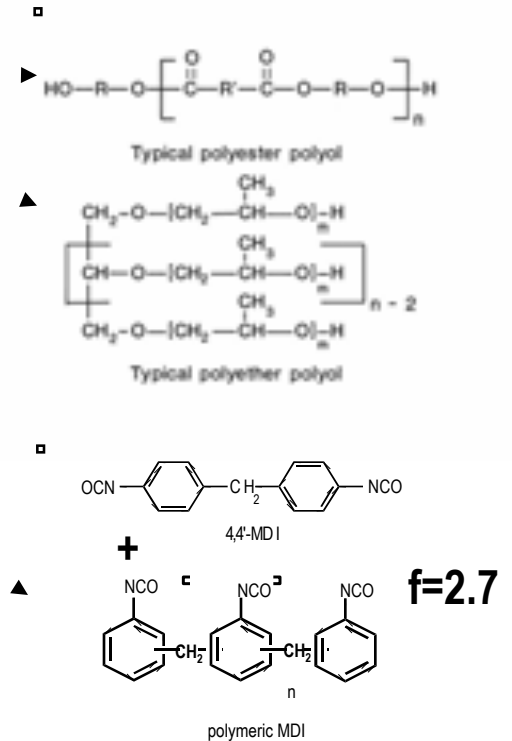
Control de la Cinética ▶

Estabilizador ▶

CO₂ ▶

Poliol Poliéter
 Poliol Poliéster
 Catalizadores
 Tensoactivos
 Agua
 Agente Soplante
 Físico

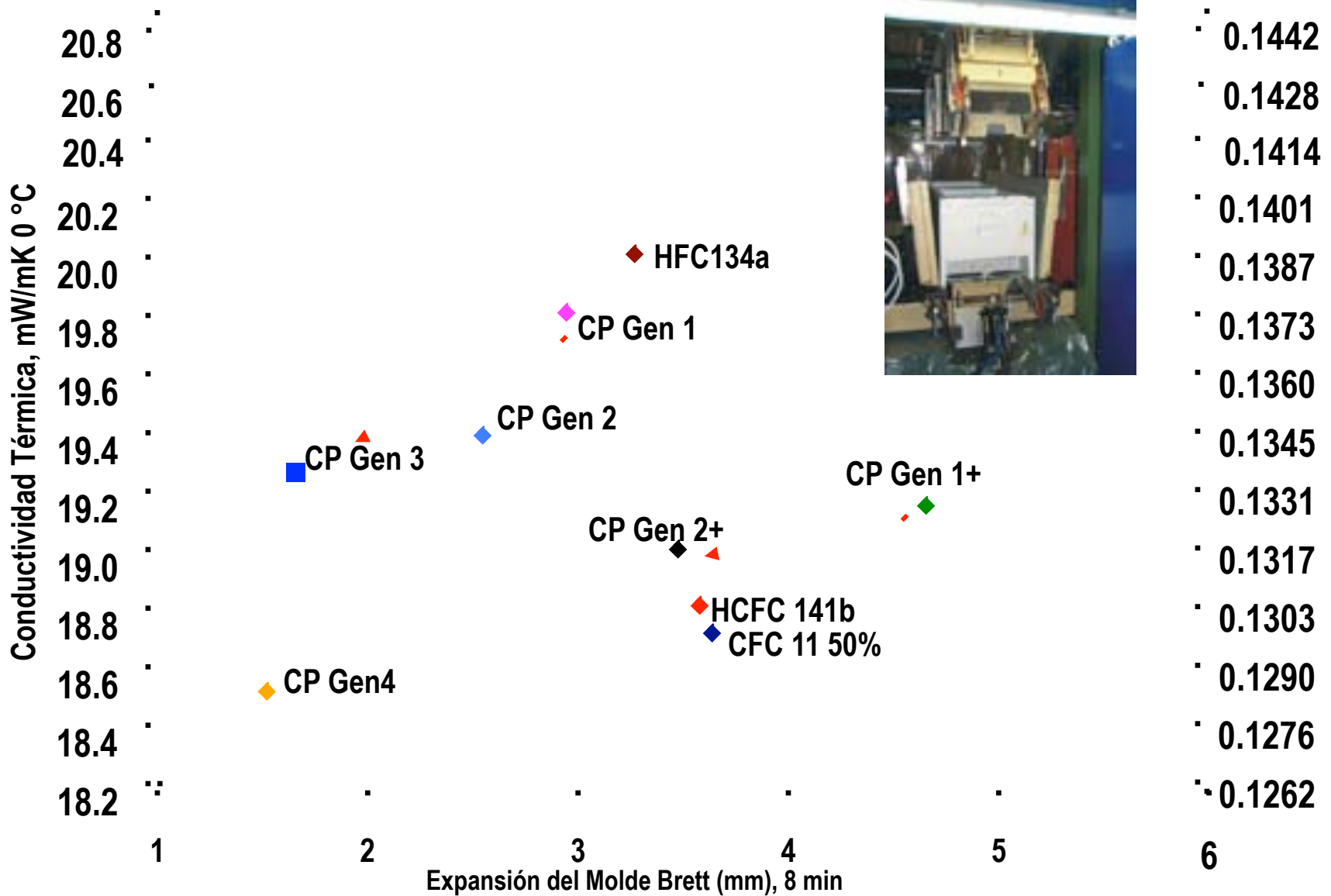
+
 PMDI/MDI/TDI



Desarrollo de los Hidrocarburos



BTU. in/ft²hr°F



COSTO INCREMENTAL DE CAPITAL

Descripción	Costo	Sub-total
Almacenamiento & Premezcla		105.000
Tanque 500 L (manejo de tambores)	25.000	25.000
Pre-mezclador	70.000	70.000
Bombas de transferencia	10.000	10.000
Equipo de Espumado		110.000
Adecuación de la máquina actual	100.000	100.000
Cabezal de alta presión en L	10.000	10.000

COSTO INCREMENTAL DE CAPITAL

Equipo de Seguridad			95.000
Adecuación de Moldes	2	5.000	10.000
Sistema de alarmas	1	20.000	20.000
Sensores	5	2.000	10.000
Ventilación	1	20.000	20.000
Motores a prueba de explosión	1	10.000	10.000
Disipación de carga estática	1	10.000	10.000
Modificaciones eléctrica (conexión a tierra)	1	10.000	10.000
Obra civil adicional	1	5.000	5.000

COSTO INCREMENTAL DE CAPITAL

Total General			50.000
Generador de Nitrógeno	1	20.000	20.000
Ensayos	1	10.000	10.000
Pruebas	1	10.000	10.000
Auditorias de Seguridad	1	10.000	10.000
SUB-TOTAL			360.000
Contingencias			36.000
TOTAL			396.000

USOS OF HCFCs EN LA ESPUMA DE PU

Aislamiento Térmico

- Refrigeración
- Construcción
- Transporte



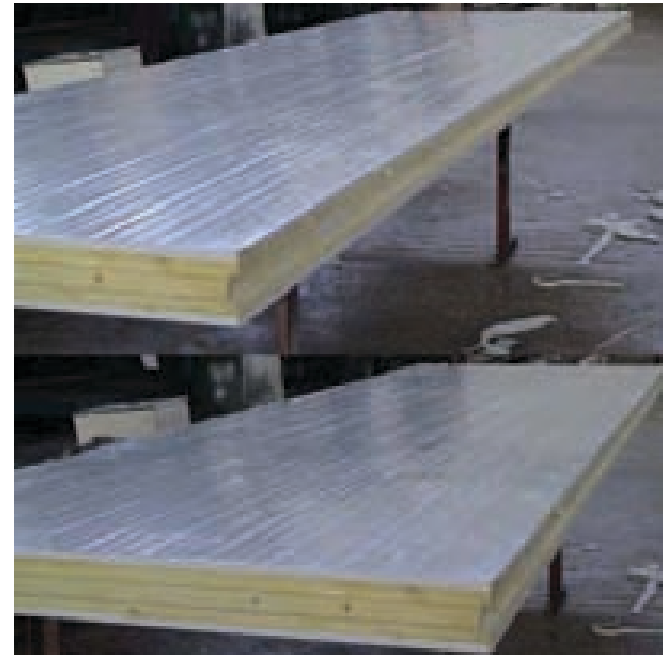
No Aislamiento

- Piel Integral (Timones, Descansa brazos, Paneles, etc.)
- Suelas de Zapatos (Elastómeros micro-celulares)



ESPUMA DE AISLAMIENTO TERMICO

- Refrigeración Doméstica
- Refrigeración Comercial (Botelleros, Vitrinas, etc.)
- Paneles Discontinuos
- Paneles Continuos
- Espuma en bloques
- Espuma en “Spray”



¡Pequeñas y Medianas
Empresas! ¿Cómo disminuir
la inversión?

HIDROCARBUROS PREMEZCLADOS

- La premezcla se realiza en la casa de sistemas
- Ahorro del costo del **pre-mezclador**
- Eliminación del manejo del hidrocarburo puro en usuario final
- Desafío: Adecuada formulación, **no separación de los componentes**
- Experiencias internacionales: Dinamarca, Gran Bretaña, Estados Unidos. Proyectos piloto en China y Egipto

Reducción de un 20-25 % del costo de capital en el usuario final

TERCERA CORRIENTE AL CABEZAL

- El hidrocarburo puro se adiciona en el cabezal
- Ahorro del costo del pre-mezclador
- Manejo del hidrocarburo puro por el usuario final
- Desafío: Adecuada formulación, **miscibilidad de los componentes con el hidrocarburo**
- Proyecto piloto en Egipto por PNUD, SAIP, Dow

Reducción de un 10 - 20 % del costo de capital en el usuario final







REFRIGERACION COMERCIAL

Tipo de formulación	A	B	B	B	B
HCFC-141b (partes peso por 100 partes poliol)	18,7				
Ciclopentano (partes peso por 100 partes poliol)		13	15	13	15
Tipo de adición de pentano		Pre mezclado		Tercera corriente	
Reactividad (TC, TG, seg)	7;60	5;52	4;56	5;59	5;64
Densidad Libre de Crecimiento (kg/m ³)	25,2	23,5	22,9	22,7	21,9
Densidad Mínima de Llenado (kg/m ³)	34,1	31,3	30,3	30,5	29,9
Densidad Moldeada (kg/m ³)	37,8	34,6	33,5	35	34,6
Distribución de densidad	0,66	0,5	0,4	0,53	0,58
Resistencia a la compresión (kPa)	167	136	137	129	127
Factor K a 10°C, (mW/m ² *K)	18,4	20	20,2	20,3	20,6
Adhesión como TBS (kPa)	140	178	191	163	138
Estabilidad Dimensional, +80 °C (delta % vol)	< 1%	< 1%	< 1%	< 1%	< 1%
Estabilidad Dimensional, -25 °C (delta % vol)	< 1%	< 1%	< 1%	< 1%	< 1%
Tiempo del ciclo, post expansión a 9'	4,0%	2,0%	1,8%	1,6%	1,2%

PANELES DISCONTINUOS

Tipo de formulación	C	D	D	D
HCFC-141b (partes peso por 100 partes poliol)	16			
n-Pentano (partes peso por 100 partes poliol)			8	8
Ciclopentano (partes peso por 100 partes poliol)		8		
Tipo de adición de pentano		Pre mezclado		Tercera corriente
Reactividad (TC, TG, seg)	14;117	11;84	8;80	7;89
Densidad Libre de Crecimiento (kg/m ³)	27,1	25,5	25,6	26,3
Densidad Mínima de Llenado (kg/m ³)	37,4	34,4	33,2	34,1
Densidad Moldeada (kg/m ³)	41,2	38	36,4	37,5
Distribución de densidad	0,85	0,59	0,3	0,44
Resistencia a la compresión (kPa)	174	166	152	150
Factor K a 10°C, (mW/m*K)	20,1	21,2	22,4	22,2
Adhesión como TBS (kPa)	167	154	175	152
Estabilidad Dimensional, +80 °C (delta % vol)	< 1%	< 1%	< 1%	< 1%
Estabilidad Dimensional, -25 °C (delta % vol)	< 1%	< 1%	< 1%	< 1%
Tiempo del ciclo, post expansión a 9'	5,0%	2,0%	0,5%	1,3%

CONCLUSIONES

- La tecnología de hidrocarburos es la **tecnología preferida** para el reemplazo de los HCFCs
- No es posible utilizarla para “**spray**”
- Existen vías para disminuir el costo incremental de capital
 - ✓ *Hidrocarburos pre-mezclados*
 - ✓ *Tercera corriente de inyección*
- El valor del **consumo mínimo de HCFC-141b** para ser la tecnología efectiva en costo bajaría de 50 a 15-20 toneladas al año