



Distr. general  
6 de mayo de 2015

Español  
Original: inglés



**Programa de las  
Naciones Unidas  
para el Medio Ambiente**

**Taller sobre gestión de los hidrofluorocarbonos: cuestiones técnicas**  
Bangkok, 20 y 21 de abril de 2015

**Informe del taller sobre gestión de los hidrofluorocarbonos:  
cuestiones técnicas**

**Adición**

**Resúmenes de los relatores de las sesiones**

**I. Antecedentes**

1. En la presente adición se recopilan los informes redactados por los relatores de las sesiones primera a quinta del taller sobre cuestiones técnicas relacionadas con la gestión de los hidrofluorocarbonos (HFC), celebrado en Bangkok los días 20 y 21 de abril de 2015. Los informes de las sesiones constituyeron la base del resumen preparado por los relatores sobre las principales conclusiones del taller (UNEP/OzL.Pro.WG.1/35/5), que se presentó al Grupo de Trabajo de composición abierta en su 35ª reunión, celebrada en Bangkok del 22 al 24 de abril de 2015, inmediatamente después del taller. Los relatores de las sesiones fueron los siguientes:

Primera sesión:	Sr. Ullrich Hesse
Segunda sesión:	Sr. Richard Abrokwa Ampadu
Tercera sesión:	Sr. Gursaran Mathur
Cuarta sesión:	Sr Enshan Sheng
Quinta sesión:	Sr. Chandra Bhushan

2. El texto de la versión definitiva del programa del taller se reproduce en el anexo de la presente adición.

**II. Primera sesión**

**Retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto  
PCA en el sector de la refrigeración**

**A. Introducción**

3. En la sesión sobre refrigeración se examinaron cuatro sectores principales, a saber, refrigeración comercial, industrial, doméstica y transporte refrigerado. En lo referente al total de emisiones en equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), la distribución es la siguiente: refrigeración comercial (73%), refrigeración industrial (20%), transporte refrigerado (5%) y refrigeración doméstica (2%). La necesidad de refrigerar alimentos y bebidas crea una necesidad importante de refrigeración en estos sectores claves. Los niveles de temperatura para refrigerar alimentos son: a) temperatura

media (0 a +8° C) y b) baja temperatura (-25 a-18°C). La refrigeración industrial cuenta con muchas aplicaciones diferentes, que requieren diferentes grados de temperatura.

4. Pronunciaron las palabras introductorias el Sr. Paulo Vodianitskaia y el Sr. Reinhard Radermacher, quienes describieron diversas alternativas a los hidrofluorocarbonos (HFC), que tienen un potencial de calentamiento atmosférico (PCA) más bajo y en estos momentos se utilizan en cada uno de los diferentes subsectores de refrigeración. En las ponencias se hizo referencia a la eficacia, el PCA y la capacidad de enfriamiento y se incluyeron señalamientos sobre la sostenibilidad de las opciones y la necesidad de tomar en consideración las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía.

5. Las ponencias presentadas por once participantes abarcaron temas relacionados con la disponibilidad de componentes, las opciones de bajo PCA para sistemas comerciales e industriales de gran tamaño, las opciones para sistemas comerciales pequeños de clavija y sistemas comerciales contruidos in situ. Se analizaron los sistemas en cascada y el desempeño de sistemas de bajo PCA para supermercados, así como unidades idénticas de reemplazo y opciones de reconversión para los sistemas en uso. Se explicaron algunas alternativas de bajo PCA y las normas para el transporte refrigerado. Los ponentes representaban en su mayoría a la industria o a asociaciones industriales; dos de ellos eran consultores. Prácticamente la mitad de los ponentes procedían de Partes que operan al amparo del párrafo 1 del artículo 5 (véase en el anexo la información sobre los ponentes).

## B. Sinopsis sobre tecnologías de bajo PCA en el sector de la refrigeración

6. En todos los subsectores se examinaron los sistemas de refrigeración por compresión de vapor. A continuación se indican los principales señalamientos formulados:

a) La refrigeración doméstica abarca los refrigeradores, los congeladores y las combinaciones de ambos. Estos sistemas son totalmente herméticos con poca carga y se producen en fábricas; el riesgo de fugas es mínimo. En el caso de los sistemas domésticos, el HC-600a es una opción de muy bajo PCA, que se ha estado comercializando durante más de 15 años. Los refrigeradores que utilizan HC-600a han demostrado ser una opción fiable y sumamente eficiente; las cuestiones relacionadas con la inflamabilidad están totalmente resueltas. A nivel mundial ya están funcionando más de 500 millones de refrigeradores domésticos que usan hidrocarbonos (HC). Determinados países, entre ellos los Estados Unidos de América, siguen utilizando el HFC-134a, debido fundamentalmente a las normas de seguridad;

b) **La refrigeración comercial** puede dividirse en tres subsectores:

- i) **Pequeñas unidades de clavija** que se pueden comparar desde el punto de vista técnico a los refrigeradores domésticos. Hidrocarbonos como el HC-290 se utilizan como opción de bajo PCA. La carga de refrigerante suele ser mayor que en la refrigeración doméstica. Los HFC y las hidrofluoroolefinas (HFO) de bajo PCA son también opciones viables de bajo PCA. Algunas unidades de clavija, como los enfriadores de bebidas y las máquinas expendedoras, utilizan CO<sub>2</sub>;
- ii) **Los sistemas con unidades de condensación** son combinaciones de un condensador y un compresor producidos en fábrica y conectados in situ a un sistema de tuberías instalado en todo el edificio (por ejemplo, un supermercado) que termina en uno o varios evaporadores situados en vitrinas de venta al detalle. Por regla general, los refrigerantes tóxicos o con mayor inflamabilidad se consideran inapropiados en un supermercado por ser una zona de acceso público. Determinados HFC y HFO son opciones viables de bajo PCA. Todavía queda por aclarar la aceptación de refrigerantes con menos inflamabilidad (2L), aunque estas opciones de bajo PCA pueden resultar seguras y eficientes. El CO<sub>2</sub> es una opción no inflamable, pero cabe señalar que los gastos de capital relacionados con las pequeñas unidades de condensación que usan CO<sub>2</sub> son bastante altos en estos momentos;
- iii) Se han instalado **sistemas centralizados** en una sala de máquinas aparte, que cuenta con un sistema de tuberías que se conecta a un condensador situado en el exterior y a una amplia red de tuberías que lleva el refrigerante a evaporadores situados en distintas vidrieras de exhibición y cámaras de refrigeración. Los refrigerantes inflamables o tóxicos no son una opción en un supermercado. Los HFC no inflamables de PCA más bajo representan una opción. El CO<sub>2</sub> es una opción tanto para los sistemas transcíticos como para los de cascada. Varios miles de supermercados están utilizando ya sistemas a base de CO<sub>2</sub>. Refrigerantes inflamables, tales como el HC-290 o el amoníaco,

pueden utilizarse junto con un sistema de fluidos secundario (por ejemplo, glicol o CO<sub>2</sub> bombeado). Las pequeñas unidades de clavija enfriadas por agua que utilizan HC-290 también se utilizan en algunos tipos de supermercados;

c) **Los sistemas de refrigeración industrial** abarcan una amplia gama de capacidades y temperaturas. En el caso de la mayoría de los sistemas industriales de gran tamaño, ya se ha generalizado el uso del amoníaco, que es un buen refrigerante de bajo PCA. El CO<sub>2</sub> se está introduciendo también en los sistemas industriales de mayor tamaño. Una proporción importante de los sistemas industriales son demasiado pequeños para que el uso del amoníaco sea eficaz en función de los costos. En el caso de sistemas industriales de tamaños pequeño y mediano, las opciones de bajo PCA son los HFC de más bajo PCA, las mezclas de HFC/HFO, las HFO o el CO<sub>2</sub>. En algunos casos, seguirá siendo necesario el uso de HFC con alto PCA;

d) Los subsectores del **transporte refrigerado** son el transporte por carretera, los contenedores refrigerados y los buques. A menudo se utilizan en condiciones ambientales muy diversas. Las alternativas de bajo PCA son el CO<sub>2</sub> y las mezclas de HFC/HFO. Se está considerando la posibilidad de usar refrigerantes inflamables en contenedores refrigerados y en el transporte por carretera. En los buques, las opciones dependen de la aplicación; esas opciones son parecidas a los sistemas industriales.

## C. Resumen de las opciones de bajo PCA

7. Como se detalla en las fichas descriptivas, las opciones de bajo PCA son el CO<sub>2</sub>, el amoníaco, los HFC de bajo PCA, las HFO y las mezclas de HFC/HFO:

a) El CO<sub>2</sub> es una opción disponible en la red comercial para la refrigeración industrial y los sistemas centralizados de refrigeración comercial. Se utiliza en sistemas transcíticos o en sistemas de cascada. La eficacia de los sistemas transcíticos es muy alta en condiciones ambientales frías y los nuevos adelantos permiten su funcionamiento eficaz en condiciones cálidas. En condiciones ambiente tórridas es más eficaz utilizar un sistema de cascada. Al principio, los costos de capital eran mucho más altos que los de los sistemas que usaban HFC, pero ya van disminuyendo. Se están creando sistemas que usan CO<sub>2</sub> para aplicaciones más pequeñas, en particular el transporte por carretera, los contenedores refrigerados y las unidades de condensación, pero todavía no se ha demostrado plenamente su eficacia en función de los costos ni su eficiencia energética;

b) El amoníaco es una opción reconocida de gran eficiencia energética para la refrigeración industrial. También se ha experimentado con el amoníaco y con refrigerantes secundarios en los sistemas centralizados de refrigeración comercial. Las tendencias del desarrollo en el caso del amoníaco están llevando a que se utilicen intercambiadores de calor compactos, compresores semiherméticos y sistemas con carga muy baja;

c) Los HC son una opción para sistemas con carga baja. Los HC gozan de aceptación en la refrigeración doméstica. En los sistemas comerciales centralizados, los HC se utilizan en combinación con refrigerantes secundarios o con CO<sub>2</sub> en sistemas de cascada a bajas temperaturas;

d) Las mezclas de HFC con mediano PCA (por ejemplo, R-407F) pueden utilizarse en lugar de los HFC con muy alto PCA (por ejemplo, R-404A) en los nuevos sistemas y pueden ser adaptadas a los sistemas ya en uso. Estas alternativas suelen ahorrar energía, sin embargo, también se sabe de casos en que ha disminuido la eficiencia. Un elemento estratégico importante es evitar el uso de R-404A, debido a que su PCA prácticamente duplica el de otros HFC de uso común (con alto PCA);

e) Recientemente se han introducido HFC, mezclas de HFC/HFO y HFO con PCA moderado y bajo, pero la experiencia comercial es limitada.

## D. Debate

8. La disponibilidad de tecnologías de bajo PCA varía en cada subsector del mercado de la refrigeración. Las conclusiones de los debates celebrados en el taller son las siguientes:

a) Se dispone de hidrocarburos para los sistemas domésticos y los pequeños sistemas comerciales de clavija. Se está evaluando la seguridad de los HC en el transporte refrigerado y su introducción en el mercado podría producirse alrededor del 2018;

b) Hace tiempo se está utilizando el CO<sub>2</sub> en sistemas centralizados de supermercados o en sistemas industriales ya sea en sistemas transcíticos o de cascada. Se encuentran en etapa de desarrollo algunos sistemas más pequeños que usan CO<sub>2</sub> para unidades de condensación y sistemas de transporte;

- c) El amoníaco se utiliza ampliamente en la industria y hay posibilidades de ampliar los mercados gracias a los adelantos técnicos que reducen el riesgo;
- d) Actualmente se dispone de opciones que usan HFC con mediano PCA como alternativas al R-404A;
- e) Cabe esperar que los HFC y las mezclas de HFC/HFO de bajo PCA estén disponibles en la red comercial entre 2016 y 2020 en muy diversas aplicaciones como unidades de condensación y sistemas de transporte. Es necesario tener un mejor conocimiento del uso de refrigerantes con un coeficiente de inflamabilidad más bajo (2L) en condiciones de seguridad.

9. A continuación se señalan los obstáculos mencionados durante los debates:

- a) Los sistemas centralizados de refrigeración comercial serán los que más repercutan en el equivalente de CO<sub>2</sub> total. En relación con el uso generalizado de tecnologías de bajo PCA, como los sistemas transcíticos y de cascada que usan CO<sub>2</sub>, los HC o el amoníaco con un fluido secundario, los principales obstáculos son las inversiones de capital, la capacitación de los técnicos, las normas y los códigos de seguridad;
- b) La generalización del uso del amoníaco y la menor inflamabilidad de los refrigerantes obligarán a impartir una mejor capacitación a los diseñadores, los instaladores y los técnicos de mantenimiento;
- c) Las aplicaciones a temperaturas muy bajas (menos de 50°C) utilizan actualmente HFC con alto PCA (por ejemplo, HFC-23) en sistemas de cascada. En estos momentos no hay opciones de bajo PCA para la mayoría de estos sistemas, que representan solo una parte muy pequeña del mercado de la refrigeración.

## **E. Adaptaciones necesarias para que el cambio de tecnología sea viable**

10. Para que el cambio de tecnología se viable, hace falta lo siguiente:

- a) Actualizar los códigos y las normas de seguridad, sobre todo en relación con el uso de refrigerantes inflamables;
- b) Las cuestiones relacionadas con las altas temperaturas ambiente son:
  - i) Altas temperaturas de descarga de las opciones de HFC y HFO de bajo PCA (posiblemente haga falta una modificación técnica, como la inyección de líquidos);
  - ii) Hay que perfeccionar los sistemas que utilizan CO<sub>2</sub> para lograr la eficiencia competitiva estacional en climas tórridos;
- c) La capacitación y la educación son indispensables para:
  - i) Diseñar y dar mantenimiento a sistemas herméticos, en los que los refrigerantes se utilizan mayormente para la recarga;
  - ii) Consolidar los conocimientos sobre el diseño adecuado de sistemas que usan CO<sub>2</sub> y prestar servicios adecuados y en condiciones de seguridad a esos sistemas;
  - iii) Diseñar y mantener debidamente y en condiciones de seguridad el amoníaco y los HC, lo que incluye el diseño de sistemas de fluidos secundarios adecuados;
- d) Sensibilizar acerca de los efectos de las emisiones de HFC y la importancia de reducirlas;
- e) Entre las consideraciones fundamentales que atañen a los fabricantes figuran la elaboración de códigos y normas de seguridad y la formación del personal de diseño, producción y prestación de servicios en tecnología a base de CO<sub>2</sub> y amoníaco.

## **F. Obstáculos y dificultades que impiden avanzar**

11. Entre los obstáculos y dificultades que impedían avanzar se señalaron los siguientes:

- a) La limitada disponibilidad de HFC de bajo PCA y la limitación de la carga de HC imponen límites a la aplicabilidad de las nuevas tecnologías;
- b) Es necesario proseguir las actividades de investigación y desarrollo para reducir la carga de refrigerante, seguir verificando la eficiencia de los sistemas que usan CO<sub>2</sub> en climas tórridos y elaborar códigos de buenas prácticas para los sistemas perfeccionados que usan CO<sub>2</sub>;

c) El elevado costo del CO<sub>2</sub> es una traba a su uso en aplicaciones de transporte. Esto no es lo que está ocurriendo en la refrigeración comercial. Para su rápida introducción en todo el mundo, es menester mejorar el diseño de los sistemas, la seguridad y la capacitación en el sector de prestación de servicios. Esto se aplica también a los refrigerantes inflamables y al amoníaco;

d) Es menester contar con directrices reglamentarias claras, en las que se contemplen situaciones hipotéticas de eliminación gradual, para iniciar la comercialización de las innovaciones basadas en la experiencia ganada con el reglamento de la Unión Europea sobre los gases fluorados.

### **G. Medidas que pueden aplicarse con más rapidez para estimular cambios inmediatos en la reducción del consumo de HFC**

12. Entre las medidas que podrían aplicarse con más rapidez para estimular cambios inmediatos en la reducción del consumo de los HFC se mencionaron las siguientes:

- a) Introducción de los hidrocarburos en sistemas herméticos pequeños para equipos comerciales de clavija tan pronto estén claros los efectos de las normas;
- b) Prevención del uso de R-40 A en todos los nuevos sistemas; modernización de los sistemas industriales y comerciales de mayor tamaño que usan R-404A, de ser posible (por ejemplo, turbocargadores de gran tamaño);
- c) Introducción de opciones que usan CO<sub>2</sub> y otros refrigerantes de bajo PCA en los nuevos sistemas centralizados de refrigeración comercial;
- d) Introducción de alternativas que usan amoníaco, CO<sub>2</sub> y otros refrigerantes de bajo PCA en los nuevos sistemas industriales, de ser posible;
- e) Introducción de hipótesis y plazos claros sobre la eliminación gradual;
- f) Capacitación para aumentar la conciencia acerca de la importancia de la hermeticidad, el diseño hermético y la recuperación del refrigerante.

## **III. Segunda sesión**

### **Retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto PCA en los sectores de aire acondicionado estacionario y bombas de calor**

#### **A. Introducción**

13. Dos expertos, el Sr. Daniel Colbourne y el Sr. Roberto Peixoto, presentaron las cuestiones técnicas e hicieron una sinopsis de la situación de la tecnología. Un grupo de nueve proveedores de tecnología y encargados de la ejecución de empresas y organizaciones de diferentes países, entre ellos Arabia Saudita, China, Egipto, Estados Unidos de América, India, Líbano, Noruega y Suecia, aportaron datos en sus ponencias y en las deliberaciones. Un décimo ponente del Japón no pudo asistir. Los nombres y las aportaciones de los ponentes se indican en el anexo de la presente adición. Los debates celebrados en las sesiones se organizaron de manera que los expertos ofrecieran sus disertaciones sobre la situación del sector y los subsectores, mientras que los ponentes ofrecieron sucintamente detalles sobre las cuestiones señaladas y, posteriormente, intervinieron en el debate. En el anexo de la presente adición se explica cómo se organizaron las sesiones.

14. El Sr. Colbourne hizo un análisis del sector aire-aire (como se señala en las fichas descriptivas 7, 8 y 9). Describió los subsectores del mercado e hizo una exposición de los diversos refrigerantes de bajo PCA que pueden usarse. El Sr. Peixoto se refirió específicamente a las alternativas disponibles para los enfriadores y las bombas de calor para la calefacción (fichas descriptivas 10 y 11). El Sr. Saurabh Kumar presentó una ponencia especial sobre las perspectivas de la eficiencia energética.

#### **B. Sinopsis de las tecnologías de bajo PCA en el sector de aire acondicionado estacionario y bombas de calor**

15. Se hizo hincapié en que la disponibilidad de alternativas de bajo PCA variaba considerablemente entre los diferentes sectores y subsectores del mercado de aire acondicionado estacionario. En el debate celebrado durante el taller, se clasificaron los aparatos de aire acondicionado y las bombas de calor de la siguiente manera:

- a) **Aparatos de aire acondicionado (incluidas las bombas de calor aire-aire reversibles):**
- i) Tipo dividido (Split):
    - a. Unidades sencillas pequeñas divididas sin ductos (2 a 12 kW, carga de 0,5 a 3 kg);
    - b. Unidades sencillas medianas divididas sin ductos (10 a 30 kW, carga de 3 a 10 kg);
    - c. Unidades divididas múltiples (de 20 a 150 kW; carga de 10 a 100 kg);
      - i. Unidades divididas múltiples;
      - ii. Flujo variable del refrigerante (VRF);
    - d. Unidades divididas con ductos (10 a 200 kW; carga de 5 a 100 kg);
      - i. Residenciales;
      - ii. Comerciales
  - ii) Selladas en fábrica:
    - a. Monobloque para azoteas (20 a 200 kW; carga de 5 a 30 kg);
    - b. Pequeñas autónomas (2 a 7 kW; carga de 0,2 a 2 kg);
      - i. Portátiles;
      - ii. De ventana/terminal monobloque/empotrable;
- b) **Enfriadores:**
- i) De desplazamiento positivo;
  - ii) Centrífugos.
- c) **Bombas de calor solo para calefacción**

## 1. Opciones mencionadas para el nuevo equipo

16. En las fichas descriptivas se explican muy diversas alternativas de bajo PCA, que se examinaron durante el taller. Algunas de ellas ya están ganando aceptación en el mercado en determinadas Partes que no operan al amparo del párrafo 1 del artículo 5, mientras que otras se encuentran en las primeras fases de desarrollo. En la actualidad, las Partes que operan al amparo del artículo 5 disponen de menos alternativas de bajo PCA, aunque probablemente esta situación cambie en los próximos años a medida que se disponga cada vez más de tecnologías utilizadas en países que no operan al amparo del artículo 5.

17. En lo referente a su aplicación en subsectores específicos, entre las opciones que se encuentran disponibles, se debatió sobre las siguientes:

- a) Unidades pequeñas de aire acondicionado pequeñas selladas en fábrica, que incluyen el uso de los siguientes refrigerantes: HC-290, HFC-32, R-446A, R-447A;
- b) Unidades de aire acondicionado sencillas divididas sin ductos, que incluyen el uso de los siguientes refrigerantes: HC-290, HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A;
- c) Unidades de aire acondicionado divididas con ductos, que incluyen el uso de HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A, HC-290;
- d) Unidades de aire acondicionado monobloque para azoteas, que incluyen el uso de R-744, HC-290, HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A;
- e) Unidades de aire acondicionado divididas múltiples, que usan HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A, (HC-290);
- f) Enfriadores que usan R-717, R-744, HC-290, HC-1270, HFO-1234ze, HFO-1233zd, HFO-1336mzz, HFC-32, R-444B, R-446A, R-447A;
- g) Bombas de calor solo para calefacción, que incluyen el uso de R-744, HC-290, HC-1270, HC-600 a, HFO-1234ze, HFO-1234yf, HFO-1233zd, HFO-1336mzz, HFC-32, R-444 B, R-446A, R-447A.

## 2. Resumen de la situación en el caso de temperaturas ambiente más bajas y medias

18. Probablemente para 2020 se disponga en todas partes de alternativas con PCA más bajo para:
- a) Unidades de aire acondicionado autónomas pequeñas;
  - b) Sistemas divididos y de unidades múltiples de tamaños pequeño y mediano;
  - c) Enfriadores.
19. Lo más problemático está en los sistemas aire-aire de mayor tamaño, que requieren una carga de refrigerante del orden de 50 kg a 100 kg. Aún no está claro si los refrigerantes con más bajo índice de inflamabilidad pueden utilizarse en esas aplicaciones.

## 3. Consideraciones relacionadas con las altas temperaturas ambiente

20. Muchos países con altas temperaturas ambiente siguen utilizando el HCFC-22 en los aparatos de aire acondicionado. En el equipo nuevo ya se ha producido en gran medida el cambio hacia alternativas que sustituyen a los HFC con alto PCA. En el caso de los sistemas aire-aire, el cambio consiste principalmente en R-410A (PCA 2088). En los enfriadores, el cambio se ha efectuado a HFC-134a (PCA 1430).
21. **Limitaciones en la selección de refrigerantes:** En climas con altas temperaturas ambiente, la carga de calor por unidad de superficie es mucho mayor que en climas más templados, de ahí que hagan falta sistemas con una mayor capacidad de enfriamiento, lo que ha dado lugar a un aumento de la carga de refrigerante para un local de un tamaño determinado. Esto puede limitar la idoneidad de los refrigerantes con una inflamabilidad más alta (como el HC-290) en las unidades divididas pequeñas y de los refrigerantes (como el HFC-32) con una inflamabilidad más baja (2L) en los sistemas aire-aire.
22. **Importancia de la eficiencia energética:** En los debates se señaló que, en países con alta temperatura ambiente, lograr la eficiencia energética tenía más prioridad que usar alternativas con PCA más bajo. El aumento de la eficiencia surte un efecto mayor en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y presenta menos problemas. Por regla general, en las normas de eficiencia energética de países con alta temperatura ambiente se establecen niveles altos. Para lograr esas normas posiblemente sea necesario también cargas más elevadas de refrigerante (por ejemplo, para permitir el uso de intercambiadores de calor de mayor tamaño con diferencias de temperatura pequeñas). Esto se suma además a las limitaciones en cuanto al empleo de refrigerantes inflamables.
23. **Opciones con PCA más bajo, aire-aire:** En el caso de equipo aire-aire, las alternativas con PCA más bajo que probablemente sean las más adecuadas a las condiciones de alta temperatura ambiente son el HFC-32 y las mezclas recién creadas que tienen propiedades parecidas al R-410A (como el R-446A y R-447A). El PCA de estos refrigerantes es del orden de 450 a 675, muy inferior al del R-410A; y su inflamabilidad es más baja (2L). Sin embargo, se dispone de pocos datos sobre el desempeño de esos sistemas a altas temperaturas ambiente, pero de ellos se esperan mejores resultados que con el R-410A. Merece la pena señalar que el HC-290 solo puede tener una aplicabilidad limitada a altas temperaturas ambiente debido a restricciones de la carga y a que probablemente el R-744 no logra una eficiencia suficientemente alta. En el caso de los sistemas divididos de tamaño pequeño y mediano, probablemente los refrigerantes con un índice de inflamabilidad más bajo cumplan las normas de seguridad actuales. Todavía no está claro si se pueden usar refrigerantes con una inflamabilidad más baja en sistemas aire-aire de mayor tamaño (por ejemplo, los de flujo de refrigerante variable (VRF)). Hay que seguir trabajando para comprender a cabalidad las cuestiones inherentes a la seguridad. Se recomendó que, en el caso de los sistemas de mayor tamaño se podría producir un cambio hacia enfriadores por agua, pero algunos participantes dijeron que ello reduciría la eficiencia. Hay que seguir aclarando también esta cuestión.
24. **Opciones con PCA más bajo, refrigeradores:** Existen distintas alternativas de bajo PCA para los enfriadores, que ya se mencionaron. En general hubo acuerdo en que el diseño de esos enfriadores podría mejorar el desempeño a alta temperatura ambiente.
25. **Refrigeración centralizada:** La refrigeración centralizada podría proporcionar una solución de gran eficiencia, que evitaría la necesidad de instalar muchas unidades de equipos de pequeño tamaño, y resolvería algunas de las dificultades descritas en párrafos anteriores. Pese a que hubo acuerdo en que esos sistemas podrían ser aplicables en determinadas circunstancias (por ejemplo, cuando se está planificando un proyecto de desarrollo inmobiliario de envergadura), probablemente esa no fuese una solución para la mayoría de los sistemas pequeños. Por otra parte, se señaló que, en las regiones donde escasea el agua, la refrigeración centralizada tal vez no tuviera cabida.
26. Es importante señalar que los participantes no lograron el consenso en cuanto a si algunas de las soluciones que se acaban de explicar fueran aplicables en condiciones de altas temperaturas

ambiente. Algunos participantes dijeron que no se disponía de soluciones para esas condiciones, mientras que otros aportaron pruebas de que se disponía de opciones de bajo PCA.

27. **Mantenimiento:** Es importante que mejoren las prácticas de mantenimiento para mejorar la contención de los refrigerantes, ya que se pueden aplicar con la tecnología establecida que usa HFC; de esta manera se garantizará que el clima sufra menos, ya que se liberarán a la atmósfera menos cantidades de gases refrigerantes.

### C. Obstáculos y retos importantes

28. Entre los aspectos importantes relacionados con los obstáculos y los retos, se señalaron los siguientes:

a) **Selección, diseño e instalación de la tecnología y el equipo nuevos:** Es indispensable analizar todos los aspectos de la tecnología alternativa para garantizar un alto nivel de eficiencia y un funcionamiento en condiciones de seguridad. Podrían producirse situaciones en las que no se disponga de todos los componentes para todas las nuevas opciones de refrigerantes;

b) **Normas y códigos de seguridad restrictivos:** Pese a que hubo acuerdo en que las alternativas inflamables, como el HC-290 en los sistemas aire-aire pequeños, aumentarían la eficiencia energética (en cerca de 5% a 10% en los aparatos de aire acondicionado residenciales), el rigor que imponen los códigos y las normas que restringen la carga de refrigerantes inflamables podría dar lugar a restricciones en la capacidad de enfriamiento y de calefacción;

c) **Disparidades en la legislación nacional o falta de esa legislación:** La falta de una legislación o un reglamento deja un vacío que limita la promoción de nuevas tecnologías o la innovación. Este fue uno de los principales asuntos de interés para los representantes de la industria en la sesión;

d) **Capacitación específica sobre evolución de las tecnologías y sensibilización del público:** El personal operativo y toda la cadena de interesados deben tener conocimiento de todos los aspectos de las nuevas tecnologías de bajo PCA, sobre todo las que son inflamables. Es imprescindible crear programas de capacitación en los sectores de la manufactura y el mantenimiento, así como ejecutar programas de sensibilización para el público en general.

e) **Armonización de las normas:** Las organizaciones internacionales de normalización tienen que hacer todo lo que esté a su alcance para revisar las normas de manera que se armonice la metodología para la aplicación de tecnologías alternativas que usan HFC de bajo PCA, sobre todo en Partes que operan al amparo del artículo 5.

### D. Medidas que pueden aplicarse con más rapidez para estimular cambios inmediatos en la reducción del consumo de HFC

29. Los debates celebrados durante la sesión permitieron elaborar el siguiente resumen de las medidas que podrían considerarse para su aplicación rápida a fin de estimular cambios inmediatos en la reducción del consumo de HFC en el sector de aire acondicionado estacionario:

a) Innovaciones y mejoras en el diseño del equipo que podrían propiciar un aumento de la eficiencia energética, así como la reducción del uso de refrigerantes;

b) Introducción de alternativas de bajo PCA para el nuevo equipo en subsectores y regiones geográficas para los cuales ya existen alternativas o están próximas a comercializarse. Para 2020 podría incluirse a las unidades de aire acondicionado autónomas pequeñas, los sistemas divididos pequeños y los enfriadores de agua en todas las Partes que no operan al amparo del artículo 5 y en muchas regiones que operan al amparo de ese artículo;

c) Hacen falta evaluaciones técnicas urgentes y trabajos de diseño y creación para apoyar la adopción de alternativas de bajo PCA. Habrá que abordar en particular dos aspectos decisivos:

- i) Uso de refrigerantes inflamables: hay que seguir haciendo aclaraciones sobre los tamaños y los tipos de sistemas que pueden utilizar en condiciones de seguridad a) alternativas con inflamabilidad más alta, como el HC-290; y b) alternativas con una inflamabilidad más baja, como el HFC-32;
- ii) Uso de alternativas de bajo PCA en condiciones de alta temperatura ambiente: hay que seguir precisando los obstáculos técnicos al uso de alternativas de bajo PCA en condiciones de alta temperatura ambiente, teniendo en cuenta las circunstancias especiales de la gran demanda de unidades de refrigeración y la necesidad de una gran eficiencia energética;



d) Actualización de la legislación y los reglamentos en diferentes países para facilitar los progresos en la transferencia de tecnologías, en particular de los proveedores de tecnología de países que no operan al amparo del artículo 5 hacia países que operan al amparo de ese artículo, en los que dicha legislación podría repercutir negativamente en esas transferencias;

e) Armonización o revisión de las normas y los códigos relativos al uso de refrigerantes y tecnología inflamables para ayudar a eliminar los obstáculos que gravitan en contra del uso de ese tipo de tecnología a base de HC-290 y facilitar la introducción en términos más generales de tecnología que utiliza HC.

#### IV. Tercera sesión

### Retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto PCA en los equipos de aire acondicionado móvil

#### A. Introducción

30. En países que no operan al amparo del artículo 5, a principios del decenio de 1990 se empezó a utilizar el HFC-134a en el aire acondicionado móvil de la mayoría de los nuevos automóviles. En estos momentos, el HFC-134a sigue siendo el refrigerante mundial estándar para los sistemas de aire acondicionado móvil de tamaño pequeño y mediano. Debido a su muy alto PCA, la industria automovilística está en busca de refrigerantes de bajo PCA para usarlos como alternativas.

31. El Sr. Predag Pega Hrnjak hizo una exposición resumida de los sistemas de aire acondicionado móvil, tanto para automóviles como para vehículos de mayor tamaño. En la versión definitiva del programa del taller que figura en el anexo de la presente adición se reproduce la lista de los cuatro ponentes de la sesión y sus presentaciones, en las que se abordaron cuestiones específicas de las alternativas de bajo PCA para el aire acondicionado móvil.

#### B. Sinopsis de las tecnologías en el sector

32. Actualmente, todos los sistemas modernos de aire acondicionado móvil en los automóviles y otros vehículos pequeños usan como refrigerante el HFC-134a. En los últimos años se ha registrado una actividad importante en el ámbito del desarrollo de nuevos refrigerantes de bajo PCA (PCA<150) como alternativas al HFC-134a. La Directiva de la Unión Europea sobre sistemas de aire acondicionado móvil por la que se prohíbe el uso de refrigerantes con PCA superior a 150 estimuló esa iniciativa.

33. A partir de 2006, se realizaron numerosos ensayos con el CO<sub>2</sub> (R-744, PCA = 1) y se crearon algunas tecnologías de perfeccionamiento (por ejemplo, intercambiadores de calor internos, evaporadores por microcanales) para mejorar su desempeño. En 2009 se introdujo un nuevo refrigerante, la HFO-1234yf (PCA=4). Los sistemas de aire acondicionado móvil que usan HFO-1234yf emplearon tecnologías de perfeccionamiento del desempeño que fueron desarrolladas para el CO<sub>2</sub> para un rendimiento igual o superior al del sistema de referencia, que usaba HFC-134a. A finales de 2014, cerca de tres millones de automóviles en circulación utilizaban HFO-1234yf. Debido a problemas con las patentes, solo dos empresas fabrican este refrigerante. El costo actual de este refrigerante es 15 a 20 veces mayor que el del HFC-134a. En los últimos 10 años, la aplicación de estas tecnologías a sistemas que usan HFC-134a ha duplicado la eficiencia energética del sistema. Algunos fabricantes y proveedores del equipo original realizaron investigaciones sobre los hidrocarburos (HC-290, HC-600a) para la expansión directa y el HFC-152a, para fines menos importantes. Estos refrigerantes pueden asegurar buenos resultados térmicos, pero los fabricantes de automóviles se muestran reacios a utilizarlos debido a problemas de inflamabilidad.

34. Se han elaborado algunas mezclas nuevas de refrigerantes de otro tipo para los sistemas de aire acondicionado móvil (por ejemplo, R-445A, PCA=120). Los fabricantes y proveedores de equipo original han realizado numerosos ensayos con el R-445A en relación con su rendimiento, la compatibilidad de materiales, la inflamabilidad y la evaluación del riesgo. Sin embargo, estos sistemas aún no se han comercializado. Para los vehículos eléctricos e híbridos, hacen falta sistemas de bombas de calor para la calefacción de los pasajeros; tanto el CO<sub>2</sub> como el R-445A han dado muy buenos resultados en la modalidad de bombas de calor.

35. En este momento la HFO-1234yf parece ser la principal alternativa de bajo PCA y se espera que la industria automovilística siga fabricando vehículos con este refrigerante. Se espera que el número de vehículos que usan actualmente HFO-1234yf, que ronda en los 3 millones, siga creciendo hasta 2020 y posteriormente. El costo es uno de los principales motivos de preocupación en estos

momentos en relación con este refrigerante. Ahora bien, el costo de la HFO-1234yf debería disminuir en la medida en que aumente su penetración en el sector de aire acondicionado móvil.

36. En el caso de los sistemas de aire acondicionado móvil de los vehículos de mayor tamaño (por ejemplo, autobuses, trenes). las alternativas posibles no están tan claramente definidas como en los vehículos pequeños. Se están estudiando diversas opciones, entre ellas el R-744, la HFO-1234yf y el HFC-32.

### **C. Adaptaciones necesarias para que el cambio de tecnología sea viable**

37. La adaptación de un refrigerante alternativo para los sistemas de aire acondicionado móvil depende de muchas variables, entre otras, la seguridad, la eficiencia energética, problemas de diseño, costo, aplicabilidad a altas temperaturas ambiente y capacitación en tecnología para el mantenimiento. La seguridad es uno de los parámetros más importantes para la adaptación de un refrigerante de manera que cumpla los reglamentos o códigos.

38. Lo ideal en cuanto a la elección de un refrigerante para los sistemas de aire acondicionado móvil sería contar con una solución que fuese aceptada por todos los fabricantes de automóviles a nivel mundial. Los fabricantes y proveedores de equipo original están procurando hallar una opción sostenible que algún día se pudiera adoptar en todo el mundo.

39. Los países o lugares que registran altas temperaturas ambiente promedio todos los años necesitan que los sistemas de aire acondicionado móvil de los vehículos funcionen todo el año. La sustitución del refrigerante actual (HFC-134a) con uno de bajo PCA repercutirá enormemente en las emisiones de CO<sub>2</sub> del refrigerante que se escapa a la atmósfera. De ahí la necesidad imperiosa de que los fabricantes de automóviles y los proveedores de equipo utilicen un refrigerante de bajo PCA.

40. Sea cual sea el refrigerante que se elija para los sistemas de aire acondicionado móvil, habrá que afrontar gastos considerables relacionados con la conversión del HFC-134a, que es el refrigerante actual. Se deberán diseñar y producir nuevos componentes; en el sector de los servicios habrá que crear nuevos equipos de carga y drenaje. Será necesario asignar una gran cantidad de fondos para los programas de capacitación de técnicos y la homologación de garajes y talleres que se encargan del mantenimiento y la reparación de los sistemas de aire acondicionado móvil.

41. Los fabricantes y proveedores de equipo original tenderán a seleccionar un refrigerante de bajo PCA que requiera cambios mínimos en el diseño de los componentes y sistemas, lo que reducirá considerablemente el costo general del cambio, sin lo cual la industria gastaría sumas considerables en modernización. Los países en desarrollo podrían oponer resistencia a este cambio debido a las consecuencias financieras de la producción de vehículos con sistemas alternativos de aire acondicionado móvil.

### **D. F. Obstáculos y dificultades que impiden avanzar**

42. La aplicación de las nuevas tecnologías podría ser muy difícil, debido a múltiples obstáculos, a saber: a) problemas de diseño; b) sistemas de propulsión diferentes para los diferentes vehículos (por ejemplo, eléctricos e híbridos); c) refrigerantes distintos para las aplicaciones de enfriamiento directo y calefacción; d) falta de un refrigerante aceptado en todo el mundo; e) opciones múltiples de refrigerantes; f) evaluación del costo que suponen las patentes de los nuevos refrigerantes para los fabricantes de equipo original; g) cuestiones socioeconómicas y h) capacitación y homologación de los técnicos que prestarán servicios y se encargarán de las reparaciones.

43. En cuanto a los nuevos refrigerantes que pudieran proponerse para los sistemas de aire acondicionado móvil, será necesario intensificar la labor de investigación y desarrollo para validar el R-445A como refrigerante. Si se selecciona el CO<sub>2</sub> como candidato para los sistemas de aire acondicionado móvil de mayor tamaño, habrá que validar la durabilidad del sistema.

44. En los sistemas de aire acondicionado móvil de mayor tamaño que usan CO<sub>2</sub> como refrigerante alternativo, se deberían usar sistemas de eyectores para mejorar el desempeño del sistema a altas temperaturas ambiente.

### **E. Medidas que pueden aplicarse con más rapidez para estimular cambios inmediatos en la reducción del consumo de HFC**

45. Los sistemas de aire acondicionado móvil para el sector automotor (automóviles de pasajeros y camionetas pequeñas) utilizan en su mayoría HFO-1234yf como refrigerante en Europa y los Estados Unidos. Previsiblemente el número de vehículos que usan este refrigerante seguirá aumentando con los años.

46. En el caso de los sistemas de aire acondicionado móvil de mayor tamaño para autobuses, la actividad de desarrollo marcha con lentitud y en el mercado todavía son muy pocas las alternativas de bajo PCA. No obstante, algunos sistemas están utilizando el R-744. Hay que proseguir las tareas de desarrollo en este sector del mercado.
47. El sector de aire acondicionado móvil tiene que garantizar que se tengan en cuenta los códigos y las normas pertinentes en el diseño, la seguridad, la manipulación, el mantenimiento y la recuperación al final de la vida útil de los refrigerantes alternativos de bajo PCA.
48. Es ahora que tenemos que utilizar refrigerantes de bajo PCA para los sistemas de aire acondicionado móvil. Este sector representa el 20% del total de emisiones de gases con PCA. Es necesario crear tecnologías que sean inocuas para el medio ambiente, eficaces en función de los costos, sostenibles y que puedan utilizarse en todo el mundo.

## V. Cuarta sesión

### Retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto PCA en el sector de las espumas

#### A. Introducción

49. La cuarta sesión analizó los retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto PCA en el sector de las espumas. El Sr. Igor Croiset presentó una ponencia general titulada “Eliminación de los HFC en las espumas para aparatos comerciales y electrodomésticos: retos y oportunidades”. El Sr. Paulo Altoe presentó a continuación una ponencia general titulada “Factores que influyen en la elección de alternativas”. En el anexo de la presente adición figuran los nombres de los ponentes que aportaron sus ideas sobre temas específicos y los títulos de sus ponencias.

#### B. Sinopsis de las tecnologías en el sector

50. El sector de espumas de celda cerrada actualmente utiliza una amplia variedad de agentes espumantes: inflamables y no inflamables. Los inflamables son fundamentalmente hidrocarburos (es decir, pentanos e isobutano) e hidrocarburos oxigenados (HCO) como formiato de metilo y metilal. Los no inflamables son el CO<sub>2</sub> y las HFO.
51. Siempre que ha sido posible, las grandes empresas han adoptado de inmediato los HC como opción de agente espumante estándar debido a su bajo costo operacional incremental a pesar del elevado costo de capital incremental inicial. El CO<sub>2</sub> se utiliza como agente espumante para algunas aplicaciones en que el aislamiento térmico no es un requisito riguroso.
52. Los HFC que utilizan las pequeñas empresas son los más difíciles de eliminar. En esas empresas, la dificultad principal está en el incremento de los gastos que trae consigo. Esas empresas no pueden sufragar el alto costo de capital incremental de introducción de los HC ni el elevado costo de la introducción gradual de los HFC o las HFO. Por eso lo habitual es optar por el CO<sub>2</sub> en caso de que se corran riesgos con el aislamiento térmico. Cuando es imprescindible un mayor aislamiento térmico, se suele utilizar como agente espumante una combinación de HFC/HFO con un alto porcentaje de CO<sub>2</sub>.
53. El formiato de metilo y el metilal se están utilizando tanto en Partes que no operan al amparo del artículo 5 como en las que operan al amparo de ese artículo, sobre todo en aplicaciones en pieles sintéticas, aunque la estabilidad y la inflamabilidad siguen siendo dos cuestiones claves que (todavía) no se han resuelto.
54. Los principales agentes espumantes de bajo PCA para el poliestireno extruido son el CO<sub>2</sub>, los hidrocarburos o las HFO en combinación con el CO<sub>2</sub>. A veces se utilizan alcoholes y éteres en niveles bajos en combinación con agentes espumantes para determinadas propiedades de las espumas.
55. Las HFO se siguen evaluando en el sector de las espumas y están mostrando grandes posibilidades, en particular como resultado de sus contribuciones a la eficiencia térmica incluso a niveles relativamente bajos en las formulaciones utilizadas en la actualidad. Un fabricante ya está produciendo para la venta a escala experimental y hay posibilidades de que otros sigan sus pasos en los próximos dos años. Sin embargo, se mantienen las incertidumbres en cuanto a los costos del sistema y a la disponibilidad geográfica.
56. El sector más difícil es el de espumas de poliuretano en aerosol, cuyo principal problema es el procesamiento de esos sistemas en condiciones de seguridad en situaciones específicas dentro de un edificio. Los HFC siguen siendo la única opción disponible hasta el momento, aunque el CO<sub>2</sub> se puede

utilizar para determinadas aplicaciones. La adopción de HFO será muy difícil debido a sus elevados costos actuales.

### C. Adaptaciones necesarias para que el cambio de tecnología sea viable

57. La tecnología de los HC es una tecnología espumante comprobada, pero su inflamabilidad impide que su uso se generalice. Una opción viable para las empresas pequeñas y medianas de determinados países es la premezcla de HC.

58. Las altas temperaturas ambiente pueden ser un problema para las premezclas de HC, que han demostrado su utilidad para algunas empresas pequeñas y medianas. En determinados casos la solución podría ser la reformulación de una mezcla de poliol para aumentar la solubilidad de sus HC. Por otra parte, los operarios deberían recibir una capacitación adecuada para almacenar y manipular premezclas de HC en condiciones de seguridad.

59. El formiato de metilo puede ser una buena alternativa para determinadas aplicaciones, pero se prevé que su inflamabilidad y la corrosividad de algunas mezclas que contienen formiato de metilo presenten problemas importantes.

60. Desde el punto de vista técnico, las HFO son agentes espumantes eficaces para todas las aplicaciones de espumas, pero el inconveniente principal está en su elevado costo. Además, se sabe que algunas HFO presentan problemas de estabilidad en las mezclas. Por eso, la reformulación es necesaria para aprovechar al máximo el uso de agua y CO<sub>2</sub> a fin de reducir el costo de operación y, en el caso de determinadas HFO, mitigar el problema de la estabilidad de la mezcla.

### D. Obstáculos y dificultades que impiden avanzar

61. Para las grandes empresas, la transición hacia opciones de bajo PCA avanza en forma relativamente ininterrumpida desde que se adoptó de preferencia la tecnología que usa HC, debido a su bajo costo operacional a pesar del elevado costo de capital de una sola vez. Ahora bien, las pequeñas y medianas empresas tropiezan con dificultades importantes, a saber:

a) **Seguridad:** El uso de los HC y las HFO son motivos de preocupación importantes. Las formulaciones premezcladas pueden mitigar la mayoría de los riesgos. En el caso de que sean necesarias determinadas características para la lucha contra incendios, el sistema a base de poliuretano requiere reformulaciones para garantizar determinados resultados en la resistencia al fuego;

b) **Eficiencia energética:** Cuando no se usan HC ni HFO, la opción puede ser el CO<sub>2</sub>. Ahora bien, las espumas obtenidas con CO<sub>2</sub> tienen un aislamiento térmico bajo. El uso de HFO como agente espumante combinado puede ser una manera de avanzar en la solución de este problema y establecer un equilibrio adecuado entre el costo y los resultados;

c) **Costo:** Cuando la opción no son ni los HC ni el CO<sub>2</sub>, se puede recurrir a las HFO. Lamentablemente, el costo de las HFO es demasiado alto para usarlas por sí mismas. Además, en estos momentos no está muy clara la cuestión de su disponibilidad comercial. Para mitigar el aumento del costo, se podrían o deberían aplicar como agentes espumantes en combinación con el CO<sub>2</sub>;

d) **Alta temperatura ambiente:** Cuando se usan premezclas de HC, es necesario garantizar el almacenamiento, el transporte y la manipulación adecuados de los contenedores de premezclas;

e) **Rociado in situ:** sigue siendo sumamente difícil hallar soluciones para este sector. A pesar de que el uso de las HFO o el CO<sub>2</sub> como agentes espumantes combinados pudiera ser parte de una solución, el problema no se resuelve en lo fundamental. Lamentablemente, el grupo de ponentes del taller no tenía una visión clara de cómo proceder.

### E. Medidas que pueden aplicarse con más rapidez para estimular cambios inmediatos en la reducción del consumo de HFC

62. Para las grandes empresas, los HC son una opción viable para seguir avanzando. Las empresas de tamaño mediano deberían adoptar los HC cuando sea práctico. En cuanto a las pequeñas empresas, podrían optar entre las premezclas de HFO y las premezclas de HC.

63. En el caso de aplicaciones para las que las HFO son la única opción, la industria necesita más tiempo para probar la tecnología de las HFO en gran escala (por ejemplo, su estabilidad a largo plazo) Se mantienen las incertidumbres en cuanto a la disponibilidad comercial de las HFO.

## VI. Quinta sesión

### Cuestiones generales e intersectoriales relativas a los aspectos técnicos de la gestión de los HFC

#### A. Introducción

64. La quinta sesión ofreció a los participantes la oportunidad de examinar muchas cuestiones generales e intersectoriales, que se habían planteado en las cuatro sesiones anteriores. Las cuestiones tratadas fueron las siguientes:

- a) Disponibilidad de alternativas de bajo PCA y costo de la conversión;
- b) Derechos de propiedad intelectual;
- c) Eficiencia energética;
- d) Cuestiones relacionadas con las altas temperaturas ambiente;
- e) Inflamabilidad y normas de seguridad;
- f) Reducción de las fugas, recuperación y reutilización de refrigerantes con alto PCA;
- g) Capacitación, instrumentos y creación de capacidad necesarios en el sector de

mantenimiento para empezar a usar alternativas de bajo PCA en países que operan al amparo del artículo 5.

65. Al comenzar la sesión, dos ponentes expusieron las opiniones de las asociaciones industriales (de refrigerantes fluorados y naturales) sobre la disponibilidad de alternativas de bajo PCA para sustituir los HFC con alto PCA.

66. En la primera parte de la sesión, nueve ponentes trataron a fondo cuestiones relacionadas con la disponibilidad, los costos, las tendencias de la industria y los derechos de propiedad intelectual. Un ponente, en representación de una asociación industrial de un país que opera al amparo del artículo 5, habló sobre las dificultades con que tropezaban las empresas en Partes que operan al amparo del artículo 5 para la conversión a opciones de bajo PCA. Los ponentes que representaban a la industria y los expertos hicieron referencia a los costos y las actividades que estaba emprendiendo la industria por su cuenta o en cumplimiento de la legislación interna en la transición hacia alternativas de bajo PCA. Un experto en derechos de propiedad intelectual expresó sus opiniones sobre las repercusiones de los derechos de propiedad intelectual en la facilitación o la restricción del acceso a las tecnologías de bajo PCA.

67. En la segunda parte de la sesión, ocho ponentes expresaron sus opiniones sobre cuestiones relacionadas con las altas temperaturas ambiente, la inflamabilidad y las normas de seguridad, la reducción de las fugas, la recuperación y reutilización, así como la capacitación y la creación de capacidad. Dos representantes de la industria hablaron sobre las opciones y las dificultades para el tránsito hacia alternativas de bajo PCA en regiones con alta temperatura ambiente. Dos ponentes de las industrias expresaron su opinión sobre las dificultades con que tropezaban las industrias debido a las diferencias en las normas sobre seguridad e inflamabilidad en distintos países. Otro representante de la industria se refirió a la importancia de los planes de capacitación y homologación para garantizar la manipulación de los refrigerantes alternativos de bajo PCA en condiciones de seguridad y sin perjudicar al medio ambiente. Los últimos tres ponentes situaron sobre el tapete la importante cuestión de la reducción de las fugas, la recuperación y reutilización de los HFC, así como la capacitación y la creación de capacidad que hacían falta en el sector de mantenimiento en países que operan al amparo del artículo 5.

68. En la versión definitiva del programa del taller, que se reproduce en el anexo de la presente adición, figuran los nombres de los ponentes y las cuestiones que abordaron.

69. En la segunda sesión se había hecho una exposición concretamente sobre la eficiencia energética y se había dado por sentado que se trataba de un tema que guardaba relación con el que se trataría en la quinta sesión. Muchos de los que hicieron uso de la palabra abundaron sobre la cuestión de la eficiencia energética.

#### B. Disponibilidad y costos

70. Los dos ponentes principales señalaron que la mayoría de los sectores podían contar en esos momentos con un conjunto de tecnologías disponibles para sustituir a los HFC con alto PCA. En muchos subsectores, la relación costo-eficacia de las alternativas estaba mejorando constantemente y

ya se estaban usando a escala comercial en determinadas regiones geográficas, en particular en países que operan al amparo del artículo 5. Muchos refrigerantes fluorados y naturales existentes podían utilizarse en aplicaciones como las espumas, la refrigeración y el aire acondicionado; y muchos más estaban en proceso de elaboración. El creciente número de opciones estimularía la competencia entre alternativas y la industria seleccionaría la opción más apropiada basándose en un gran número de factores como costo, eficiencia y seguridad.

71. Otros participantes apoyaron las opiniones de los ponentes principales que se refirieron a la disponibilidad de alternativas de bajo PCA. Se presentaron ponencias concretas sobre la disponibilidad y los costos de la transición a alternativas de bajo PCA en los sectores de aire acondicionado móvil y espumas. Quedó demostrado que las diferentes alternativas tenían diferentes ventajas y desventajas. Algunas eran costosas, otras muy inflamables y otras más obligarían a proseguir las actividades de investigación y desarrollo a fin de demostrar su viabilidad en determinadas regiones. Los debates y ponencias permitieron llegar a la conclusión de que no existía un refrigerante perfecto. Los refrigerantes actuales no son perfectos; o bien agotan el ozono o tienen un alto PCA o presentan otras ventajas y desventajas. Esas ventajas y desventajas son inevitables en cada refrigerante.

72. También quedó claro en las ponencias que las diferentes regiones necesitarían un marco temporal diferente para adoptar alternativas. Por ejemplo, se señaló que, en el caso de las regiones con alta temperatura ambiente, las alternativas de bajo PCA para sustituir a los HFC se encontraban en esos momentos en la etapa de demostración en sistemas de aire acondicionado divididos de mayor tamaño, y que se necesitaría más tiempo para introducir esas tecnologías en el mercado libre. Se señaló que haría falta un compás de espera para crear capacidad y crear mercados antes de que cualquier nueva alternativa pudiera pasar de una región a otra.

73. Se examinaron también cuestiones relacionadas con los costos. Por regla general, los costos de las alternativas de bajo PCA son en estos momentos más altos que los de los HFC con alto PCA en uso. Se hizo notar que los gastos de funcionamiento eran más altos en el caso de los productos químicos patentados, como las HFO, mientras que los gastos de capital eran más elevados en el caso de sistemas que usaban refrigerantes inflamables como los HC. No obstante, también se hizo notar que el costo era un factor de la escala y la competencia. En la medida en que se introduzcan alternativas de bajo PCA en escala y haya competencia entre distintas opciones, los costos tenderán a la baja, como ha ocurrido en Europa. Se ofrecieron ejemplos para ilustrar la manera en que, en el caso de muchas aplicaciones, los costos eran competitivos con los de los HFC con alto PCA en determinadas regiones.

74. La legislación interna, al igual que las iniciativas de la industria en determinados países que no operan al amparo del artículo 5, también influyen en la disponibilidad y los costos de las alternativas de bajo PCA. Se presentó una ponencia sobre el reglamento de la Unión Europea sobre los gases fluorados y la manera en que había repercutido en la disponibilidad y el costo de alternativas de bajo PCA. Se señaló que todas las importaciones de la Unión Europea tendrían que cumplir los requisitos del reglamento sobre los gases fluorados, lo que probablemente imprimiría impulso al desarrollo de alternativas de bajo PCA en los grandes países exportadores como China.

75. Hubo un debate (en el que no se llegó a conclusiones) en relación con los procedimientos utilizados para pasar a alternativas de bajo PCA. Uno de los ponentes de un país que opera al amparo del artículo 5 hizo hincapié en la necesidad de transición de una sola vez a alternativas de bajo PCA, mientras que otro señaló la necesidad adoptar alternativas comercializadas, aun cuando tuvieran un PCA relativamente menor (pero no bajo) que los actuales HFC con alto PCA. También hubo un debate sobre la definición de refrigerantes de bajo PCA, en el que tampoco se llegó a conclusiones.

76. En las deliberaciones se hizo evidente, que las perspectivas de introducir alternativas de bajo PCA en lo inmediato dependerían en gran medida del volumen de la demanda, lo que a su vez dependería de la promulgación en los países de requisitos reglamentarios para el tránsito hacia alternativas de bajo PCA. Analizando la experiencia ganada con el Protocolo de Montreal, uno de los ponentes observó que, cuando se negoció el Protocolo, había muchas menos alternativas que en esos momentos. Tan pronto el Protocolo de Montreal proporcionó la certeza reglamentaria, se aceleró la disponibilidad de alternativas. Este mensaje fue reiterado por muchos otros ponentes en la sesión: es importante la certeza normativa y reglamentaria a fin de impulsar el desarrollo y la comercialización de tecnologías de bajo PCA.

## C. Derechos de propiedad intelectual

77. La cuestión de los derechos de propiedad intelectual se planteó en reiteradas ocasiones durante los dos días que duró el taller. Muchos participantes de países que operan al amparo del artículo 5 mostraron preocupación por los efectos que los derechos de propiedad intelectual tendrían en los costos y la transferencia de tecnología. Una de las cuestiones examinadas durante la sesión fue si las

patentes ejercerían una influencia negativa en la transición hacia alternativas de bajo PCA y obstaculizarían la transferencia de tecnología a los países que operan al amparo del artículo 5.

78. El único orador que habló sobre esta cuestión comenzó diciendo que en el pasado los derechos de propiedad intelectual no habían dado mucho quehacer a los efectos de la transición a nuevas sustancias en el marco del Protocolo de Montreal. Esto ocurrió porque había muchos proveedores de algunas de las tecnologías, porque algunos de los principales refrigerantes no estaban patentados y porque el Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal pagaba los costos incrementales y los costos de la transferencia de tecnología a países que operan al amparo del artículo 5. Ahora bien, las patentes podrían llegar a ser un problema importante en un régimen de eliminación gradual de los HFC debido a que el registro de patentes de los nuevos refrigerantes fluorados databa de apenas unos pocos años y, por lo tanto, esas patentes mantendrían su vigencia en lo inmediato. Debido a que los titulares de patentes quieren obtener el máximo de beneficios de sus invenciones, imponen primas a las alternativas y, de esa manera, aumentan los costos. El segundo gran problema con las patentes es la maraña de patentes: “una densa red de derechos de propiedad intelectual superpuestos a través de la cual una empresa debe abrirse paso a fin de comercializar realmente la nueva tecnología<sup>1</sup>”. En vista de la complejidad cada vez mayor de los adelantos tecnológicos, comerciales y reglamentarios, como podría ser el caso durante la eliminación gradual de los HFC, cada vez había más posibilidades de que creciera la maraña de patentes. Sin embargo, también se señalaron algunas de las razones para ser optimistas:

- a) Algunas de las principales sustancias no están patentadas, como los refrigerantes naturales;
- b) Aun cuando las patentes o las marañas de patentes bloqueen la comercialización o el uso de algunas tecnologías, las nuevas invenciones siempre las pasan de largo;
- c) Podemos esperar tecnologías concurrentes, impulsadas en parte por nuevos mercados e indicios de regulación, que podrían provocar una caída de los precios de las tecnologías patentadas;
- d) Las patentes no son permanentes: expiran con el tiempo;
- e) A menos que se produzca un cambio extraordinario, el Fondo Multilateral seguirá teniendo el mandato de financiar la transferencia de tecnología, en particular para adquirir licencias para utilizar tecnología patentada.

79. El debate que tuvo lugar a continuación versó sobre la manera en que el Fondo Multilateral facilitaría la transferencia de tecnología; en qué se emplearían esos fondos y cómo se distribuirían los costos de la transición. El mensaje que afloró fue que era necesario conocer más a fondo esta cuestión. No obstante, también se planteó que posiblemente hicieran falta nuevos métodos que facilitaran la transferencia de tecnología, en particular en sectores donde las alternativas eran limitadas.

#### **D. Eficiencia energética**

80. La eficiencia energética descolló entre los temas de debate más importantes del taller. Durante todo el taller se señaló que el aumento de la eficiencia energética en el sector de refrigeración y aire acondicionado y la eliminación gradual de los HFC formaban un programa conjunto.

81. El sentir general en el taller fue que la eficiencia energética de las alternativas de bajo PCA era análoga a la de los HFC con alto PCA o mejor. Sin embargo, se señaló que era necesario contar con una estrategia que garantizara que la eliminación redundara también en importantes mejoras en la eficiencia energética. La inversión en eficiencia energética para aprovechar al máximo los beneficios para el clima de la sustitución de gases con alto PCA recibió rotunda aprobación en el taller. De igual modo, se mencionó que se estaban haciendo inversiones masivas en el aumento de la eficiencia energética en el sector de refrigeración y aire acondicionado, pero sin ningún intento de reducir el PCA de los refrigerantes. Era indispensable incorporar también la eliminación de los HFC en esos proyectos.

82. En el taller muchos reconocieron que se debían usar indicadores como las características del clima durante el ciclo de vida útil al seleccionar tecnologías de bajo PCA. Se insistió en que habría que someter el uso de energía de las alternativas a una evaluación rigurosa antes de determinar su idoneidad.

---

<sup>1</sup> Shapiro, Carl (2001). “Navigating the patent thicket: cross licenses, patent pools, and standard-setting” (PDF) En Jaffe, Adam B et al. Innovation Policy and the Economy I. Cambridge: MIT Press págs.119 a 150. ISBN 0-262-60044-2.

## E. Altas temperaturas ambiente

83. En muchas sesiones se analizaron los señalamientos de los países con altas temperaturas ambiente sobre la falta de tecnologías probadas. Se puso de manifiesto que, en los sectores de refrigeración, aire acondicionado móvil y espumas, las altas temperaturas ambiente no eran un impedimento para el uso de alternativas de bajo PCA que ya estaban disponibles. Sin embargo, esto no es lo que ocurre en el sector de aire acondicionado. Los países con alta temperatura ambiente usan los sistemas de aire acondicionado de mayor tamaño debido a las grandes diferencias entre la temperatura interior y la exterior. El mayor tamaño del sistema crea problemas para adoptar tecnologías que usan refrigerantes inflamables.

84. A los efectos de analizar las cuestiones que se acaban de mencionar, dos representantes de la industria de países con alta temperatura ambiente (de la región de Oriente Medio y el Norte de África) opinaron sobre las alternativas y los problemas para eliminar refrigerantes con alto PCA en el sector de aire acondicionado. Uno de los representantes se refirió a las dificultades para adoptar refrigerantes de bajo PCA, mientras que el otro habló sobre el potencial de las tecnologías que no utilizan sustancias químicas.

85. Se señaló que en el diseño para altas temperaturas ambiente había que poner especial cuidado en evitar temperaturas de condensación excesivas y acercarse demasiado a la temperatura crítica de los refrigerantes. Habrá que tomar en consideración otras cuestiones, como la seguridad, la cantidad de la carga de refrigerante y el aumento de la eficiencia energética tanto para cargas parciales como totales. El principal problema está en establecer un equilibrio entre la eficiencia energética y los límites máximos de carga del refrigerante a los efectos de la seguridad.

86. Hay que mostrar especial cuidado en la selección y el diseño de intercambiadores de calor y compresores. En los intercambiadores de calor, se recomendó el uso de tubos de menor diámetro o el tipo de intercambiadores de calor de microcanales. Se señaló que, en el caso de las unidades de tamaño pequeño y mediano, los fabricantes de compresores estaban proponiendo compresores de espiral, alternativos y de tornillo, que usan refrigerantes de bajo PCA como el HC-290, el HFC-32 y el HFC-1234yf, con niveles de eficiencia energética que podían satisfacer o exceder las nuevas normas mínimas de rendimiento energético en la región del Consejo de Cooperación del Golfo. Estos compresores se clasificaban como equipo y sistemas de protección destinados a usarse en atmósferas potencialmente explosivas (*Appareils destinés à être utilisés en atmosphères explosives (ATEX)*) homologados para refrigerantes inflamables. Los compresores múltiples se estaban convirtiendo en una opción para los fabricantes de aparatos de aire acondicionado en países con alta temperatura ambiente.

87. Se presentaron también datos de pruebas realizadas (las condiciones se basaron en la norma 2681 de la Organización de Normas de Arabia Saudita (SASO)) para demostrar la idoneidad de las diferentes alternativas en altas temperaturas ambiente. Se señaló que desde el punto de vista tanto de la capacidad como del coeficiente de rendimiento, el HC-290 presentaba los mejores resultados. Se determinó que el R-410A registraba una disminución considerable de la capacidad y del coeficiente de rendimiento en temperaturas más altas.

88. Un ponente recomendó que se prestara apoyo financiero y se dedicara tiempo a la adopción de alternativas de bajo PCA en el equipo de aire acondicionado en condiciones de alta temperatura ambiente, y que asimismo hacía falta más investigación en el diseño, la selección de componentes y las cuestiones de seguridad. La demostración también sería importante para fomentar la confianza en esas tecnologías.

89. También se analizaron las posibilidades de las tecnologías que no utilizan sustancias químicas, como los enfriadores de absorción térmica accionados por energía solar en regiones con temperaturas tórridas. Se señaló que los países con temperaturas tórridas suelen contar con las mejores condiciones de aprovechamiento solar óptimo (elevado promedio de radiación solar 5 a 7 kWh/m<sup>2</sup>) idóneas para utilizar tecnologías de calefacción y refrigeración basadas en la energía solar. También existía una correspondencia entre el perfil de la carga y las condiciones óptimas de radiación solar. Se analizó un estudio de caso de cuatro proyectos sobre enfriadores de absorción térmica accionados por energía solar readaptados en algunos edificios de Jordania para establecer las bases de una industria de aire acondicionado sostenible en la región del Oriente Medio y el Norte de África. Se hizo saber que la tecnología se había ensayado con éxito, pero los costos eran muy elevados. En comparación con el enfriador eléctrico convencional, el enfriador de absorción que utiliza energía solar es cuatro veces más caro en gastos de capital y el período de amortización fluctúa entre 7 y 15 años. Hay que seguir adquiriendo conocimientos e innovando mediante la investigación y el desarrollo y mediante proyectos de demostración para que las economías de escala puedan reducir los costos.



90. Los debates en la sesión pusieron de manifiesto la necesidad de dedicar tiempo y contar con apoyo para adoptar alternativas de bajo PCA en los sistemas de aire acondicionado de mayor tamaño en países con alta temperatura ambiente. Hay que apoyar la investigación y el desarrollo en el diseño de sistemas, la selección de componentes y la homologación. La demostración y la capacitación hacen falta para aumentar la aceptabilidad.

## **F. Inflamabilidad y normas de seguridad;**

91. Los refrigerantes de bajo PCA son moderadamente inflamables o muy inflamables. Por esa razón, las alternativas de bajo PCA han sido motivo de preocupación en cuanto a su seguridad. En la sesión, dos ponentes hablaron sobre la inflamabilidad y las normas de seguridad en relación con el uso de alternativas de bajo PCA. Se señaló que muchas de las normas de seguridad se elaboraban teniendo presente el uso generalizado de tecnologías no inflamables y, por ende, restrictivas. Habría que volver a analizar y, posiblemente, revisar y actualizar las normas relativas al tamaño de la carga de refrigerantes de bajo PCA (e inflamables) y también establecer condiciones de funcionamiento adecuadas y obligatorias y medidas de seguridad. También se recomendó el uso de la metodología de evaluación del riesgo en lugar de utilizar únicamente las normas de seguridad para decidir sobre el uso de alternativas inflamables de bajo PCA.

92. Otra cuestión de las normas de seguridad era la prevalencia de normas y códigos de seguridad e inflamabilidad distintos en los diferentes países, lo que alteraba el desarrollo del mercado de alternativas de bajo PCA. Era importante armonizar las normas y los códigos de seguridad e inflamabilidad para dar a las industrias indicios claros y acceso a los mercados recién creados.

## **G. Reducción de las fugas, recuperación y reutilización**

93. Otra cuestión que se abordó en la sesión fue la reducción de las fugas de los equipos en uso y la recuperación y regeneración de refrigerantes con alto PCA. Los países de bajo consumo consideraron que este era el problema más importante para ellos. Se recomendó el fortalecimiento del sector de mantenimiento a fin de reducir el porcentaje de fugas e institucionalizar los programas de reciclado y regeneración destinados a la recuperación del refrigerante durante el mantenimiento y al final de su vida útil. Para lograrlo, habría que contar con el apoyo del Fondo Multilateral debido al costo relativamente alto de la recuperación y el reciclado de refrigerantes.

94. Además de insistir en las medidas al final de la vida útil, se hizo hincapié también en la etapa de fabricación, las pruebas de detección de fugas y en garantizar un mejor control de calidad para reducir las fugas. También se propuso que, en la legislación interna sobre la prevención de descargas por los respiraderos, se promoviese la reducción de las fugas y la recuperación, reutilización y destrucción de los refrigerantes con alto PCA.

## **H. Capacitación, instrumentos y creación de capacidad**

95. En todas las sesiones se planteó que la capacitación y la creación de capacidad eran cuestiones importantes. Muchos ponentes señalaron que las complejidades implícitas en el manejo de alternativas inflamables de bajo PCA eran mayores que las de los refrigerantes que se utilizaban en esos momentos. Hacía falta formar técnicos para que se encargaran de la manipulación de refrigerantes inflamables y del mantenimiento, para la aplicación de las normas de seguridad, la recuperación y el reciclado de refrigerantes con alto PCA y para la adaptación o la conversión de sistemas con alto PCA a refrigerantes de bajo PCA.

96. En países que operan al amparo del artículo 5, donde el sector de prestación de servicios estaba muy poco estructurado, era necesario institucionalizar y organizar el sector para manipular alternativas de bajo PCA. Para ello, tenía importancia fundamental la formación y homologación de técnicos. Se señaló también que los instrumentos necesarios en el sector de mantenimiento para el manejo de alternativas de bajo PCA serían diferentes y habría que proporcionarlos. Los países que operan al amparo del artículo 5 necesitarían también apoyo para crear infraestructura, por ejemplo, para las instalaciones de regeneración, reciclado y destrucción.

## **I. El camino a seguir**

97. Algunas de las principales recomendaciones que surgieron de la sesión fueron las siguientes:

- a) Aportar certeza legislativa y reglamentaria, con lo que se daría a la industria una clara señal para que produzca alternativas de bajo PCA;
- b) Aclarar a los países que operan al amparo del artículo 5 qué es lo que pagaría el Fondo Multilateral y cómo se facilitaría la transferencia de tecnología en condiciones justas y favorables;

- c) Prestar apoyo a la investigación, el desarrollo y la demostración del uso de las alternativas de bajo PCA en el sector de aire acondicionado en las regiones con alta temperatura ambiente;
- d) Invertir en la eficiencia energética como parte del conjunto de medidas para aumentar al máximo los beneficios que traerá para el clima la eliminación de los HFC con alto PCA. Usar instrumentos como las características del clima durante el ciclo de vida útil al seleccionar alternativas;
- e) Volver a examinar y revisar las normas de seguridad relativas a los refrigerantes inflamables y armonizar las normas y los códigos de seguridad;
- f) Establecer programas amplios de capacitación y certificación de técnicos y crear capacidad con técnicos de países que operan al amparo del artículo 5 para el manejo de alternativas de bajo PCA durante las distintas etapas del ciclo de vida útil del equipo y el refrigerante;
- g) Prestar apoyo a los países que operan al amparo del artículo 5 en la capacitación y la creación de capacidad, así como en la creación de infraestructura para las instalaciones de recuperación, reutilización y destrucción de refrigerantes.

## Anexo

### Versión definitiva del programa del taller

#### Día 1: lunes 20 de abril de 2015

- |                     |  |
|---------------------|--|
| 10.00 a 11.00 horas | Apertura del taller  |
| 10.00 a 10.10 horas | Bienvenida e introducción de los objetivos y el formato del taller por parte de la Secretaria Ejecutiva de la Secretaría del Ozono   |
| 10.10 a 10.30 horas | Breve reseña de a) la abundancia de HFC en la atmósfera en la actualidad y las concentraciones previstas y b) la demanda actual y extrapolación de la demanda futura de HFC por sectores y los posibles efectos de las medidas de mitigación<br>El Sr. A.R. Ravishankara, Copresidente del Grupo de Evaluación Científica, y Sra. Bella Maranion, Copresidenta del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica |
| 10.30 a 11.00 horas | Sesión introductoria y reseña general de los sectores y subsectores que se han de examinar<br>Sr. Sukumar Devotta, Sr. Ray Gluckman y Sr. Lambert Kuijpers   |

11.00 a 14.00 horas **Primera sesión: Retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto PCA en el sector de la refrigeración**

<p><i>Moderador:</i> Sr. Peter Adler</p> <p><i>Relator:</i> Sr. Ullrich Hesse</p>	
<p><b>Subsectores/sistemas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeración doméstica (refrigeradores y congeladores)</li> <li>• Refrigeración comercial (equipos pequeños autónomos, unidades de condensación, sistemas monobloque centrales de gran tamaño)</li> <li>• Refrigeración industrial (sistemas de tamaño pequeño, mediano y grande)</li> <li>• Transporte refrigerado (vehículos de transporte por carretera, contenedores intermodales, buques)</li> </ul>	<p><b>Presentación de la situación del sector</b></p> <p><i>Ponentes principales (expertos consultores)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sr. Reinhard Radermacher</li> <li>• Sr. Paulo Vodianitskaia</li> </ul>
<p><b>Cuestiones que se han de abordar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de componentes y sus repercusiones en el diseño de sistemas cuando se utilizan productos químicos y mezclas de bajo PCA en el sector de la refrigeración</li> <li>• Opciones de tecnologías de bajo PCA para sistemas industriales de tamaño mediano y grande en temperaturas ambientes diversas</li> <li>• Opciones de tecnologías de bajo PCA para aplicaciones industriales y aplicaciones comerciales y comunitarias de amplio alcance</li> <li>• Opciones alternativas para vitrinas de clavija, en particular para regiones de altas temperaturas ambiente, y máquinas expendedoras</li> <li>• Opciones de bajo PCA para equipos comerciales pequeños</li> <li>• Alternativas de bajo PCA para equipos de refrigeración comercial construidos in situ (incluidos los sistemas de unidades de condensación); consecuencias financieras y resultados en condiciones de alta temperatura ambiente</li> <li>• Opciones (sustituciones de uso inmediato, reconversión, etc.) para sistemas comerciales/equipo (incluidas unidades de condensación); cuestiones relativas al mantenimiento</li> <li>• Opciones de bajo PCA para sistemas de cascada en equipos de refrigeración comercial de tamaño mediano y de mayor tamaño</li> <li>• Transición tecnológica y obstáculos en Partes que operan al amparo del artículo 5 en el sector de la refrigeración comercial: perspectiva de los usuarios finales</li> <li>• Desempeño de los sistemas de supermercados de bajo PCA en diversas zonas, incluso en zonas de alta temperatura ambiente</li> <li>• Alternativas de bajo PCA y normas alternativas para el sector de transporte refrigerado, incluidos contenedores refrigerados de transporte intermodal, vehículos de carretera y refrigeración a bordo de los buques</li> </ul>	<p><i>Ponentes: Proveedores de tecnología y encargados de aplicar las tecnologías</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sr. Torben Funder-Kristensen (Danfoss, Dinamarca)</li> <li>• Sr. Jonathan Ayotte (Carnot Refrigeration, Canadá)</li> <li>• Sr. Eric Delforge (Mayekawa Europe, Francia)</li> <li>• Sr. Roy Singh (Arctic King Appliances, Sudáfrica)</li> <li>• Sr. Bruno Pussoli (Metalfrio, Brasil)</li> <li>• Sr. Christian Heerup (Danish Technological Institute, Dinamarca)</li> <li>• Sr. Zhang Zhaohui (CRAA, China)</li> <li>• Sr. Paul de Larminat (Johnson Controls, Francia)</li> <li>• Sr. Fernando Galante (EPTA, Argentina)</li> <li>• Sr. Juergen Goeller (Carrier Transicold, Alemania)</li> <li>• Sr. Holger Koenig (Consultor, Alemania)</li> </ul>

14.00 a 15.00 horas **Almuerzo**

15.00 a 18.00 horas **Segunda sesión: Retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto PCA en los sectores de aire acondicionado estacionario y de refrigeración**

<p><i>Moderador:</i> Sr. Saleem Ali</p> <p><i>Relator:</i> Sr. Richard Abrokwa Ampadu</p>	
<p><b>Subsectores/sistemas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades de aire acondicionado autónomas pequeñas (portátiles, unidades de ventana, terminales empotradas)</li> <li>• Unidades de aire acondicionado divididas de pequeño tamaño (sistemas divididos simples)</li> <li>• Unidades de aire acondicionado divididas de gran tamaño y otros tipos de sistemas (sistemas divididos simples y múltiples de gran tamaño, sistemas de flujo de refrigerante variable (VRF), sistemas de climatización por conductos y sistemas monobloque para azoteas)</li> <li>• Sistemas de enfriadores (enfriadores con compresores de desplazamiento positivo, enfriadores con compresores centrífugos)</li> <li>• Bombas de calor solo para calefacción (calefacción de ambientes, calentamiento de agua, secadoras de tambor de uso doméstico, sistema de calefacción para espacios de gran tamaño, calefacción para procesos industriales)</li> </ul>	<p><b>Presentación sobre la situación del sector</b></p> <p><i>Ponentes principales (expertos consultores)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sr. Daniel Colbourne</li> <li>• Sr. Roberto Peixoto</li> <li>• Sr. Saurabh Kumar (<i>perspectiva de la eficiencia energética</i>)</li> </ul>
<p><b>Cuestiones que se han de abordar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad y características de productos químicos y mezclas con bajo PCA en el sector del aire acondicionado y su impacto en el diseño de sistemas</li> <li>• Alternativas a los HFC con alto PCA en el sector de aire acondicionado</li> <li>• Posibilidades de aplicar diversas opciones de bajo PCA en unidades de aire acondicionado simples divididas (incluso en condiciones de altas temperaturas ambiente)</li> <li>• Disponibilidad actual y futura de refrigerantes de bajo PCA y obstáculos para su aplicación en gran escala en el sector de aire acondicionado</li> <li>• Alternativas idóneas en condiciones de alta temperatura ambiente para equipos de aire acondicionado de tamaño mediano</li> <li>• Alternativas para unidades de aire acondicionado en condiciones de altas temperaturas ambiente, con énfasis en la eficiencia energética</li> <li>• Uso de refrigerantes sin HFC en unidades de aire acondicionado y bombas de calor de tamaño mediano y pequeño</li> <li>• Unidades de aire acondicionado de gran tamaño que utilizan diversas opciones de bajo PCA</li> <li>• Sistemas de refrigeración centralizada y calefacción que utilizan refrigerantes de bajo PCA y otras fuentes como accionadores</li> </ul>	<p><i>Ponentes: Proveedores de tecnología y encargados de aplicar las tecnologías</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sr. Mike Thompson (Ingersoll Rand/Trane, Estados Unidos)</li> <li>• Sr. Jitendra Bhambure (Blue Star, India)</li> <li>• Sr. Li Ting Xun (Midea y Universidad Sun Yat-Sen, China)</li> <li>• Sra. Wang Lei (Asociación China de Aparatos Electrodomésticos, China)</li> <li>• Sr. Bassam Elassaad (Consultor, Líbano)</li> <li>• Sr. Maher H. Mousa (Consultor de la industria de calefacción, ventilación y aire acondicionado de Arabia Saudita, UTC Building and Industrial Systems, Arabia Saudita)</li> <li>• Sr. Petter Neksa (SINTEF Energy, Noruega)</li> <li>• Sr. Alaa Olam (Consultor, Egipto)</li> <li>• Sr. Par Dalin (Comité Devcco, Suecia)</li> </ul>

18.00 a 18.30 horas **Pausa para el café**

18.30 a 19.30 horas **Tercera sesión: Retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto PCA en el sector del aire acondicionado**

<p><i>Moderador:</i> Sr. Saleem Ali <i>Relator:</i> Sr. Gursaran Mathur</p>	
<p><b>Subsectores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equipos de aire acondicionado móvil (automóviles y vehículos de mayor tamaño)</li> </ul>	<p><b>Presentación sobre la situación del sector</b></p> <p><i>Ponente principal (experto consultor)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sr. Predrag Pega Hrnjak</li> </ul>
<p><b>Cuestiones que se han de abordar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos ambientales de los equipos de aire acondicionado móvil en condiciones de altas temperaturas ambiente</li> <li>Sistemas de bajo PCA, entre otros, sistemas que usan HFO y CO<sub>2</sub>, supuestos obstáculos, costos, cuestiones relativas a la seguridad y el desempeño en condiciones de altas temperaturas ambiente</li> <li>Introducción de alternativas al HFC-134a de bajo PCA en la producción de equipos de aire acondicionado móviles en Partes que operan al amparo del artículo 5: costos y cuestiones de seguridad</li> <li>Opciones de sistemas/equipos existentes (sustituciones de uso inmediato, reconversión)</li> </ul>	<p><i>Ponentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sr. Pradit Mahasaksiri (Siam Denso, Tailandia)</li> <li>Sr. Enrique Peral-Antunez (Renault, Francia)</li> <li>Sr. Chen Jianping (Universidad Jiao Tong de Shanghai, China)</li> <li>Sr. Sangeet Kapoor (Tata Motors, India)</li> </ul>

**Día 2: martes 21 de abril de 2015**

10.00 a 11.30 horas **Cuarta sesión: Retos y oportunidades derivados del manejo de los HFC con alto PCA en el sector de las espumas**

<p><i>Moderador:</i> Sr. Saleem Ali <i>Relator:</i> Sr. Enshan Sheng</p>	
<p><b>Subsectores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Espumas rígidas de celda cerrada utilizadas para aislamiento térmico: planchas de poliestireno extruido, planchas y paneles de poliuretano y compuesto fenólico, aislamiento de poliuretano para aparatos electrodomésticos, espumas de poliuretano en aerosol, espumas de poliuretano in situ/en bloque</li> </ul>	<p><b>Presentación sobre la situación del sector</b></p> <p><i>Ponentes principales (expertos consultores)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sr. Paulo Altoe</li> <li>Sr. Igor Croiset</li> </ul>
<p><b>Cuestiones que se han de abordar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Progresos en la introducción de productos químicos de bajo PCA en diversos sectores que usan poliuretano</li> <li>Alternativas que ofrece la industria de poliestireno extruido actualmente, avenencias en cuanto a las propiedades físicas, limitaciones de costos en el desarrollo de procesos</li> <li>Alternativas de bajo PCA seguras y comercialmente viables para las microempresas y las empresas pequeñas y medianas en Partes que operan al amparo del artículo 5 y en Partes que no operan al amparo de ese artículo</li> <li>Proveedores de sistemas y desarrollo de tecnologías de bajo PCA</li> <li>Uso de agentes espumantes de cuarta generación para sustituir los HFC con alto PCA</li> </ul>	<p><i>Ponentes: Proveedores de tecnología y encargados de aplicar las tecnologías</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sra. Kultida Charoensawad (Grupo encargado de los poliuretanos, Federación de Industrias Tailandesas, Tailandia)</li> <li>Sr. Ashok Chotani (Isofoam, Kuwait)</li> <li>Sr. Samir Arora (Industrial Foams, India)</li> <li>Sr. Stefano Varga (Canon Afros, Italia)</li> <li>Sra. Achara Bowornprasitkul (BASF, Estados Unidos)</li> </ul>

11.30 a 13.30 horas y 15.00 a 17.00 horas	<b>Quinta sesión: Cuestiones generales e intersectoriales relativas a los aspectos técnicos de la gestión de los HFC (partes 1 y 2)</b>
11.30 a 11.45 horas	<b>Declaraciones introductorias sobre las cuestiones generales e intersectoriales</b> Sr. Mack McFarland (Global Fluorochemical Producers' Forum) Sr. Marc Chasserot (Shecco)
11.45 a 13.30 horas	<b>Quinta sesión, parte 1: Costos de la conversión, derechos de propiedad intelectual, acceso a alternativas de bajo PCA y calendario de la disponibilidad de nuevas tecnologías</b>

*Moderador:* Sr. Peter Adler

*Relator:* Sr. Chandra Bhushan

<b>Cuestiones que se han de abordar</b>	<i>Ponentes</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el caso de sistemas y sectores que utilizan actualmente productos químicos con alto PCA ¿con qué dificultades tropiezan las empresas en Partes que operan al amparo del artículo 5 en la conversión a opciones de bajo PCA?</li> <li>• ¿Cuáles son los costos de las tecnologías que no utilizan HFC para el sector de aire acondicionado móvil y cuáles son sus costos de depreciación previstos?</li> <li>• ¿Pueden los fluorocarbonos de bajo PCA ser una alternativa eficaz en función de los costos para los HFC con alto PCA utilizados en agentes espumantes?</li> <li>• Repercusiones de los derechos de propiedad intelectual en la transferencia y el desarrollo de tecnologías</li> <li>• ¿De qué forma influirá la legislación de la Unión Europea sobre los gases fluorados (y otros instrumentos) en el mercado de las tecnologías que usan HFC en todo el mundo, en particular los costos y la disponibilidad de opciones de bajo PCA?</li> <li>• Ejemplos de alternativas de bajo PCA que algunas industrias del sector de refrigeración y aire acondicionado prevén introducir con plazos específicos y estimaciones de los costos</li> <li>• Ejemplos de estudios de caso sobre la utilización de sustancias de bajo PCA y respuestas de la industria, las políticas adoptadas en ese ámbito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sr. Ravinder Mehta (RAMA, India)</li> <li>• Sr. Predrag Pega Hrnjak (Universidad de Illinois en Urbana Champaign, EE.UU.)</li> <li>• Sr. Miquel Quintero (Consultor, Colombia)</li> <li>• Sr. Alistair McGlone (consultor, Reino Unido)</li> <li>• Sra. Andrea Voigt (EPEE, Europa)</li>   <li>• Sr. Rajan Rajendran (Emerson, Australia)</li> <li>• Sr. Kevin Fay (Alliance for Responsible Atmospheric Policy, Estados Unidos)</li> </ul>

14.00 a 15,00 horas. **Almuerzo**

14.00 a 15.00 horas **Actividad paralela: HFC en aerosoles a inhaladores de dosis medidas y aerosoles no terapéuticos**

(Oradora: Sra. Helen Tope, debate moderado por el Sr Ashley Woodcock)

15.00 a 17.00 horas **Quinta sesión, parte 2: Eficiencia energética, seguridad, respuesta de la industria a las políticas sobre alternativas de bajo PCA**

<b>Moderador:</b> Sr. Peter Adler	
<b>Relator:</b> Sr. Chandra Bhushan	
<p><b>Cuestiones que se han de abordar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestiones generales relativas al diseño adecuado para operaciones en condiciones de altas temperaturas ambiente</li> <li>• ¿Cuáles son los costos de la sustitución de unidades de refrigeración convencionales por opciones no convencionales de bajo PCA –incluida la reconversión– con referencia a proyectos en condiciones de altas temperaturas ambiente?</li> <li>• Situación de las normas de seguridad, evolución actual y futuro próximo</li> <li>• Desafíos que plantean las preocupaciones acerca de la inflamabilidad y normas de seguridad conexas, posibilidades de que los sistemas compactos limiten el tamaño de las cargas</li> <li>• Programas de capacitación y certificación para garantizar la manipulación segura e inocua para el medio ambiente de refrigerantes alternativos de bajo PCA</li> <li>• Contribución de organizaciones encargadas del mantenimiento en Partes que operan al amparo del artículo 5 a la reducción de emisiones con alto PCA y preocupaciones acerca de la seguridad de las alternativas de bajo PCA</li> <li>• Gestión de los HFC a través de la reducción de fugas y la recuperación y nuevas medidas para seguir adelante</li> <li>• Posibilidades de que la reducción de fugas y la recuperación reduzcan el consumo de refrigerantes</li> </ul>	<p><i>Ponentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sr. Samir Hamed (Petra Engineering Industries Company, Jordania)</li> <li>• Sr. Hisham Mikhi (Millennium Energy Industries, Jordania)</li> <li>• Sr. Paul Fu (Underwriters Laboratories, China)</li>   <li>• Sr. Asbjorn Vonsild (Danfoss)</li>   <li>• Sr. Marco Buoni (AREA, ATF, Galileo)</li>   <li>• Sr. Manuel Azucena (RACTAP, Filipinas)</li>   <li>• Sr Tetsuji Okada (JRAIA, Japón)</li>   <li>• Sr. Julio Esteban (Smart Refrigerants, Panamá)</li> </ul>

17.00 a 18.30 horas **Sexta sesión: principales conclusiones relativas a la formulación de políticas sobre la gestión técnica de los HFC**

<i>Moderador:</i> Sr. Peter Adler
<i>Relatores:</i> Sra. Karin Shepardson y Sr. Stephan Sicars
<p><b>Los relatores de las sesiones primera a quinta presentan las conclusiones</b></p> <p>Sesiones primera, segunda y quinta (7 minutos por orador); sesiones tercera y cuarta (5 minutos por orador)</p> <p><b>Cuestiones clave para la elaboración de conclusiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retos específicos que plantea la eliminación de los HCFC y la reducción de los HFC en Partes que operan al amparo del artículo 5, en lo que respecta a las altas temperaturas ambiente (para determinados sectores)</li> <li>- Aplicaciones en las cuales resulta difícil sustituir los HFC con alto PCA</li> <li>- Aplicaciones en las cuales resulta fácil sustituir los HFC con alto PCA</li> <li>- Plazos para la introducción de tecnologías alternativas</li> </ul>

18.30 horas **Clausura del taller**