



Distr.: General  
13 de mayo de 2015

Español  
Original: inglés



## Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

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

### **Informe del curso práctico sobre la gestión de los hidrofluorocarbonos: cuestiones técnicas**

#### **I. Apertura del curso práctico**

1. De conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2 de la decisión XXVI/9 de la sexta Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, la Secretaría del Ozono organizó un curso práctico para proseguir los debates sobre las cuestiones relativas a la gestión de los hidrofluorocarbonos (HFC).
2. El curso práctico se llevó a cabo en el Centro de Conferencias de las Naciones Unidas en Bangkok los días 20 y 21 de abril de 2015. El curso práctico fue inaugurado a las 10.00 horas del lunes 20 de abril de 2015 por la Sra. Tina Birmbili, Secretaria Ejecutiva de la Secretaría del Ozono, quien reseñó su objetivo y estructura.
3. La finalidad del curso práctico era servir de foro para el debate de cuestiones técnicas relacionadas con la gestión de los HFC, con el fin de a) aclarar la situación del equipo, los productos y las tecnologías conexas en los sectores de la industria que utilicen HFC como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono, b) centrándose en la disponibilidad en el presente y en el futuro cercano de alternativas de bajo potencial de calentamiento atmosférico (bajo PCA), y c) explorando los elementos necesarios para mejorar las prácticas de gestión de los HFC. Un debate de todas las cuestiones relativas a la gestión de carácter técnico y de otra índole de los HFC tendría lugar durante la 35ª reunión del Grupo de Trabajo de composición abierta para el Protocolo de Montreal, que se celebraría del 22 al 24 de abril de 2015, inmediatamente después del curso práctico.
4. El curso práctico, que la Secretaría había elaborado teniendo en cuenta las opiniones de todos los interesados, constaría de seis sesiones. Cada una de las primeras cuatro sesiones se centraría en un determinado sector industrial y sus subsectores; la quinta sesión consistiría en el examen de cuestiones principales e intersectoriales, y la sexta sesión brindaría a los participantes la oportunidad de extraer conclusiones del curso práctico. Con la ayuda de expertos y el examen por miembros del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica y sus comités de opciones técnicas, la Secretaría había preparado 15 hojas de datos para los sectores de la industria objeto de examen en las que proporcionó información neutral sobre la situación del mercado para las alternativas de bajo PCA. Las hojas de datos pueden consultarse en el sitio web de la Secretaría del Ozono ([http://conf.montreal-protocol.org/meeting/workshops/hfc\\_management-02/presession/default.aspx](http://conf.montreal-protocol.org/meeting/workshops/hfc_management-02/presession/default.aspx)).
5. Cada una de las primeras cuatro sesiones incluiría ponentes reseñadores, panelistas, un facilitador y un relator. La quinta sesión incluiría panelistas, un facilitador y un relator. Para cada sesión los ponentes reseñadores presentarían hechos fundamentales basados en las hojas de datos pertinentes, y actuarían como

expertos de recursos para el debate que tendría lugar durante la sesión. Los panelistas, quienes procedían de “proveedores de tecnología” y “ejecutores de tecnologías” de Partes que operan al amparo del párrafo 1 del artículo 5 (Partes del artículo 5) y de Partes que no operan al amparo de ese párrafo (Partes que no operan al amparo del artículo 5), harían entonces presentaciones breves, tras lo cual los participantes en el curso práctico, los panelistas y los ponentes reseñadores realizarían un debate abierto. Los relatores de las primeras cinco sesiones resumirían las principales cuestiones abordadas durante las sesiones y las presentarían durante la sexta sesión, en la que se haría un esfuerzo para extraer cualesquiera nuevas conclusiones principales, tratando en particular dificultades y oportunidades concretas respecto de limitar el uso de los HFC de alto PCA y al mismo tiempo eliminar gradualmente los hidroclorofluorocarbonos en las industrias y las empresas de las Partes que operan al amparo del artículo 5, incluidos los problemas causados por las altas temperaturas ambiente; las aplicaciones para las que resultaba difícil sustituir los HFC de alto PCA, y los plazos para poder contar con tecnologías alternativas. Los relatores de la sexta sesión también resumirían brevemente las deliberaciones al término del curso práctico y presentarían un informe al Grupo de Trabajo de composición abierta en su 35ª reunión sobre las principales conclusiones a que se había llegado durante el curso práctico.

6. La oradora dijo que el curso práctico había constituido otro ejemplo en el marco del Protocolo de Montreal en cuanto a la manera en que podría cimentarse la confianza en procesos racionales, y que albergaba la esperanza de que la información que se habría de presentar sobre alternativas de bajo PCA aislaría y definiría sucintamente las cuestiones que deberían abordarse más a fondo en deliberaciones posteriores, y generaría posibles opciones que sirvieran de puente entre las distintas perspectivas en la tarea de trazar el camino a seguir.

7. Tras la presentación hecha por la Secretaria Ejecutiva, se realizaron varias presentaciones a fin de establecer el contexto para las sesiones siguientes. El Sr. A.R. Ravishankara, Copresidente del Grupo de Evaluación Científica, y la Sra. Bella Maranion, Copresidenta del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica, presentaron un panorama general de las abundancias atmosféricas actuales y proyectadas de los HFC, la demanda actual y futura de HFC por sector, y los posibles efectos de las medidas de mitigación. El Sr. Sukumar Devotta, el Sr. Ray Gluckman, y el Sr. Lambert Kuijpers, en calidad de expertos independientes, presentaron un panorama general de los sectores y subsectores que se examinarían durante el curso práctico.

8. En su presentación, el Sr. Ravishankara recordó que el éxito del Protocolo de Montreal para mitigar el agotamiento de la capa de ozono radicaba en su promoción de alternativas a las sustancias que agotan el ozono. De conformidad con ese enfoque, los HFC, que con anterioridad prácticamente no habían existido, se habían introducido como alternativas a los hidroclorofluorocarbonos (HCFC). Principalmente como resultado de su uso como alternativas a los HCFC, la producción y el consumo de HFC estaban aumentando rápidamente en todos los sectores en los que se habían utilizado los hidroclorofluorocarbonos, al igual que lo habían hecho las emisiones de HFC y su abundancia en la atmósfera. Las proyecciones de las emisiones y el consumo en el futuro, que seguían de cerca las emisiones y el consumo efectivos hasta ese momento, y en consecuencia inspiraban confianza en su fiabilidad, pronosticaban rápidos aumentos en el futuro cercano, y cada vez se disponía de más información precisa sobre la utilización de los HFC en varios sectores. Los HFC eran poderosos gases de efecto invernadero y podrían hacer una importante contribución al calentamiento atmosférico, lo cual contrarrestaría los logros alcanzados mediante la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y menguaría los beneficios derivados de mantener el CO<sub>2</sub> en 450 partes por billón (ppb). Sin embargo, ese resultado no era inevitable, porque muchas alternativas podrían utilizarse en lugar de los HFC, lo cual podría limitar a menos del 1% su contribución al calentamiento atmosférico.

9. A continuación, la Sra. Maranion expuso las tendencias de la demanda de HFC en varios sectores, tanto en Partes que operan al amparo del artículo 5 como en Partes que no operan bajo ese amparo, reseñando información en el informe sobre alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono preparado por el Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica en atención a la decisión XXV/5. Los mercados para los HFC siguieron desarrollándose tanto en las Partes que operan al amparo del artículo 5 como en las Partes que no operan bajo ese amparo. La demanda en las primeras aumentó anualmente en alrededor de un 30% entre 2006 y 2011, y se preveía que aumentaría entre 5% y 7% anualmente después de 2016, mientras que la demanda en las segundas aumentó anualmente entre 10% y 12% de 2001 a 2011, y estaba previsto que disminuiría a entre 1% y 3% después de 2014. Cabría esperar que los reglamentos de la Unión Europea sobre gases fluorados afectasen la demanda en ambos grupos, al igual que lo harían los reglamentos en el Japón, los Estados Unidos de América y otros lugares. La mayor demanda de HFC

procedía del sector de la refrigeración y el aire acondicionado, que utilizaba el 85%, mientras que el de las espumas representaba otro 7% y todos los demás sectores combinados el 7% restante. En 2014 la demanda total fue de aproximadamente 700.000 toneladas, y se preveía que en el sector dominante de la refrigeración y el aire acondicionado, en el marco de una situación hipotética en que todo sigue igual, la demanda aumentase en un 50% en general –y por un factor de tres en las Partes que operan al amparo del artículo 5– entre 2015 y 2030. La oradora agregó que la creciente disponibilidad de alternativas de alto rendimiento de bajo PCA brindaría oportunidades, pero no soluciones sencillas, y que los efectos de las distintas situaciones hipotéticas de mitigación se examinarían en el informe del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica que se estaba preparando con arreglo a la decisión XXVI/9.

10. Al presentar la siguiente exposición, el Sr. Kuijpers observó que si las tendencias actuales de la demanda de HFC continuaban hasta 2050, o incluso hasta 2030, el resultado sería un enorme incremento de los bancos de HFC y un aumento concomitante de las emisiones y el calentamiento atmosférico. En la decisión XXV/5 informe se proporcionaban detalles sobre la demanda de HFC por sector y subsector. También se ponía de manifiesto que si bien los esfuerzos de mitigación centrados en el uso de alternativas de bajo PCA en sectores clave planteaban problemas, podrían tener un impacto ambiental sumamente beneficioso que ya comenzaría en el período entre 2020 y 2030. El orador dijo que el curso práctico en curso tenía lugar en un momento crucial y trataría directamente sobre lo que en ese momento era posible y lo que podría serlo en el futuro para cada sector y subsector.

11. Después, el Sr. Gluckman, refiriéndose a la hoja de datos 2, continuó la presentación y proporcionó una sinopsis sobre cada uno de los HFC que se utilizaban en cada uno de los sectores y subsectores, así como la importancia relativa de cada uno de ellos. Explicó que la importancia de los sectores en relación con el calentamiento atmosférico era una función del volumen y el PCA de los productos químicos utilizados en cada sector, debido a que en diferentes sectores se utilizaban gases diferentes y sus efectos de calentamiento atmosférico variaban apreciablemente. Considerado desde esa perspectiva, el sector de la refrigeración, el acondicionamiento de aire y las bombas térmicas era indudablemente un sector decisivo, que representaba el 86% del consumo de equivalente en CO<sub>2</sub>, y el de los aerosoles representaba el 4%, el de las espumas el 7% y el de la protección contra incendios el 3%. No obstante, tan importante como distinguir entre los sectores, era distinguir entre los subsectores dentro de cada sector, porque, de nuevo, el volumen y el PCA de los productos químicos utilizados en cada uno de ellos variaban considerablemente, al igual que lo hacían otros factores, como las tasas de fugas.

12. Para concluir su exposición, el Sr. Devotta se refirió a las opciones para reducir el consumo de los HFC, que en gran medida consistían en cuatro enfoques: el uso de alternativas de bajo PCA en equipo nuevo; el uso de alternativas de bajo PCA en equipos ya existentes; la prevención de las fugas, y el uso de HFC recuperados. El primer enfoque era fundamental para lograr reducir las emisiones a mediano y largo plazos; en general requería la utilización de alternativas de muy bajo PCA, pero en algunos sectores y subsectores serían necesarias alternativas de PCA moderado en calidad de sustancias de transición a corto plazo, y un importante factor de limitación era que algunas alternativas presentaban considerables problemas, como una mayor inflamabilidad. El segundo enfoque brindaba la oportunidad de lograr reducciones a corto plazo, así como ahorros de energía de entre el 5% y el 10%, principalmente en equipos grandes utilizados en supermercados y entornos industriales en que se usaba R404A, de muy alto PCA. El tercer enfoque se fundamentaba en la premisa de que el 60% del consumo actual era para reemplazar gases fugados, y algunos estudios mostraban que las fugas podrían disminuirse fácilmente en un 50%. El cuarto enfoque disminuía la demanda de HFC vírgenes, reduciendo así directamente la cantidad producida y consumida, pero exigía que al término de su vida útil los HFC fuesen capturados antes de ser descargados en la atmósfera y que se purificasen a su estado virgen.

13. Para concluir, el Sr. Kuijpers recaló que el principal mercado para abordar el consumo de los HFC era el sector de la refrigeración, el aire acondicionado y las bombas térmicas. Los sectores de las espumas y los aerosoles también eran importantes, pero relativamente pequeños. En varios sectores y subsectores se disponía de alternativas de PCA muy bajo y moderado, y al examinarlas se deberían tener en cuenta diversos factores, entre otros, la disponibilidad comercial, la eficiencia energética, el costo, la seguridad y el desempeño en temperaturas ambiente elevadas.

## II. Primera sesión

### Retos y oportunidades a la hora de adoptar medidas relativas a los HFC de alto PCA en el sector de la refrigeración

14. La primera sesión del curso práctico, sobre los retos y las oportunidades a la hora de adoptar medidas relativas a los HFC de alto PCA en el sector de la refrigeración, fue facilitada por el Sr. Peter Adler, director y fundador de la Red ACCORD 3.0, y el Sr. Ullrich Hesse, de la Universidad de Tecnología de Dresde (Alemania), fungió en calidad de relator a título independiente. Al iniciar la sesión, el Sr. Adler dijo que su propósito era esclarecer los datos disponibles y los desafíos técnicos en el sector de la refrigeración, así como respecto de los mercados más y menos capaces de avanzar rápidamente en la adopción de las nuevas tecnologías. Dijo que como no había una sola solución aplicable a cada contexto, en el debate se trataría individualmente cada uno de los cuatro subsectores: comercial, industrial, del transporte y el doméstico.

15. Las presentaciones sobre el estado general del sector de la refrigeración fueron hechas por dos ponentes reseñadores: el Sr. Paulo Vodianitskaia, consultor (Brasil), y el Sr. Reinhard Radermacher, del Centre for Environmental Energy Engineering (Estados Unidos de América), ambos en calidad de expertos independientes.

16. En su presentación, el Sr. Vodianitskaia dijo que el eje central de los indicadores ambientales, después de transitar del potencial de agotamiento del ozono de los clorofluorocarbonos (CFC) en 1987 al PCA de los HFC actualmente, ahora necesitaba abarcar una variedad mucho más amplia de indicadores, asignándose atención especial a la extracción sostenible y la utilización de materiales a partir de fuentes renovables. Si bien ya se contaba con suficientes opciones en el subsector doméstico, en el que en la mayoría de los enseres se utilizaban refrigerantes naturales, como el isobutano, era indispensable para los otros tres subsectores cambiar del R-404A mediante mezclas intermedias a nuevas mezclas con un PCA reducible, así como a hidrofluoroolefinas (HFO) o HFC no saturados para aplicaciones comerciales e hidrocarburos y amoníaco para sistemas industriales. Dijo que entre las principales cuestiones a tratar figuraban la falta de una norma de seguridad única de carácter mundial; la descarga de alta temperatura de algunas alternativas, y la cuestión crítica de la eficiencia energética.

17. En su exposición, el Sr. Radermacher caracterizó los diferentes refrigerantes existentes en términos del PCA, la eficiencia energética, la inflamabilidad y el volumen de desplazamiento, y destacó algunas de las mejores opciones de bajo PCA: el CO<sub>2</sub> en climas más fríos, el propano y el isobutano si no fuera por su inflamabilidad, y el HFC-32, el amoníaco y el R-404A para sistemas pequeños producidos en serie. Hizo hincapié en la importancia de la eficiencia energética: en sistemas muy cerrados, la eficiencia energética era el mayor contribuyente al calentamiento atmosférico independientemente del refrigerante, e incluso desempeñaba una función importante en los sistemas con fugas considerables y un refrigerante de alto PCA. Justamente por eso la eficiencia energética era tan importante como la opción de refrigerante, si no aún más, y las opciones tecnológicas deberían tener esto en cuenta. Como nota final, advirtió que los ensayos habían demostrado que algunos refrigerantes considerados incombustibles eran de hecho muy inflamables en presencia de aceite para compresores.

18. A continuación tuvieron lugar varias exposiciones breves presentadas por un panel de 11 expertos en la materia: el Sr. Torben Funder-Kristensen, de Danfoss (Dinamarca); el Sr. Jonathan Ayotte, de Carnot Refrigeration (Canadá), el Sr. Eric Delforge, de Mayekawa Europe (Francia), el Sr. Roy Singh, de Arctic King Appliances (Sudáfrica), el Sr. Bruno Pussoli, de Metalfrio (Brasil), el Sr. Christian Heerup, del Danish Technological Institute (Dinamarca), el Sr. Zhang Zhaohui, de China Refrigeration and Air-conditioning Industry Association, (China), el Sr. Paul de Larminat, de Johnson Controls (Francia), el Sr. Fernando Galante, de EPTA (Argentina), el Sr. Juergen Goeller, de Carrier Transicold and Refrigeration Systems (Alemania) y el Sr. Holger Koenig, consultor independiente (Alemania).

19. En su presentación sobre componentes para sistemas de refrigeración que utilizan productos químicos y mezclas de bajo PCA, el Sr. Funder-Kristensen dijo que actualmente el principal problema consistía en cuestiones de seguridad que obstaculizaban la utilización de hidrocarburos; que la velocidad de innovación podría superar las expectativas una vez que el refrigerante deseado se hubiese determinado, y que las decisiones sobre inversiones para el desarrollo futuro se basaban en la certidumbre legislativa y la incorporación de normas.

20. En su presentación sobre opciones tecnológicas para sistemas industriales de mediana y gran escala bajo diferentes condiciones ambiente, el Sr. Ayotte se refirió a la variedad de sistemas transcíticos, de expansión directa, de cascada y otros que utilizaban refrigerantes naturales, como CO<sub>2</sub>, amoníaco y propano, y que habían alcanzado altos niveles de eficiencia y desempeño en todas las zonas climáticas.
21. En su presentación sobre opciones tecnológicas de bajo PCA para aplicaciones industriales y comerciales y comunitarias de gran escala, el Sr. Delforge dijo que el empleo de refrigerantes naturales estaba llamado a convertirse en práctica general en esos sectores; que en particular el amoníaco, que era seguro y estaba ampliamente disponible, no solo cumplía los requisitos vigentes de sostenibilidad y rendición de cuentas, sino que también superaba a la mayoría de los refrigerantes de bajo PCA en términos de eficiencia general, y que entre los principales factores instrumentales figuraban el desarrollo de equipo inteligente por un número cada vez mayor de fabricantes, la utilización de masas de aguas naturales y bombas térmicas, así como una capacitación apropiada para los operadores y el personal de servicios de mantenimiento.
22. En su presentación sobre opciones alternativas para gabinetes accesorios, como máquinas vendedoras automáticas, el Sr. Singh se refirió a los requisitos técnicos para convertir los enseres de pequeña escala al uso de hidrocarburos y destacó los principales retos presentes en su región, como la capacitación inadecuada de los usuarios, agravada por la falta de colaboración con homólogos; el costo prohibitivo de los dispositivos de seguridad y ventilación; la falta de comprobación asequible de fugas, que era crucial debido al diseño compacto del equipo, y la poca disponibilidad de piezas de repuesto.
23. En su presentación sobre opciones de bajo PCA para equipo comercial de pequeña escala, el Sr. Pussoli reseñó los esfuerzos realizados por su empresa para convertir sus tecnologías al uso de propano o CO<sub>2</sub> y destacó los retos que afrontaba al cumplir las reglamentaciones gubernamentales y a la vez promover la eficiencia energética y procurar reducir los costos.
24. El Sr. Heerup trató sobre el tema de las alternativas de bajo PCA para equipo de refrigeración de construcción in situ (incluidos los sistemas de unidades de condensación), y sus consecuencias en los costos y el desempeño a temperaturas ambiente elevadas. Explicó que en Europa y el Japón el sector de los supermercados estaba impulsando el desarrollo de unidades de condensación. Se disponía de soluciones que utilizaban refrigerantes naturales, y una unidad de condensación de CO<sub>2</sub> de primera generación de fabricación europea había funcionado bien en las pruebas. Anticipó que nuevos avances, impulsados por la competencia, generarían unidades más pequeñas con buena eficiencia a temperaturas ambiente elevadas, y que una mayor producción abarataría los costos.
25. En su presentación, el Sr. Zhang trató sobre opciones para sistemas y equipo comerciales ya existentes y sobre cuestiones relativas a los servicios. Las opciones para los sistemas comerciales existentes eran las alternativas disponibles de inmediato, las reconversiones y el reemplazo, y las alternativas disponibles de inmediato constituían la alternativa menos cara y el reemplazo la más cara. Señaló que si bien el reemplazo con equipo nuevo representaba el grueso del consumo, la mayoría de las emisiones tenía lugar durante el funcionamiento, el servicio de mantenimiento y el final de la vida útil. En consecuencia, paralelamente a la adopción de alternativas y tecnologías inocuas para la capa de ozono, el uso responsable de los refrigerantes debería promoverse mediante iniciativas de concienciación, la capacitación de técnicos en la recuperación, reutilización y recuperación de refrigerantes, así como la reglamentación de la eliminación al final de la vida útil. Recalcó que la educación y la capacitación de los técnicos sería una tarea sumamente ingente.
26. El Sr. de Larminat habló sobre las opciones de bajo PCA para sistemas en cascada en relación con equipo de refrigeración comercial de tamaños mediano y grande. En lugar de posibles reconversiones de ese equipo y la utilización de mezclas de PCA más bajo, propuso un cambio total a un sistema en cascada, lo cual posibilitaba la utilización de una combinación de alternativas ya existentes para lograr resultados óptimos para una aplicación dada. Por ejemplo, podría utilizarse CO<sub>2</sub> para la etapa baja; la etapa alta podría proporcionar rechazo de calor a la atmósfera, y entre las soluciones directas ya existentes para la etapa media figuraban los dispositivos estándar de enfriamiento por aire acondicionado para refrigeración indirecta en temperaturas más elevadas y la expansión directa del CO<sub>2</sub> para temperaturas más bajas.
27. El Sr. Galante se refirió a la transición tecnológica y las barreras a la adopción en los países que operan al amparo del artículo 5 para la refrigeración comercial desde la perspectiva del usuario final. Sostuvo que el costo constituía la barrera más importante para los usuarios finales de sistemas centralizados, aunque no lo era para los usuarios finales de equipo autónomo. En el caso de los sistemas centralizados, debido a que las alternativas de bajo PCA no eran eficientes a temperaturas ambiente

elevadas, no existía rentabilidad respecto de la inversión adicional necesaria para la conversión. Entre otras barreras figuraban la capacidad de mantenimiento técnico, la seguridad, la disponibilidad de componentes y la eliminación final en el caso de las reconversiones.

28. En su presentación, el Sr. Goeller describió el desempeño de sistemas de bajo PCA para supermercados en diferentes zonas climáticas de Europa. Señaló que existían opciones para disminuir la repercusión de las emisiones directas, pero que también tenía que tenerse en cuenta la eficiencia energética. Su empresa había logrado grandes mejoras en la eficiencia energética con sistemas transcíticos mediante el uso de tecnología estándar de CO<sub>2</sub> en climas moderados y más fríos, y estaba avanzando en la adaptación de esos sistemas para su uso en climas más calurosos. En general, abrigaba gran esperanza respecto de las aplicaciones de CO<sub>2</sub> energéticamente eficientes en climas más calurosos.

29. El último de los panelistas que hizo uso de la palabra, el Sr. Koenig, trató sobre alternativas de bajo PCA y normas para el transporte refrigerado, entre los que figuraban los camiones, los remolques y los contenedores refrigerados. Las aplicaciones de refrigeración en el transporte habitualmente operaban en temperaturas ambiente entre -30°C y 50°C. Un gran problema era la considerable inversión necesaria para la conversión. Por ejemplo, en el caso de los contenedores refrigerados era necesario contar con piezas de recambio en todo el mundo. Se disponía de opciones tecnológicas que empleaban diversas alternativas, incluidos los hidrocarburos y el CO<sub>2</sub>, aunque actualmente la penetración en el mercado era más bien limitada. Era menester contar con capacitación, educación y una buena comprensión de las consideraciones de seguridad, así como que las entidades normativas formularan directrices claras.

30. En el debate que tuvo lugar a continuación, se formularon preguntas a los panelistas sobre cada uno de los cuatro subsectores, comenzando por la refrigeración comercial. La mayoría giró en torno a cuestiones relativas a la utilización de refrigerantes naturales en temperaturas ambiente elevadas, con atención especial al CO<sub>2</sub>, el amoníaco y el propano. Varios panelistas recalcaron que era preciso realizar más investigaciones para desarrollar las tecnologías necesarias, y uno de ellos señaló que a la larga éstas posibilitarían utilizar con mayor seguridad los refrigerantes naturales con mayores niveles de seguridad e igual eficiencia energética que los HFC, y otros dos panelistas sugirieron que las temperaturas ambiente elevadas podrían aprovecharse como fuente térmica. Otro panelista dijo que si bien el propano y el isobutano ya se usaban en pequeña escala, en los enseres accesorios, que requerían mayores dispositivos de seguridad debido a fugas frecuentes, el uso de CO<sub>2</sub> estaba limitado en su región debido a que los niveles de desempeño seguían siendo inaceptables, y añadió que existía una tendencia cada vez mayor hacia el uso de hidrocarburos. Respecto del tema de las opciones viables para los sistemas de unidades de condensación, un panelista se refirió a la tendencia hacia la tecnología sobre el CO<sub>2</sub>, que al parecer estaba llamada a continuar, y agregó que era improbable que los hidrocarburos bastasen por sí solos para cargas superiores a 1 kg. Otro panelista dijo que los usuarios en regiones en que esas tecnologías eran asequibles podrían considerar sistemas en cascada con glicol, que ya podría reemplazar algunos sistemas de expansión directa, y que si bien el CO<sub>2</sub> podría liderar el mercado en un futuro cercano, era probable que surgieran muchas otras tecnologías rivalizantes. Un tercer panelista recordó que un sistema en cascada con CO<sub>2</sub> y HFC-134a podría generar mejoras importantes, con al menos un 98% de ahorro en emisiones directas. Un panelista dijo que era necesario contar con más tiempo para desarrollar los nuevos componentes necesarios para los sistemas en cascada en temperaturas ambiente elevadas, y otro panelista dijo que el desarrollo futuro de tecnologías complejas suponía innovación, eficiencia energética y, sobre todo, inversiones. En cuanto a la definición del término “refrigerantes naturales,” un panelista dijo que se refería a productos o compuestos ya disponibles en la atmósfera en cantidades mucho mayores de las que podrían producirse sintéticamente y cuyas emisiones no tendrían efectos colaterales imprevistos.

31. En relación con las diferencias en los costos entre la utilización de los refrigerantes A-3 y A-2L como alternativas en gabinetes accesorios de pequeña escala, un panelista dijo que la experiencia obtenida hasta entonces con los sistemas de hidrocarburos de carga pequeña había demostrado que el costo del uso del A-2L era casi igual al del uso de los HFC y que una carga mayor con sistemas basados en HFO podría considerarse aceptable habida cuenta del costo mínimo del equipo de seguridad. Otro panelista dijo que aunque los sistemas en cascada con CO<sub>2</sub> eran muy grandes, su utilización daría por resultado una eficiencia energética mucho mayor. Un panelista dijo que la comprobación de esos sistemas en climas moderados había demostrado que el diferencial de costos había disminuido apreciablemente debido a economías de escala, y que si bien la adaptación a temperaturas ambiente más altas supondría inversiones adicionales, la eficiencia general en función de los costos generaría utilidades con relativa rapidez. Otro panelista dijo que los costos de instalación serían muy inferiores, y un tercer panelista dijo que esas instalaciones reducirían los costos vinculados a las fugas. Respecto de la cuestión de las fugas, un panelista dijo que se trataba de

una cuestión de mantenimiento y de cumplimiento de la reglamentación vigente, y señaló que algunos usuarios ignoraban la cuestión por cuanto su prioridad era mantener funcionando los sistemas.

32. Un participante exhortó a la Secretaría a que actualizara las fichas de datos utilizadas para preparar las presentaciones, por cuanto se había recibido relativamente poca información de los expertos de las Partes que operan al amparo del artículo 5, y las fichas daban la falsa impresión de que muchas opciones ya estaban disponibles. El orador reseñador de la sesión, Sr. Vodianitskaia, respondió que las fichas de datos presentaban efectivamente un buen número de opciones de bajo PCA que ya estaban disponibles por igual para las Partes que operan al amparo del artículo 5 y las Partes que no operan al amparo de ese artículo.

33. El facilitador y varios de los participantes formularon varias preguntas sobre aplicaciones industriales. Las preguntas se refirieron, entre otras cosas, a la conversión de los sistemas para hacer hielo que utilizan HCFC-22 a refrigerantes naturales o de otro tipo ya disponibles, sobre una base sostenible; la rapidez con que el sector industrial podría cambiar a alternativas en los sistemas de distribución pequeños y medianos; las aplicaciones para las que determinados refrigerantes debían seguir usándose en cantidades limitadas; la viabilidad de emplear refrigeración de absorción mediante energía solar en sistemas en cascada con CO<sub>2</sub> para la refrigeración industrial, y la comparación entre los refrigerantes naturales y los refrigerantes sintéticos en cuanto a la eficiencia energética.

34. En relación con la conversión de los sistemas para hacer hielo que utilizan HCFC-22, un panelista sugirió que si bien el refrigerante alternativo obvio sería el amoníaco, la conversión era muy complicada por cuanto el sistema que utiliza HCFC-22 empleaba intercambiadores térmicos de cobre que no eran compatibles con el amoníaco. Un participante agregó que con sujeción a los factores específicos del sistema para hacer hielo y habida cuenta de las cuestiones de seguridad, el propano podría ser una alternativa, ya que con anterioridad había sido utilizado en los países en desarrollo en la conversión de los sistemas de refrigeración. Otro participante indicó que muchos estudios de casos demostraban que la conversión del HCFC-22 a amoníaco generaba aumentos de la eficiencia energética tal magnitud que el período de amortización era muy corto.

35. Desde el punto de vista del momento oportuno para la conversión del sector industrial en los sistemas de distribución pequeños y medianos, se señaló que generalmente la refrigeración industrial ya se basaba en refrigerantes naturales, principalmente amoníaco. Los HCFC, como el HCFC-22, se empleaban ocasionalmente en aplicaciones a temperaturas muy bajas, y la conversión de esos sistemas resultaba muy complicada. No obstante, en principio, los refrigerantes correctos casi siempre se utilizaban en nuevas instalaciones, y la elección del refrigerante estaba sujeta a la región del mundo, al igual que las consideraciones de índole comercial y ambiental. Se señaló además que mientras mayor era el costo de inversión, menor era la celeridad del cambio.

36. En relación con la necesidad de seguir usando determinados refrigerantes en cantidades limitadas para mantener la eficiencia, como en las aplicaciones para las que la inflamabilidad podría constituir un serio problema, algunos panelistas indicaron que si bien el amoníaco era una buena opción para temperaturas superiores a -30°C y el CO<sub>2</sub> estaba registrando una gran participación en el mercado para temperaturas entre -30°C y -55°C, por debajo de éstas existían pocas alternativas al HFC-23 que no afectasen negativamente la eficiencia.

37. Refiriéndose a la viabilidad de utilizar la refrigeración por absorción mediante energía solar, un panelista convino en que era posible lograr temperaturas bajas utilizando la energía solar con un sistema de absorción con amoníaco. Si bien ello era factible desde una perspectiva de eficiencia energética, era difícil desde una perspectiva de costo por cuanto los sistemas de absorción siempre tenían el doble de intercambiadores térmicos que los sistemas de compresión de vapor.

38. En respuesta a una pregunta sobre la eficiencia energética de los refrigerantes naturales en comparación con los refrigerantes sintéticos, un panelista señaló que las pruebas realizadas en Europa habían demostrado que el CO<sub>2</sub> era más eficiente energéticamente en climas más fríos que los sistemas estándar de HFC. Otro panelista advirtió que esta cuestión no quedaba totalmente clara, debido a que la eficiencia estaba sujeta a la temperatura y a otras condiciones. A modo de ejemplo, expuso la idea generalmente aceptada de que el amoníaco proporcionaba una mejor eficiencia que el HFC-134a, lo cual, según dijo, no necesariamente era cierto para los sistemas de refrigeración por agua.

39. Un participante comentó sobre el uso del amoníaco en la refrigeración industrial, y dijo que la tendencia era disminuir el tamaño de los sistemas industriales de amoníaco y contar con sistemas

fabricados por encargo, casi unitarios, con cargas significativamente inferiores. En los supermercados y otras aplicaciones industriales, había sistemas con amoníaco con cargas ultrabajas inferiores a 20g por kilogramo, lo cual significaba que los sistemas de refrigeración con amoníaco podrían utilizarse en zonas urbanas. Un panelista confirmó que su empresa había tenido esos sistemas en el mercado durante los últimos dos años, y su eficiencia energética era muy buena.

40. Después se formularon varias preguntas sobre aplicaciones en el transporte, en referencia, entre otras cosas, a la manera en que el equipo de transporte refrigerado basado en CO<sub>2</sub> y los contenedores refrigerados funcionaban en temperaturas ambiente elevadas, y si ya se disponía de los componentes sistémicos necesarios; el costo de los sistemas con CO<sub>2</sub> comparado con el de los sistemas con HFC existentes; la prima pagada por las medidas de seguridad al usar refrigerantes inflamables, y la celeridad con que el sector dejaría atrás los actuales sistemas con HFC.

41. En relación con la cuestión del desempeño y la disponibilidad del equipo de transporte refrigerado basado en CO<sub>2</sub>, uno de los panelistas dijo que los sistemas de contenedores refrigerados estaban disponibles y funcionaban bien en cuanto a la eficiencia en las rutas marítimas mundiales, que tendían a estar en climas muy calurosos. No obstante, un participante advirtió que era importante comprender el perfil funcional de esas aplicaciones, especialmente respecto de los contenedores refrigerados. Algunos estudios habían demostrado que resultaba difícil al CO<sub>2</sub> competir con las tecnologías existentes en el mercado de los contenedores refrigerados, que era muy competitivo, y cuyos precios de equipo eran muy bajos.

42. Respecto del costo adicional de las alternativas a los sistemas existentes que utilizan HFC, algunos panelistas dijeron que los sistemas con CO<sub>2</sub> para los contenedores refrigerados eran un 20% más caros que los sistemas tradicionales con HFC-134a, y el costo adicional por concepto de seguridad representaba entre un 2% y un 5%, según el refrigerante empleado. Los costos adicionales descenderían una vez que la tecnología lograra una mayor penetración y los niveles de producción aumentasen.

43. En relación con la cuestión del momento oportuno para dejar a un lado los HFC, un panelista indicó que, suponiendo que los fabricantes pudiesen responder satisfactoriamente al interés del sector industrial en cuanto al diseño y funcionamiento seguros de los nuevos sistemas, existían planes para incorporar nuevos sistemas basados en hidrocarburos y HFC-32 entre los próximos tres a cinco años. El cambio sobrevendría más pronto que tarde, debido a que ese mercado era muy competitivo.

44. Las preguntas formuladas en la esfera de las aplicaciones domésticas se refirieron al ritmo de la transición hacia los sistemas con hidrocarburos en los países en desarrollo y las barreras a la adopción de refrigerantes de bajo PCA en el sector doméstico.

45. Respecto del tema de la adopción de sistemas que utilizan hidrocarburos, algunos panelistas señalaron que esos sistemas se aceptaban favorablemente en Europa, pero de hecho solo recientemente habían ganado aceptación en los Estados Unidos. El lento ritmo del cambio podría explicarse parcialmente por el costo del equipo de seguridad necesario para lograr la seguridad durante la fabricación y las modificaciones de diseño necesarias para lograr seguridad para el consumidor, pero actualmente ese ritmo que estaba acelerando.

46. Refiriéndose a la cuestión de la adopción de refrigerantes de bajo PCA en el sector doméstico, algunos panelistas señalaron la capacidad técnica como una barrera importante, especialmente en los servicios posventa, así como las inversiones de capital.

47. Por último, se formularon varias preguntas intersectoriales a los panelistas, en relación, entre otras cosas, con las formas de ahorrar energía cuando se utiliza equipo de refrigeración o acondicionamiento de aire, aparte del empleo de un refrigerante eficiente energéticamente; el plazo necesario para llevar al CO<sub>2</sub> a un mercado mundial, especialmente en relación con la capacitación; la causa de las altas tasas de fugas en los sistemas comerciales en comparación con otros sistemas, y las medidas, si existieran, que podrían adoptarse para disminuir las tasas de fugas, y, por último, las barreras más importantes a la adopción de alternativas a los HFC.

48. En relación con la cuestión de las maneras de ahorrar energía cuando se usa equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire, algunos panelistas coincidieron en que la recuperación térmica constituía un aspecto importante en todos los sectores, y uno de los panelistas hizo hincapié en que el almacenamiento en frío debería realizarse sobre la base de un modelo empresarial dual para producir tanto calor como refrigeración. Otras sugerencias para generar ahorro de energía eran diseñar edificios



inteligentes para optimizar los sistemas, y sencillamente cerrar los gabinetes de refrigeración en los supermercados.

49. Respecto de la cuestión del plazo necesario para llevar al CO<sub>2</sub> al mercado mundial, varios panelistas respondieron que el despliegue más rápido tuvo lugar cuando compañías de primer orden incorporaron normas estrictas de países que no operan al amparo del artículo 5 en países que operan al amparo de ese artículo, lo cual dio lugar automáticamente a la capacitación del personal de apoyo local. Si el sector industrial se convenciera de que una tecnología merecía ponerse en práctica, entonces obraría en ese sentido independientemente de si existiese un plazo político. No obstante, el desarrollo de sistemas eficientes con CO<sub>2</sub> para supermercados había tomado alrededor de 10 años. Un panelista dijo que el plazo para comercializar sistemas transcíticos sería más prolongado que para los sistemas subcríticos en cascada, que eran más sencillos; pero otro panelista dijo que la experiencia obtenida en Dinamarca demostraba que los sistemas transcíticos se acercaban más a los sistemas estándar con HFC, por lo que de hecho la capacitación resultaba más fácil.

50. En relación con la cuestión de las mayores tasas de fugas en los sistemas comerciales y la manera de reducirlas, uno de los panelistas señaló que si los refrigerantes eran relativamente baratos y los técnicos no estaban bien capacitados, se producirían más fugas. En Dinamarca las tasas de fugas habían disminuido de alrededor de 30% a cerca de 10% tras la imposición de un impuesto que encarecía las fugas. Las fugas podrían reducirse, pero resultaba más fácil utilizar un refrigerante que no dañase el medio ambiente, como el CO<sub>2</sub>. Otro panelista agregó que la fuente de las altas tasas de fugas en los sistemas convencionales con HFC radicaba en las muchas conexiones. En los enfriadores, en que la carga del refrigerante se hallaba encerrada, era mucho más pequeña y había menos conexiones, las tasas de fugas eran menores, entre un 2% y un 4%.

51. Por último, respecto de las principales barreras a la adopción de alternativas a los HFC, algunos panelistas señalaron la necesidad de elaborar o actualizar códigos y normas de seguridad, ofrecer capacitación y educación a los técnicos y contar con capital de inversión.

52. En sus observaciones finales, el Sr. Vodianitskaia señaló que la mayoría de las cuestiones y observaciones formuladas en la sesión en curso se habían referido a las medidas que deberían adoptarse para inducir la transición hacia alternativas de bajo PCA tanto en las Partes que operan al amparo del artículo 5 como en las que no operan al amparo de ese artículo, así como la importancia de elevar la concienciación respecto de la importancia del cambio y establecer reglamentos y normas claros, lo cual requería la participación no solamente de los gobiernos, sino también del sector industrial y los órganos de normalización.

53. En sus observaciones finales, el Sr. Radermacher estuvo de acuerdo con la evaluación del Sr. Vodianitskaia, y agregó que ya se disponía de soluciones, pero éstas tenían que ajustarse a circunstancias específicas, y que la comunicación era fundamental para asegurar la participación crítica de una amplia variedad de diferentes interesados directos.

54. Para resumir, el Sr. Adler expresó su agradecimiento por el dinamismo del debate, y dijo que había elevado el debate técnico sobre un tema sumamente complejo a un nivel más alto.

### III. Segunda sesión

#### **Retos y oportunidades a la hora de adoptar medidas relativas a los HFC de alto PCA en el sector de equipos de aire acondicionado estacionarios y bombas térmicas**

55. La segunda sesión del curso práctico, sobre los retos y las oportunidades a la hora de adoptar medidas relativas a los HFC de alto PCA en el sector de equipos de aire acondicionado estacionarios y bombas térmicas, fue facilitado por el Sr. Saleem Ali, director del Centro para la Responsabilidad Social en la Minería y Profesor de Ciencia Sostenible, Política y Estudios Internacionales de la Universidad de Queensland, en Brisbane (Australia). Las presentaciones analíticas introductorias estuvieron a cargo del Sr. Daniel Colbourne, consultor independiente; el Sr. Roberto Peixoto, del Instituto de Tecnología de Maua (Brasil), y el Sr. Saurabh Kumar, de Energy Efficiency Services Limited (India), que participaron a título personal. Observaciones introductorias adicionales fueron formuladas por un panel de proveedores y ejecutores del sector: el Sr. Mike Thompson, de Ingersoll Rand/Trane (Estados Unidos); el Sr. Jitendra Bhambure, de Blue Star Limited (India); el Sr. Li Tingxun, de Midea y la Universidad de Sun Yat-sen

(China); la Sra. Wang Lei, de China Household Electric Appliances Association (China); el Sr. Bassam Elassaad, consultor independiente (Líbano); el Sr. Maher H. Mousa, consultor industrial, de UTC Building and Industrial Systems (Arabia Saudita); el Sr. Petter Neksa, de SINTEF Energy Research (Noruega); el Sr. Alaa Olama, consultor independiente (Egipto), y el Sr. Pär Dalin, de Devcco (Suecia). El debate que tuvo lugar a continuación incluyó preguntas formuladas por los asistentes y respuestas ofrecidas por el panel.

56. Iniciando la descripción del panorama general del sector de equipos de aire acondicionado estacionarios y bombas térmicas, el Sr. Colbourne reseñó los diferentes tipos de enseres que funcionaban en el marco de un sector muy variado. En el caso de los equipos nuevos, se contaba con una variedad de refrigerantes, que incluían sustancias de alto PCA (incluidos el HFC-134a, el R-407c y el R-410A) y alternativas de bajo PCA. Esbozó las principales características de los diferentes enseres incluidos en el sector, entre los que figuraban equipos de aire acondicionados pequeños sellados de fábrica, equipos partidos simples de aire acondicionado no canalizados, equipos partidos simples de aire acondicionado canalizados, equipos partidos simples de aire acondicionado canalizados tipo paquete “de azotea” y sistemas de aire acondicionado de partición múltiple, conjuntamente con el potencial de agotamiento del ozono de los principales refrigerantes utilizados para cada tipo de aparato, y las opciones de bajo PCA alternativas que posiblemente podrían utilizarse. Continuando la presentación, el Sr. Peixoto ofreció una información similar sobre los sistemas de refrigeración y las bombas térmicas de calentamiento únicamente. Después comparó la capacidad y el coeficiente de desempeño para una variedad de refrigerantes en relación con el R-22. En los casos de disponibilidad inmediata o reconversión, el desempeño siempre era peor que el R-22, y casi siempre el PCA era más alto, y la conversión a refrigerantes inflamables de bajo PCA era potencialmente peligrosa. Las principales dificultades que era necesario superar en la determinación y el uso de alternativas eran las complicaciones presentes en la selección, el diseño y la instalación; la falta de conocimientos acerca de cuestiones tales como la inflamabilidad y la presión; las normas de seguridad obstructivas, y la incoherencia de las reglamentaciones y los códigos nacionales.

57. El Sr. Kumar hizo una presentación sobre la utilización de modelos empresariales innovadores para aumentar las inversiones eficientes energéticamente, y utilizó a la India a modo de ejemplo. Tras señalar el rápido crecimiento de la utilización de HFC en el sector de la calefacción, la ventilación y el acondicionamiento de aire, dijo que existían tecnologías alternativas pero que su potencial de mercado se veía limitado por la poca demanda, debida parcialmente a preocupaciones sobre el costo y la seguridad. No obstante, en la India se contaba comercialmente con tecnología energéticamente eficiente basada en hidrocarburos para el acondicionamiento de aire, y se estaban explorando opciones para desarrollar modelos empresariales susceptibles de duplicación y ampliación para agregar la demanda y disminuir los costos mediante economías de escala, lo cual haría más asequibles las alternativas eficientes energéticamente. El método ya había resultado satisfactorio en una campaña dirigida a sustituir las bombillas incandescentes por bombillas de diodos emisores de luz (LED) en Andhra Pradesh.

58. El Sr. Thompson dijo que en el sector del acondicionamiento de aire se vivían tiempos vibrantes, debido a que estaba en marcha el desarrollo de la siguiente generación de tecnologías innovadoras. Su propia empresa se había comprometido a eliminar gradualmente los refrigerantes de alto PCA, y albergaba la certeza de que podrían encontrarse soluciones a los problemas afrontados en los diferentes subsectores. Por ejemplo, en la esfera de los sistemas de refrigeración por centrifugación, varias Partes que operan al amparo del artículo 5 habían expresado preocupación sobre la transición al uso del R-410A como refrigerante, pero se estaban desarrollando sustitutos inmediatos que ofrecían mayor eficiencia energética y menor inflamabilidad.

59. En su presentación, el Sr. Bhambure se refirió a alternativas a los HFC de alto PCA para el acondicionamiento de aire. Si bien la tarea de determinar alternativas se dificultaba por la falta de una definición clara y estándar de lo que se entendía por “bajo PCA”, en el sector estaban surgiendo varias alternativas, entre las que figuraban el HFC-32 y el HC-290, y otras opciones estaban en fase de desarrollo, entre ellas el R-446A y el R-447A. Entre los criterios empleados para evaluar las alternativas figuraban el PCA, la repercusión ambiental, la inflamabilidad, la madurez, la eficiencia, el costo y el uso en condiciones de temperatura ambiente elevada. No obstante, en ese momento no se contaba con ninguna opción viable basada en los criterios de evaluación, y era necesario realizar urgentemente más estudios sobre alternativas prometedoras.

60. El Sr. Li hizo una presentación sobre el uso del HC-290 como refrigerante. Dijo que la sustancia tenía una eficiencia entre un 5% y un 10% superior al R-22, y funcionaba bien a temperaturas ambiente

elevadas. Se habían exagerado las cuestiones de seguridad relativas a la inflamabilidad. Resultaba difícil que un equipo de aire acondicionado para interiores que funciona con HC-290 se incendiase, y el humo presentaba más peligro que el fuego.

61. La Sra. Wang hizo una presentación sobre el uso de los HFC en el sector de electrodomésticos de China. El uso de los HFC se había evitado en gran medida en el subsector de la refrigeración, en que predominaban los refrigerantes con hidrocarburos naturales, pero su uso iba en aumento en el subsector del acondicionamiento de aire, en el que los HCFC se estaban eliminando gradualmente. Refrigerantes con propano natural protectores de la capa de ozono e inoocuos para el clima, incluido el HC-290, se habían seleccionado para su adopción en el subsector del acondicionamiento de aire, aunque las restricciones sobre el tamaño de la carga a causa de preocupaciones relativas a la seguridad suponían que la capacidad térmica y la eficiencia energética no alcanzaban su potencial máximo. Para concluir dijo que esas restricciones eran demasiado rigurosas, y que el HC-290 podría utilizarse con seguridad a cargas mayores.

62. En su presentación, el Sr. Elasaad reseñó las alternativas idóneas a temperaturas ambiente elevadas para equipos de aire acondicionado pequeños y medianos. Entre los problemas relacionados con el funcionamiento a temperaturas ambiente elevadas figuraban una disminución del desempeño y la eficiencia y un desgaste más rápido de los componentes, lo cual acortaba la vida del producto. Las cuestiones relativas a la presión y la inflamabilidad planteaban un doble problema a los fabricantes locales de equipos en países con temperaturas ambiente elevadas que intentaban pasar directamente de los HCFC a alternativas de bajo PCA. Era preciso realizar localmente investigaciones para evaluar las tecnologías disponibles, examinar las normas y los códigos pertinentes sobre eficiencia energética, llevar a cabo una comparación económica entre las alternativas y promover la transferencia de tecnología. Para concluir, expuso un resumen de los proyectos de investigación que en ese momento se estaban implementando en el Oriente Medio.

63. El Sr. Mousa hizo una presentación sobre el estado actual de los refrigerantes alternativos en el sector del acondicionamiento de aire y la refrigeración para los países que operan al amparo del artículo 5 que experimentan temperaturas ambiente elevadas. Dijo que el panorama no estaba claro –había varias cuestiones y problemas de carácter técnico, muchos de ellos relacionados con el hecho de que la mayoría de las alternativas de bajo PCA eran inflamables y funcionaban a altas presiones, lo cual generaba preocupaciones en relación con la seguridad. Para solucionarlo, era necesario contar con nuevas normas y códigos de construcción, así como capacitación para mejorar las prácticas de mantenimiento. Para terminar dijo que aún no se contaba con soluciones viables para temperaturas ambiente elevadas, y que los HFC constituían la única solución factible actualmente. En cualquier iniciativa de gestión de los HFC se debería tener en cuenta el costo comparado contra el valor añadido, y toda disminución gradual de los HFC debería incorporar un examen tecnológico en años posteriores para determinar el estado tecnológico de la preparación, entre otras cosas, para adoptar alternativas para temperaturas ambiente elevadas.

64. En su presentación sobre el uso de refrigerantes que no usan HFC en sistemas de acondicionamiento de aire y bombas térmicas de tamaños pequeño y mediano, el Sr. Neksa expuso un panorama de la historia del uso de diversos refrigerantes. Dijo que ésta había recorrido un ciclo completo, desde el uso de refrigerantes naturales antes de 1930, hasta el aumento del uso de fluidos sintéticos con la reglamentación posterior de las sustancias que agotan la capa de ozono en el marco del Protocolo de Montreal, así como una revisión realizada recientemente de los refrigerantes naturales inoocuos para el medio ambiente. Todos los refrigerantes podrían alcanzar eficiencias y costos aceptables, incluso en climas calurosos. Tanto los hidrocarburos como el CO<sub>2</sub> ofrecían posibilidades, aunque era necesario superar varios de los problemas relacionados con la carga, la inflamabilidad, la presión, los aspectos técnicos y los componentes, así como el entorno reglamentario.

65. El Sr. Olama inició su presentación sobre alternativas de bajo PCA para equipos de aire acondicionado grandes con un resumen de alternativas de bajo PCA a los HFC en uso actualmente. Hoy día la única opción no inflamable para los sistemas tipo dividido y de flujo variable del refrigerante (VRF) era el R-410A, aunque el uso de alternativas no inflamables a los HFC generalmente suponía mayores costos de inversión y menor eficiencia. Las opciones de bajo PCA podrían evaluarse según diferentes criterios, por ejemplo, la seguridad y la factibilidad, la disponibilidad comercial, el costo, la eficiencia energética y la aplicabilidad en temperaturas ambiente elevadas. El orador expuso las conclusiones siguientes: se disponía de varios refrigerantes de bajo PCA para equipos de aire acondicionado grandes, aunque aún no estaban comercialmente disponibles para países con temperaturas ambiente elevadas; las limitaciones relativas a la carga eran válidas para todas las opciones inflamables en esos países; aún no se habían tratado los factores económicos de las opciones de bajo PCA, y era menester examinar seriamente

las soluciones no fluoradas como opción para los países que experimentaban temperaturas ambiente elevadas.

66. El Sr. Dalin hizo una presentación sobre sistemas de refrigeración distritales, que presentaban importantes ventajas para las aplicaciones en gran escala, entre las que figuraban la reducción de la capacidad en un sistema centralizado; mezcla de producción optimizada desde el punto de vista de la financiación; idoneidad para las alternativas de bajo PCA; sistemas funcionales seguros con pocas fugas, y viabilidad financiera para una participación importante en el mercado del acondicionamiento de aire. Por ejemplo, en 2010 en Estocolmo la red de refrigeración distrital estaba proporcionando soluciones de enfriamiento a aproximadamente 600 edificios. Para concluir, dijo que la eliminación gradual de los HFC brindaba una gran oportunidad para incorporar sistemas de refrigeración distrital.

67. Después de las presentaciones, el facilitador y varios participantes formularon preguntas a los panelistas.

68. En respuesta a preguntas formuladas en relación a posibles concesiones mutuas entre los esfuerzos dirigidos a aumentar la eficiencia energética y los dirigidos a aumentar el uso de alternativas de bajo PCA, varios panelistas subrayaron que casi siempre la eficiencia energética aumentaba a medida que aumentaba el tamaño del sistema de acondicionamiento de aire. Un panelista dijo que, si se tiene en cuenta la historia, sería de esperar ver mejoras continuas e importantes de la eficiencia energética en los sistemas que usan alternativas de bajo PCA. Otro panelista señaló que muchos países ya contaban con normas de eficiencia energética que todos los nuevos sistemas de bajo PCA tendrían que cumplir. Varios panelistas señalaron que la mayor limitación actual respecto de la eficiencia energética se debía a los sistemas que usaban alternativas inflamables o ligeramente inflamables, y algunos de ellos afirmaron que esas limitaciones se abordaban, o podrían abordarse, mediante asignaciones de carga más altas de las que era probable que se pudiese disponer debido a modificaciones de diseño, mejoras de la producción, mejor capacitación de los inspectores y técnicos de mantenimiento, y la actualización de los códigos de construcción y seguridad.

69. Un participante dijo que varias fichas de datos preparadas para el curso práctico demostraban que aún existían compromisos importantes entre la eficiencia energética y el uso de alternativas de bajo PCA. Una mayor eficiencia requería mayores sistemas de carga, lo cual planteaba problemas para las alternativas inflamables. El objetivo de aumentar la eficiencia energética generaría importantes beneficios ambientales, pero también requería seguir usando los HFC en algunas aplicaciones en algunas regiones. Otro participante dijo que era necesario contar con más información sobre la manera en que todas las alternativas de bajo PCA se comportaban en una variedad de posibles sistemas de gran volumen o sistemas que utilizarían nuevas tecnologías. Un participante señaló la ausencia de suficientes datos publicados que podrían emplearse para comparar la capacidad de refrigeración y el costo de producción de los hidrocarburos de bajo PCA contra los parámetros correspondientes de otras alternativas de bajo PCA.

70. Varias preguntas y observaciones formuladas por los participantes se refirieron a cuestiones relativas al posible uso de alternativas de bajo PCA en países con temperaturas ambiente elevadas, incluidos los problemas afrontados debidos, entre otras cosas, a la necesidad de contar en esos países con una capacidad adicional importante, fiable, eficaz en función de los costos y energéticamente eficiente; los posibles problemas vinculados a las alternativas inflamables de bajo PCA; la escasez de agua y electricidad; y la disparidad entre los pronunciamientos relativos a la posible eficacia y eficiencia de las alternativas de bajo PCA y la cantidad de equipo comercial acreditado disponible. Un panelista respondió a una pregunta específica sobre la aparente contradicción entre varias afirmaciones hechas en las presentaciones en relación con la eficacia del HC-290 en países de altas temperaturas ambiente y la reciente actividad de ventas en la región, y para aclararlo señaló que ello se debía a una decisión de comercialización por parte del principal fabricante en cuestión para dar respuesta a preferencias comerciales percibidas en la región.

71. Durante el debate sobre los sistemas de aire acondicionado tipo aire-aire, se plantearon varias cuestiones generales relativas a la disponibilidad e idoneidad de posibles alternativas de bajo PCA. Un participante preguntó cuáles eran las posibilidades realistas de hallar nuevas alternativas de bajo PCA dado que ya se habían determinado entre 65 y 80 refrigerantes. Un panelista respondió que nuevas fórmulas y mezclas se estaban evaluando constantemente y podrían surgir opciones que ofrecieran una mayor eficiencia energética y otras ventajas, en particular debido a que la aceptación del uso de sustancias inflamables era cada vez mayor. Otro panelista señaló que el proceso de desarrollo no debería comenzar en relación con sustancias alternativas sino más bien debería centrarse en cuáles sustancias ya existentes o posibles, incluidas las que en ese momento se estaban usando ampliamente, podrían cumplir mejor las

necesidades de prioridad de las Partes, entre las que figuraban la eficacia, la amplia disponibilidad, la eficiencia energética y la salvaguardia del ozono estratosférico.

72. Un participante preguntó si los resultados de las pruebas y los equipos utilizables existían efectivamente para todas las alternativas de bajo PCA examinadas en los documentos y presentaciones pertinentes y, de ser así, si se abordaban todas las preocupaciones expresadas por las Partes en reuniones anteriores sobre cuándo las posibles alternativas pasarían a ser aceptables. Otro participante recalcó que todas las alternativas tenían posibles repercusiones positivas y negativas en cuanto a una variedad de factores y preguntó si era posible enumerar las concesiones mutuas para cada alternativa específica. Durante el debate que tuvo lugar a continuación, varios panelistas dijeron que se disponía de muchas alternativas acreditadas pero que, en la práctica, no todo posible componente de equipo o configuración de diseño ya se había sometido a prueba, aunque muchos se habían acreditado y desplegado, según se mostraba en las hojas de datos y las presentaciones. En consecuencia, una cuestión fundamental era acelerar el progreso en el diseño, la ingeniería, la comprobación y la puesta en funcionamiento de equipos y procesos adicionales. Se citaron varias cuestiones como que eran oportunidades para aumentar la demanda de mercado pertinente e impulsar ese proceso, entre las que figuraban, entre otras: la certidumbre del mercado resultante respecto de los controles reglamentarios adicionales sobre los HFC; los avances en la reglamentación gubernamental de manera que reflejen fielmente eventos importantes que ya han ocurrido; la armonización de los códigos de seguridad y construcción dentro de los países y las regiones y entre ellos; una mayor capacitación y fiabilidad del personal encargado de las inspecciones y el servicio de mantenimiento, así como una mayor concienciación respecto de la disponibilidad, eficacia y eficiencia de la sustancias y los equipos alternativos disponibles. Un panelista dijo que la meta de reducir las emisiones de alto PCA podría abordarse mediante mejores normas de fabricación y servicios de mantenimiento para los equipos que usaban HFC.

73. En relación con el uso de alternativas específicas para sistemas de enfriamiento aire-aire, un participante preguntó si existía la posibilidad de transferir parte del mercado de aire-aire a sistemas centrales con máquinas frigoríficas habida cuenta de que el uso de refrigerantes de bajo PCA, en particular los hidrocarburos (HC-290) y el amoníaco (R717), era más fácil, más seguro y más eficiente energéticamente en las máquinas frigoríficas grandes, incluso en temperaturas ambiente elevadas. Otro participante preguntó si los sistemas de acondicionamiento de aire a nivel distrital constituirían una opción de bajo PCA viable para los países de altas temperaturas ambiente. En respuesta, un panelista señaló que ya existían proyectos de refrigeración distrital en algunos países de altas temperaturas ambiente, especialmente en los Estados del Golfo, y que muchas de las cuestiones pertinentes se estaban examinando como parte de un estudio en marcha en Egipto. No obstante, era probable que varias limitaciones impidiesen que los sistemas distritales satisficieran mucho más del 25% de las necesidades generales de refrigeración del Oriente Medio, entre las que figuraban la escasez de energía eléctrica, la escasez de agua, los tipos de edificación preferidos y las densidades de desarrollo. Otro participante subrayó que la escasez de agua y otras cuestiones en los países de altas temperaturas ambiente, especialmente los situados en el Oriente Medio, obstaculizaban la amplia utilización de sistemas centrales grandes con máquinas frigoríficas. También podría ser desaconsejable promover una tecnología en detrimento de otra en lugar de ofrecer a los consumidores una variedad de opciones. Un participante dijo que en muchos países era técnicamente posible pasar a los sistemas centrales, pero que sería necesario ajustar los códigos de bienes raíces y contratar a desarrolladores.

74. Un participante preguntó si existían posibles enfoques además de limitar el tamaño de la carga de los sistemas de bajo PCA que utilizaban refrigerantes inflamables, especialmente habida cuenta del hecho de que gran número de hogares, empresas y medios de transporte empleaban sustancias inflamables diariamente, entre las que figuraban el gas natural y la gasolina. Un participante dijo que si bien cambiar de una sustancia no inflamable a una inflamable suponía tener en cuenta la seguridad, era demostrativamente cierto que algunas restricciones del tamaño de la carga para determinados equipos estaban muy desactualizadas en su forma vigente. Además, al evaluar los refrigerantes deberían tenerse en cuenta muchos otros parámetros además de la inflamabilidad. Otro participante señaló que diferentes sistemas jurídicos asignaban diferentes niveles y tipos de responsabilidad a los riesgos que afectaban la vida humana que a su vez podrían repercutir en la utilización de determinadas alternativas de bajo PCA.

75. En relación con algunas preguntas sobre las alternativas específicas al flujo variable de refrigerante, un panelista señaló que en algunos países de clima frío ya se habían desplegado unidades basadas en CO<sub>2</sub>. Otro panelista señaló que determinadas normas reglamentarias ya permitían el uso de refrigerantes inflamables en sistemas de tamaño mediano.

76. En respuesta a una pregunta concreta, un panelista dijo que las comparaciones de desempeño realizadas al HC-290 se habían realizado en compresores diseñados adecuadamente para utilizar el producto químico o la mezcla de que se tratase, y que todos los demás aspectos de las pruebas, incluida la eficiencia de cada compresor, eran idénticos. Respecto de la evaluación de los riesgos al utilizar HC-290 en diferentes tipos de sistemas, por ejemplo, en refrigeradores pequeños autónomos, frente a sistemas de acondicionamiento de aire más grandes y más complejos, dijo que, al parecer, las normas existentes en muchos países y entre ellos no se basaban en normas tecnológicas o de seguridad uniformes, en estudios de comparabilidad o en la meta de reducir las emisiones de alto PCA.
77. Varios participantes indagaron acerca de posibles preocupaciones sobre seguridad vinculadas al uso de refrigerantes inflamables en pequeños sistemas tipo dividido. Varios panelistas señalaron que en relación con esa cuestión estaban en marcha estudios investigativos, eventos comerciales y análisis reglamentarios. Un panelista dijo que una reglamentación ulterior contribuiría a incrementar apreciablemente esa actividad. En respuesta a preguntas sobre la tecnología disponible en el sector que atendiese las preocupaciones de las Partes que operan al amparo del artículo 5 en relación con las posibles alternativas, un panelista dijo que sí existían muchas opciones utilizables, y otras estaban por venir, pero que cualquier alternativa, incluida la continuación del uso de HFC, daría lugar a concesiones mutuas. Otro panelista dijo que en ese momento no existía ninguna alternativa que cumpliera todos los criterios en países con altas temperaturas ambiente, y que algunos aspectos importantes del problema del alto PCA podrían abordarse mediante mejoras en la fabricación, la inspección y el mantenimiento de los equipos de manera que los sistemas tipo dividido pequeños no emitiesen HFC.
78. Volviendo a cuestiones planteadas mediante preguntas relacionadas específicamente con los enfriadores, varios panelistas señalaron que los enfriadores de bajo PCA podrían sustituir a muchos sistemas de tipo aire-aire, tanto en contextos comerciales como residenciales, y que en el mercado ya existían tecnologías acreditadas. No obstante, existían importantes diferencias en relación con las necesidades, las preferencias y las ubicaciones geográficas de los usuarios finales, lo cual significaba que esos enfriadores no constituirían una solución universal. En relación a concesiones mutuas entre las diversas opciones, un panelista dijo que los enfriadores eran más eficientes energéticamente sobre la base de tonelada por tonelada, pero los sistemas de flujo variable de refrigerante eran aún más eficientes que los enfriadores pequeños. Al evaluar las alternativas también era importante incluir cálculos relativos al costo de adquisición y mantenimiento de los equipos, la energía y el agua en determinados entornos.
79. Un panelista dijo que era importante ser específico al examinar alternativas a fin de comprender exactamente cuándo las soluciones concretas serían válidas o no. En este sentido, era importante no mezclar las cuestiones significativas examinadas en las hojas de datos que analizaban sistemas de aire acondicionado pequeños y autocontenidos, sistemas partidos de tamaño pequeño, y sistemas aire-aire de gran tamaño con el examen de sistemas de enfriamiento por agua muy grandes.
80. En respuesta a una pregunta relativa a la disponibilidad de enfriadores pequeños y medianos que utilizan refrigerantes inflamables, un participante dijo que durante alrededor de 15 años en el mercado habían estado disponibles y en uso varias opciones. Generalmente esos enfriadores estaban situadas en el exterior o en un local para equipos y utilizaban sistemas sellados de fábrica. Entre 15 y 20 empresas ya producían enfriadores de bajo PCA que utilizan varios productos químicos y mezclas alternativas diferentes, incluidos refrigerantes inflamables, como unidades que utilizaban CO<sub>2</sub>, amoníaco o agua. En respuesta a otra pregunta, un panelista dijo que la sustitución de sistemas de tipo multidividos con enfriadores entre pequeños y medianos era una opción en entornos de altas temperaturas ambiente y que la ubicación en el exterior de edificios posibilitaría una carga mayor de refrigerantes inflamables, lo cual aumentaría la eficiencia, pero que existían obstáculos a ese tipo de uso, entre los que figuraban la falta de conocimiento práctico sobre los enfriadores en algunas zonas, así como conceptos erróneos acerca de posibles filtraciones de agua.
81. En respuesta a preguntas relativas a bombas térmicas que solo calefaccionan, un panelista señaló que si bien algunos países empleaban subvenciones para incentivar la adopción de sistemas que usaban refrigerantes alternativos de bajo PCA, en Europa se estaban poniendo en funcionamiento sin subvenciones sistemas de escalas mediana y grande. Si la demanda era suficiente, sería posible producir y usar esos sistemas sin necesidad de subvenciones. Otro panelista señaló que el método utilizado para calentar el agua en esos sistemas podría afectar adversamente su costo de funcionamiento y el medio ambiente. El facilitador señaló la importancia de establecer una diferencia entre diversas categorías de bombas térmicas cuyo solo uso es producir calefacción, como las utilizadas para la calefacción de espacios domésticos, calentar el agua en los hogares y la calefacción distrital. Un panelista dijo que en todas las

categorías existían opciones de bajo PCA. Por ejemplo, en Noruega se habían construido sistemas de calefacción distrital utilizando sistemas de bajo o ningún PCA. No obstante, la eficiencia siempre era mayor con los sistemas de gran capacidad. Otro panelista señaló que los países con temperaturas ambiente elevadas y poca disponibilidad de agua afrontaban retos en el empleo de esos sistemas, aunque los mismos se podrían resolver.

82. Los panelistas respondieron a los temas planteados en el debate, centrándose en las principales preguntas relativas al sector del acondicionamiento de aire y las bombas térmicas. Entre las prioridades detectadas figuraban las cuestiones de la inflamabilidad de las alternativas; el costo de las alternativas, la necesidad de impartir capacitación y prestar servicios adecuados, así como la rigurosidad de los códigos reglamentarios. Un panelista dijo que los fabricantes se mostrarían reacios a invertir a menos que existiese certidumbre respecto del ámbito reglamentario. Otro panelista dijo que el tiempo era un factor: era menester una transición de solo un paso de las sustancias que agotan la capa de ozono a sistemas energéticamente eficientes disponibles y comercialmente viables. Asimismo, las soluciones no se deberían mezclar, y para cada uso se deberían determinar y aplicar las mejores alternativas. Varios panelistas recalcaron la urgencia de hallar soluciones de largo plazo a las apremiantes necesidades de los países con altas temperaturas ambiente. Un panelista dijo que la eficiencia energética revestía suma importancia; las inversiones en alternativas de bajo PCA serían contraproducentes si fuesen menos eficientes y supusieran un mayor gasto de energía para el funcionamiento de los enseres. En consecuencia, era preciso contar con un enfoque integrado, de ciclo de vida. Por último, un panelista destacó la importancia de obrar en un contexto de igualdad de condiciones en relación con las directrices de construcción y otros factores, de manera que se pudiesen aprovechar al máximo las posibilidades de opciones como la refrigeración distrital.

83. Los ponentes reseñadores también formularon observaciones sobre las cuestiones planteadas. El Sr. Peixoto dijo que las normas constituían uno de los principales retos, y era menester realizar un cuidadoso análisis de los riesgos para determinar el grado de riesgo aceptable para la sociedad. Era imposible tener refrigerantes ideales que tuviesen en cuenta todas las limitaciones, por lo que si bien definir el marco reglamentario resultaba polémico, revestía suma importancia. De nuevo, lograr la eficiencia energética para condiciones de alta temperatura ambiente constituía una prioridad; la situación hipotética era compleja, pero se aclararía en el futuro próximo.

84. El Sr. Colbourne dijo que se podrían extraer elementos positivos de la sesión. Quedaba claro que un conjunto de alternativas estaba disponible o se hallaba en proceso de desarrollo para todos los sectores, que la magnitud de las investigaciones y el desarrollo en marcha era notable, y que existía claridad en cuanto a lo que era necesario hacer para proporcionar productos destinados al mercado. Si existía demanda para productos con PCA bajo o mediano, entonces los ingenieros podrían hallar la manera de lograrlo para cualquier sistema o dispositivo determinado. No obstante, era fundamental tener un motor impulsor o un estímulo, ya fuese legislativo o impulsado por la demanda, para ese proceso de desarrollo. La transición hacia la refrigeración comercial de gran escala que utiliza alternativas de bajo PCA había sido impulsada por grandes operadores, como las cadenas de supermercados, pero fuerzas similares no estaban operando en otros subsectores, como los equipos de aire acondicionado de tipo aire-aire. En relación con las cuestiones de seguridad, la inflamabilidad presentaba un desafío de ingeniería, especialmente habida cuenta de las normas de seguridad restrictivas. Eso no planteaba un problema para los enfriadores y las bombas térmicas, ya que estaban sellados y ubicados en exteriores, pero los fabricantes e instaladores todavía tenían que comprender las cuestiones de inflamabilidad y aplicar rutinariamente una evaluación de los riesgos. También hizo hincapié en que en muchos países existía un mínimo de reglas de eficiencia, de manera que los usuarios finales tenían libertad para escoger cualquier alternativa que necesitasen siempre y cuando el equipo cumpliera esas normas. En relación con el costo, el mensaje era claro en cuanto a que una vez que se lograba un mercado suficientemente grande, y se obtuviese experiencia en producir nuevos tipos de equipo, entonces a ello le seguiría la paridad en los costos. Por último, dijo que el fomento de la capacidad en el sector de los servicios revestía una importancia social en la preparación de los técnicos para nuevos tipos de refrigerantes, incluidas las sustancias inflamables. Ese reto era válido tanto para los países que operan al amparo del artículo 5 como los países que no operan al amparo de ese artículo.

#### IV. Tercera sesión

### Retos y oportunidades a la hora de adoptar medidas relativas a los HFC de alto PCA en los equipos de aire acondicionado móviles

85. La tercera sesión del curso práctico, sobre retos y oportunidades a la hora de adoptar medidas relativas a los HFC de alto PCA en los equipos de aire acondicionado móviles, fue facilitada por el Sr. Saleem Ali, conjuntamente con el Sr. Gursaran Mathur, de CalsonicKansei, América del Norte, en calidad de relator a título independiente. El Sr. Predrag Pega Hrnjak, de la Universidad de Illinois (Estados Unidos) en calidad de experto independiente, ofreció una presentación sinóptica. También hicieron presentaciones el Sr. Pradit Mahasaksiri, Siam Denso Manufacturing (Tailandia); el Sr. Enrique Peral-Antunez, de Renault (Francia), el Sr. Chen Jianping, de la Universidad Jiao Tong de Shanghai (China), y el Sr. Sangeet Kapoor, de Tata Motors (India).

86. El Sr. Hrnjak explicó que el sector del aire acondicionado móvil era un sector señero, que contaba con una industria mundial y un predominio histórico de solamente un refrigerante, el HFC-134a, de alto PCA. La presión en pro de la adopción de alternativas de bajo PCA había comenzado con la aprobación de la legislación de la Unión Europea en 2006, y ello había tenido un efecto dominó en los fabricantes de los Estados Unidos y Asia que exportaban hacia los mercados europeos. Se disponía de varias alternativas al HFC-134a. Históricamente, la competencia generada por los sistemas de CO<sub>2</sub> también había contribuido a mejorar el desempeño de los sistemas con HFC-134a. Había parecido que el desarrollo del HFO-1234yf proporcionaba una alternativa superior, aunque las dudas respecto de su inflamabilidad habían generado un renovado interés en el CO<sub>2</sub>, y algunos fabricantes estaban recurriendo al R445A, una mezcla de HFC y CO<sub>2</sub>. Aún no quedaba claro la alternativa al HFC-134a que sería satisfactoria. En ese momento el HFO-1234yf era la principal sustancia de sustitución en la Unión Europea, pero el CO<sub>2</sub> funcionaba mejor a temperaturas inferiores y en sistemas más compactos y vehículos eléctricos, en tanto que el R-445A era superior en las bombas térmicas.

87. El Sr. Mahasaksiri expuso una reseña de los avances en la región de la Asociación de Naciones del Asia Sudoriental (ASEAN) que estaban repercutiendo de manera importante en los equipos de aire acondicionado móviles debido al rápido incremento en las ventas de automóviles y las habituales altas temperaturas en toda la región, que promediaban 27,6°C. Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los equipos de aire acondicionado móviles eran mucho más altas por automóvil en países como Indonesia y Tailandia que en el Japón debido a las temperaturas más altas en esos países y al mayor uso de equipos de aire acondicionado, así como al mayor kilometraje recorrido y niveles más altos de contaminación atmosférica por contaminantes sólidos, que tendían a disminuir el rendimiento. Las encuestas también mostraban que las tasas de fugas eran mayores a temperaturas más elevadas. Por consiguiente, hasta tanto se pudiesen adoptar refrigerantes con un PCA más bajo, sería importante disminuir las tasas de fugas y mejorar la calidad de los servicios de mantenimiento y la recuperación de los refrigerantes.

88. El Sr. Antunez dijo que al calcular la repercusión climática de los equipos de aire acondicionado móviles, también eran importantes las emisiones indirectas (derivadas del consumo energético de los sistemas y la producción y el transporte de los refrigerantes, y otros factores). La repercusión en el clima durante el ciclo de vida proporcionaba una mejor manera de medir este aspecto que el PCA. La situación ideal para la industria automovilística era un refrigerante único, usado a nivel mundial por todos los fabricantes. Hasta entonces, la única opción disponible para la producción masiva era el HFO-1234yf, pero el hecho de que únicamente dos proveedores lo habían comercializado, y que solamente se podía adquirir a un costo elevado, estaba empujando a la industria a buscar alternativas. El CO<sub>2</sub> resultaba caro porque requería un sistema muy diferente. El R-445A, que funcionaba bien en comparación con otros refrigerantes, y se consideraba que era incombustible según las normas de la Unión Europea, parecía ser el mejor compromiso entre costo, rendimiento, eficiencia y seguridad en variadas condiciones climáticas.

89. El Sr. Chen expuso una reseña de la situación en China, en que la aprobación del reglamento sobre el gas F en la Unión Europea había estimulado el debate sobre sustitutos idóneos para el HFC-134a. El HFO-1234yf se consideraba aceptable, aunque era menos eficiente. Se estaban sometiendo a prueba las prototipos con CO<sub>2</sub>, pero éstos eran más costosos y menos eficientes en condiciones calurosas. El R-445A se estaba sometiendo a prueba y su rendimiento parecía ser aceptable, aunque requería equipos de mantenimiento especiales. Tanto el HFC-152a como una mezcla de propano e isobutano tenían mejor rendimiento que el HFC-134a, y de hecho en el mercado de los servicios de mantenimiento se habían usado hidrocarburos durante más de 10 años, a menos costo y mayor eficiencia. No obstante, había una



interrogante sobre la seguridad de usarlos en más de 1 millón de taxis chinos abastecidos con gas natural comprimido. Estuvo de acuerdo en que en el caso de los equipos de aire acondicionado móviles, la repercusión en el clima durante el ciclo de vida era un mejor rasero de la repercusión que el PCA. El consumo de energía estaba relacionado no solamente con el clima sino también con las condiciones del tráfico vial.

90. El Sr. Kapoor dijo que ninguno de los posibles sustitutos del HFC-134a –HFO-1234yf, HFC-152a y CO<sub>2</sub>– podrían considerarse alternativas disponibles inmediatamente. El rendimiento, la durabilidad y las normas de seguridad equivalentes solo podrían lograrse mediante una importante labor de reingeniería. La utilización de sistemas con circuitos secundarios brindaba una gran oportunidad, por ser más seguros (lo cual ayudaba a compensar los riesgos de inflamabilidad por el uso del HFC-152a y el HFO-1234yf), requerir menores volúmenes de refrigerante y menor frecuencia de mantenimiento (ambas cosas contribuían a compensar los elevados costos iniciales), y ser aptos para todos los climas, aunque requieran la instalación de componentes adicionales. Ofrecían posibilidades importantes para mejorar la eficiencia energética general y de esa manera disminuir las repercusiones ambientales. Era necesario contar con financiación para proyectos de demostración.

91. Respondiendo a preguntas, un panelista expresó la opinión de que tanto el HFO-1234yf como el R-445A podrían utilizarse como sustitutos inmediatos. Algunas empresas estaban tratando de desarrollar ulteriormente sistemas con CO<sub>2</sub>, pero el funcionamiento de los sistemas con HFO-1234yf era mucho mejor que unos cuantos años atrás. Consideraba que era entre un 70% y un 80% probable que pudiese surgir un refrigerante como solución mundial, en gran medida debido a que la industria del automóvil operaba a nivel mundial y preferiría vigorosamente no tener que usar diferentes refrigerantes para diferentes mercados.

92. No obstante, otro panelista señaló que si bien la legislación de la Unión Europea había dado lugar al uso del HFO-1234yf en esa región, no se usaba ampliamente en otros lugares, por lo que los fabricantes de la Unión Europea todavía estaban usando el HFC-134a para las exportaciones. Aunque sería más complicado añadir otro refrigerante, no sería imposible. No obstante, sería preferible que los automóviles usaran fundamentalmente los mismos componentes, en lugar de sistemas muy diferentes, como era necesario en el caso del CO<sub>2</sub>.

93. En relación con el rendimiento relativo de las sustancias para usar en las bombas térmicas, las evaluaciones habían demostrado que el CO<sub>2</sub> era mucho mejor que el R-445A, pero que el R-445A era lo suficientemente mejor que el HFO-1234yf como para posibilitar su uso. Otro panelista señaló que el CO<sub>2</sub> no funcionaba bien a temperaturas ambiente elevadas, de modo que el R-445A era una buena solución de compromiso.

94. Respecto de los costos de los refrigerantes, los panelistas dijeron que el HFO-1234yf era alrededor de 15 a 20 veces más caro que el HFC-134a en Europa y unas 10 veces más caro en la India. Sin embargo, podría esperarse que el precio disminuiría a medida que la producción aumentase.

95. En respuesta a una pregunta sobre la protección de la patente para el HFO-1234yf, algunos panelistas comentaron que la patente fue concedida en 2003, de manera que caducaría en 2023. El problema con la disponibilidad del refrigerante no radicaba tanto en la patente sino en el hecho de que en ese momento solo existían dos proveedores.

96. Respecto de la inflamabilidad de los refrigerantes, una evaluación de los riesgos realizada en todo el sector industrial durante más de tres años había llegado a la conclusión de que el nivel de riesgo era muy bajo, inferior al de otros riesgos considerados aceptables. La evaluación se había repetido luego que Daimler había afirmado que el HFO-1234yf era más inflamable de lo que originalmente se había pensado, pero había llegado a las mismas conclusiones. Si el fluido se liberaba tras una colisión, se descomponía muy rápidamente, y producía un impacto ambiental mucho menor que el HFC-134a. En respuesta a otra pregunta, se explicó que la inflamabilidad del refrigerante variaba con la temperatura a la que se realizaba la prueba. Las pruebas relativas a la norma de la Unión Europea para el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de los productos y preparados químicos (REACH) se realizaron a temperatura ambiente, a la que el R-445A no era inflamable. No obstante, el A-2L se sometió a prueba para comprobar su inflamabilidad a 60°C, temperatura a la que resultó inflamable.

97. En respuesta a una pregunta sobre lo que sucedía cuando durante el mantenimiento los sistemas de aire acondicionado móviles se rellenaban con refrigerantes diferentes a los refrigerantes para los que fueron diseñados, algunos panelistas señalaron que si bien los fabricantes habían tratado de dificultarlo

mediante la utilización de puertos de carga y conexiones, no era imposible y se había hecho. En general, mientras que el contenido de aceite fuese compatible, los sistemas con HFO-1234yf podrían funcionar igual o mejor cuando se rellenaban con HFC-134a o R-445A. Similarmente, se podrían utilizar hidrocarburos, y ello se había observado en China –y de nuevo, el sistema podría funcionar igual o mejor.

98. En relación con los costos vinculados con los nuevos refrigerantes, se señaló que las empresas de servicios de mantenimiento tendrían que instalar equipos nuevos, entre los que figuraban sistemas de recuperación, lo cual resultaría costoso.

99. En respuesta a una pregunta relativa a la penetración del HFO-1234yf en el mercado, se dijo que, según estimaciones, en ese momento a nivel mundial alrededor de 3 millones de automóviles lo usaban. Ello representaba una proporción muy pequeña del total mundial, aunque la cifra iba en rápido aumento.

100. Para resumir el debate, el Sr. Hrnjak expresó la conclusión de que si bien el sector de equipos de aire acondicionado móviles había iniciado la transición a partir de los HFC de alto PCA antes que otros sectores, existían varias posibles alternativas disponibles. Estimaba que era probable que el sector industrial terminaría por converger en una solución aplicable a nivel mundial, tanto en los países que operan al amparo del artículo 5 como en los que no operan al amparo de ese artículo, y expresó su esperanza de que los reglamentos que los gobiernos estaban promulgando facilitarían ese acontecimiento.

## V. Cuarta sesión

### **Retos y oportunidades a la hora de adoptar medidas relativas a los HFC de alto PCA en el sector de las espumas**

101. La cuarta sesión del curso práctico, sobre los retos y las oportunidades a la hora de adoptar medidas relativas a los HFC de alto PCA en el sector de las espumas, fue facilitado por el Sr. Saleem Ali, y el Sr. Enshan Sheng, Huntsman Asia Pacific Technology Centre (China), fungió como relator a título personal. Al inaugurar la sesión, el Sr. Ali dijo que el debate trataría por un lado con el subsector del poliestireno extruido, principalmente tableros y paneles laminados, en que la mayoría de las cuestiones estaban relacionadas con la gestión de los riesgos a los niveles de producción e in situ y, por el otro, la mayor variedad de productos de poliuretano y sus aplicaciones. Dijo que se debería asignar mayor atención a las empresas medianas y pequeñas habida cuenta de que si bien el sector de las espumas representaba un pequeño porcentaje de la contribución al cambio climático relacionada con los HFC, el hecho de que incluía un gran número de esas empresas significaba que constituía una esfera de gran importancia para las Partes que operan al amparo del artículo 5 que se afanan por lograr el desarrollo.

102. Dos ponentes reseñadores, el Sr. Igor Croiset, de GIZ Proklima (Alemania), y el Sr. Paulo Altoe, de Dow Chemical (Brasil) efectuaron presentaciones sobre el estado general del sector de las espumas.

103. En su presentación, el Sr. Croiset señaló a la atención los criterios de selección que las empresas pequeñas y medianas deberían tener en cuenta al transitar hacia un nuevo sistema de espumas de bajo PCA, los requisitos de aislamiento y las buenas prácticas básicas necesarias para mejorar la capacidad de refrigeración y la eficiencia energética, así como las alternativas disponibles para las principales aplicaciones en los subsectores de la industria o la construcción, el transporte, el comercio y la refrigeración doméstica. En su presentación, el Sr. Altoe destacó los problemas planteados por la eliminación de las espumas basadas en HFC de aplicaciones comerciales y domésticas, incluida la relación que existe entre la conductividad térmica y la eficiencia energética, las cuestiones de seguridad, la limitada disponibilidad de alternativas basadas en HFO suficientemente probados, y las utilidades derivadas de las inversiones para las empresas pequeñas y medianas, todo ello avalado por los resultados de estudios comparativos de, entre otras cosas, las espumas insufladas con hidrofluoroolefinas como espumante y otros agentes espumantes, y sistemas de alto contenido de agua e insuflados totalmente con agua.

104. A continuación cinco expertos en la materia presentaron sendas ponencias: la Sra. Kultida Charoensawad, de Polyurethane Group, Federation of Thai Industries (Tailandia); el Sr. Ashok Chotani, de Isofoam Insulating Materials Plants (Kuwait); el Sr. Samir Arora, de Industrial Foams Pvt. (India); el Sr. Stefano Verga, de Cannon Afros (Italia) y la Sra. Achara Bowornprasitkul, de BASF (Estados Unidos).

105. En su presentación, la Sra. Charoensawad reseñó las oportunidades y los problemas que encaraban las pequeñas y medianas empresas en Tailandia a la hora de incorporar productos químicos de bajo PCA en diversas esferas de la industria del poliuretano, entre las que figuraban la seguridad, los costos y la disponibilidad de alternativas eficaces.

106. En su presentación el Sr. Chotani trató sobre las alternativas existentes en ese momento en la industria del poliuretano extruido en la región del Oriente Medio y África septentrional, y destacó, entre otras cosas, las necesarias concesiones mutuas respecto de las propiedades físicas, las limitaciones en materia de costos respecto de la creación de procedimientos y los problemas planteados por la falta de un enfoque regional y reglamentos claros para la selección y el uso de agentes espumantes de bajo PCA.
107. En su presentación, el Sr. Arora hizo hincapié en que la proliferación de pequeñas, medianas y microempresas en los países que operan al amparo del artículo 5 todavía usaban HCFC como agentes espumantes; que ninguna de las posibles alternativas de bajo PCA, como los HFO, estaba comercialmente disponible para esas empresas, y que era urgentemente necesario implementar proyectos de demostración para determinar su seguridad.
108. En su presentación sobre casas de sistemas y el desarrollo de tecnologías de bajo PCA, el Sr. Verga señaló a la atención los resultados de las pruebas que su empresa había realizado al agua, los HFO, los pentanos premezclados y otras alternativas a los HFC en maquinaria retroadaptada, con atención especial a la dosificación, la seguridad y el costo.
109. En su presentación, la Sra. Bowornprasitkul ofreció un panorama general de las propiedades y el desarrollo de agentes espumantes de nueva generación, los esfuerzos realizados por el Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos dirigidos a reglamentar los HFC y el progreso realizado por importantes empresas estadounidenses en la incorporación gradual de productos químicos de bajo PCA en el subsector de la refrigeración comercial.
110. En respuesta a varias preguntas, el Sr. Chotani recalcó que las autoridades de su región tuvieron que formular códigos y normas locales para determinar si los nuevos agentes espumantes basados en hidrocarburos y en agua que los fabricantes se veían presionados a usar eran aceptables, y que las alternativas pirorretardantes al hexabromociclododecano, que en ese momento se estaban sometiendo a prueba, estarían disponibles antes de 2016.
111. Respecto de la pregunta sobre la disponibilidad actual de agentes espumantes de nueva generación, la Sra. Bowornprasitkul dijo que varios grandes productores estadounidenses ya estaban comercializando varios de esos productos. No obstante, el Sr. Mr. Croiset señaló que los HFO todavía no se podían usar en Europa como alternativas para los camiones y contenedores refrigerados debido a que esas sustancias aún tenían que completar un período de prueba de seis años con arreglo al Acuerdo sobre el Transporte Internacional de Productos Alimenticios Perecederos y sobre la Utilización de Equipo Especial para su Transporte. En relación a la pregunta sobre los posibles riesgos que las alternativas existentes podrían plantear para el medio ambiente y la salud de los trabajadores de empresas pequeñas y medianas, recomendó que los usuarios prestaran atención a las instrucciones de seguridad y adoptaran las medidas apropiadas para proteger a su personal.
112. En respuesta a una pregunta sobre el uso del pentano, el Sr. Verga dijo que puesto que el riesgo de explosiones vinculado al pentano puro era 60 veces mayor que con el pentano premezclado, éste último era la opción más segura para las empresas pequeñas y medianas que operaban en zonas carentes de una casa de sistemas local o que no contaban con personal debidamente capacitado. Respecto del asunto de la disponibilidad de almacenamiento seguro para los materiales premezclados, especialmente en temperaturas ambiente elevadas, dijo que las casas de sistemas podrían suministrar pequeñas cantidades en cilindros especiales que les posibilita permanecer estables hasta cinco meses, y agregó que, en particular, los polioles premezclados a base de hidrocarburos se evaporaban 60 veces más rápido que el pentano puro. En respuesta a la observación formulada por un representante sobre los intentos de su país por mantener el pentano premezclado en poliol, que repetidamente conducía a la separación de fase, el Sr. Verga, secundado por el Sr. Croiset, sugirió que ello podría haberse debido al método de mezcla u opción del poliol en lugar de a la alta temperatura ambiente. El Sr. Croiset, tras advertir sobre los peligros de abrir cilindros transportados en contenedores intermedios de carga a granel o almacenados en calor extremo sin enfriamiento previo, agregó que todos los productos químicos tenían que mantenerse a la temperatura correcta para evitar la separación.
113. Respondiendo una pregunta formulada por el facilitador respecto de si el CO<sub>2</sub> supercrítico sería una opción conveniente para las espumas para aspersión basadas en poliuretano producidas in situ, el Sr. Croiset dijo que ello dependía de si las espumas eran para uso en interiores o para proteger techumbres de la luz solar directa, para lo cual las pruebas realizadas con la opción insuflada con agua había producido buenos resultados. Por otra parte, el Sr. Altoe, dijo que el desempeño mecánico de las espumas insufladas por agua podría verse limitado en los climas más fríos y podría tomar tiempo sustituir los sistemas de

grandes cilindros existentes actualmente con una mezcla de CO<sub>2</sub>/HFO. Un representante señaló que el uso descontrolado de espumas por aspersión en muchos países en desarrollo, en que no se hacía la distinción entre los usos para interiores y exteriores, daba lugar a un gran riesgo de inflamabilidad.

114. En sus observaciones finales, el Sr. Croiset señaló que las empresas pequeñas y medianas del sector de las espumas de las Partes que operan al amparo del artículo 5 seguían experimentando importantes dificultades debido a la ausencia de alternativas a los HFC capaces de proporcionar igual conductividad térmica sin causar la degradación de las tecnologías, y el Sr. Altoe dijo que si bien aún a esas empresas no les era posible realizar la transición hacia los HFO debido a su alto costo, las destacadas propiedades espumantes y la seguridad de esas sustancias las convertía en una perspectiva especialmente brillante para el futuro. Dijo que, entre tanto, las empresas medianas podrían analizar la posibilidad de usar combinaciones de agua e hidrocarburos más económicos, conjuntamente con pequeñas cantidades de HFO.

## **VI. Quinta sesión**

### **Que cuestiones principales e interdisciplinarias relativas a aspectos técnicos de la gestión de los HFC**

115. La quinta sesión del curso práctico, sobre las cuestiones principales e interdisciplinarias relativas a los aspectos técnicos de la gestión de los HFC, fue facilitada por el Sr. Peter Adler, en tanto que el Sr. Chandra Bhushan, del Centre for Science and Environment (India) a título personal, fungió como relator. Se llevaron a cabo presentaciones iniciales por el Sr. Mack McFarland, de Global Fluorochemical Producers' Forum (Estados Unidos), el Sr. Marc Chasserot, Shecco (Bélgica), seguidas de presentaciones adicionales y un resumen de los debates.

116. El Sr. McFarland dijo que su asociación comercial, que incluía corporaciones radicadas en los Estados Unidos, Europa, la India y el Japón, apoyaba la disminución gradual de los HFC de alto PCA, especialmente en las aplicaciones emisivas. Hizo hincapié en que actualmente se contaba con múltiples alternativas de bajo o ningún PCA suministradas por varias entidades alrededor del mundo, y que incluso un mayor número de ellas llegarían al mercado próximamente. Entre estas figuraban sustancias fluoradas y no fluoradas, sin ninguna o poca inflamabilidad y de toxicidad favorable. En la fabricación de equipos y los usos finales se deberían tener en cuenta muchos factores a la hora de seleccionar las alternativas que se han de emplear en cada aplicación, entre los que figuran el desempeño y la capacidad del sistema, la eficiencia energética, la inflamabilidad, los reglamentos locales y los costos de adquisición y funcionamiento. Esbozó soluciones de bajo PCA específicas disponibles actualmente para los principales sectores de aplicación –equipos de aire acondicionado para automóviles, acondicionamiento de aire residencial y comercial ligero, dispositivos frigoríficos comerciales, refrigeración doméstica, refrigeración comercial, espumas aislantes, aerosoles y solventes, y señaló que en algunas aplicaciones era posible reducir el PCA entre un 90% y un 99% mediante el uso de determinados HFO e hidrocarburos.

117. El Sr. Chasserot detalló importantes acontecimientos acaecidos en el mercado en relación con los refrigerantes naturales, y señaló que los usuarios finales y fabricantes en muchos diferentes sectores ahora contaban con muchas opciones acreditadas. Por ejemplo, según estimaciones, 5.000 comercios minoristas de alimentos en todo el mundo ya usaban sistemas transcíticos de CO<sub>2</sub> para refrigeración, y ese número iba en rápido aumento. Ahora el Japón era el líder mundial en el uso de CO<sub>2</sub> para bombas térmicas, con más de 4,7 millones ya en funcionamiento, y en comercios minoristas de alimentos, y más de 25 marcas comerciales diferentes que actualmente usaban sistemas basados en CO<sub>2</sub>. En América del Norte, los sistemas basados en CO<sub>2</sub> e hidrocarburos estaban cobrando impulso en todos los aspectos de los sectores minoristas de alimentos y de servicios alimentarios, y en más de 120 comercios ya se usaban sistemas transcíticos basados en CO<sub>2</sub>. Coca-Cola había instalado más de 1,4 millones de unidades sin HFC en todo el mundo, incluidas casi 700.000 en las regiones de África, América Latina, Asia, y el Pacífico. China había surgido como un mercado creciente para los refrigerantes naturales, incluidos los que ya se usaban en enfriadores de botellas, máquinas vendedoras, bombas térmicas, refrigeración de comercios minoristas y refrigeración industrial.

## A. Costos de conversión, derechos de propiedad intelectual, accesibilidad de las alternativas de bajo PCA y plazo para la disponibilidad de las nuevas tecnologías

118. El Sr. Ravinder Mehta, de Refrigeration and Air-conditioning Manufacturers Association (India); el Sr. Predrag Pega Hrnjak, de la Universidad de Illinois (Estados Unidos); el Sr. Miguel Quintero, consultor independiente (Colombia) y el Sr. Alistair McGlone, consultor independiente (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte) presentaron breves ponencias. A continuación de esas presentaciones, el Sr. McFarland y el Sr. Chasserot se sumaron a los ponentes como panelistas para responder a un conjunto inicial de preguntas formuladas por el facilitador y los participantes.

119. El Sr. Mehta reseñó los problemas que afrontaban las empresas de las Partes que operan al amparo del artículo 5 al tratar de llevar a cabo la conversión a opciones de bajo PCA. Esas industrias ya estaban realizando la eliminación gradual de los HCFC y a la vez tratando de satisfacer la gran y creciente demanda de refrigeración y acondicionamiento de aire. En muchos casos los países desarrollados habían adoptado HFC de alto PCA y mezclas de HFC como alternativas a los HCFC, debido a que no se disponía de alternativas de bajo PCA seguras y acreditadas, y ese proceso se estaba repitiendo en los países en desarrollo. Los países en desarrollo encaraban dificultades debido a la falta de claridad en relación con las tecnologías alternativas a los HCFC, especialmente en el sector del acondicionamiento de aire. El sector industrial no podría sufragar múltiples conversiones y afrontaba una marcada incertidumbre respecto del marco temporal, la disponibilidad y los costos de las alternativas de bajo PCA. Los requisitos o las normas cada vez más rigurosos creaban otro conjunto de obstáculos, al igual que la falta de claridad respecto de la definición de “bajo PCA”. Existían importantes retos en relación al uso de refrigerantes inflamables, y muchos agentes preferían esperar por alternativas seguras y no inflamables debido a preocupaciones respecto de la aceptabilidad en el mercado, los reglamentos gubernamentales, la seguridad de los productos, la responsabilidad, los servicios de mantenimiento, el transporte y almacenamiento, y la falta de normas, reglamentos y códigos armonizados a nivel mundial. Se debería estudiar la posibilidad de prorrogar el cronograma de eliminación gradual de los HCFC para asegurar la disponibilidad de tecnologías perfeccionadas de bajo PCA seguras y económicamente viables y evitar la necesidad de múltiples conversiones; para implementar proyectos de demostración en los países que operan al amparo del artículo 5; para agilizar la evaluación de los refrigerantes de bajo PCA para su uso en países con temperaturas ambiente elevadas; para asegurar la disponibilidad de las soluciones para todos los sectores y catálogos de productos; para poner a disposición los refrigerantes sin restricciones de refrigeración del proceso industrial y a precios razonables, y para resolver cuestiones de responsabilidad respecto de los refrigerantes inflamables.

120. El Sr. Hrnjak dijo que era necesario que en las evaluaciones de las comparaciones de costos se examinara el costo total de la propiedad, incluidas las adquisiciones de los sistemas y refrigerantes, los servicios de mantenimiento y otras cuestiones. La variedad cada vez mayor de alternativas a los HCFC, que incluía productos tanto de bajo como de alto PCA, así como refrigerantes tanto sintéticos como naturales, significaba que los ingenieros químicos y mecánicos seguirían compitiendo en cuanto a la eficacia, la eficiencia, la fiabilidad y la repercusión ambiental de sus sistemas. El gran campo de acción de los contendientes suponía resultados positivos. Era menester que muchos países actualizaran varios reglamentos para que reflejasen las mejoras de diseño y funcionalidad en los sistemas basados en hidrocarburos y en amoníaco a fin de potenciar la adopción de alternativas de bajo PCA.

121. El Sr. Quintero examinó enfoques para comprender las cuestiones financieras vinculadas a la conversión de HFC de alto PCA a fluorocarbonos de bajo PCA y otras alternativas en el sector de la espumación. Comprender esos costos era fundamental para la elaboración e implementación de políticas que apoyasen esa conversión. Reseñó consideraciones relativas a los costos de inversión y operacionales de las opciones de conversión más prominentes, incluidas tres que empleaban alternativas inflamables –hidrocarburos, metilal y metilformat, y cuatro que no los empleaban –CO<sub>2</sub> (agua), Formacel 1100, Solstice Líquido Blowing Agent y Forane 1233zd. En general, las alternativas no inflamables presentaban los costos de inversión más bajos y las alternativas inflamables los gastos operacionales más bajos. Desglosó los factores específicos incluidos en los gastos operacionales, y señaló que el pentano presentaba los gastos operacionales incrementales más bajos en general, y que el CO<sub>2</sub> (agua) presentaba los más bajos entre las alternativas no inflamables.

122. El Sr. McGlone esbozó los derechos y las obligaciones que las patentes conferían, así como las repercusiones que los derechos de propiedad intelectual tenían en general en el desarrollo y la transferencia de tecnología. Dijo que, en términos generales, los sistemas de patentes proporcionaban incentivos a las

corporaciones y los inventores para que buscaran nuevas soluciones tecnológicas y penetraran nuevos mercados debido a que protegían una valiosa propiedad intelectual. En la historia del Protocolo de Montreal, esas protecciones no habían supuesto impedimentos importantes al desarrollo y la distribución de las alternativas necesarias y era improbable que lo hicieran en el futuro. Un nuevo régimen reglamentario daría la señal al mercado para seguir produciendo alternativas tanto para las sustancias que agotan la capa de ozono como para sustancias de bajo PCA. Era probable que el aumento de la competencia abaratará los costos de adquirir o licenciar sustancias patentadas. Asimismo, las patentes tampoco eran permanentes y algunas alternativas, como el CO<sub>2</sub> y el agua, no estaban patentadas. Era probable que cualquier reglamento relativo a los HFC establecido con arreglo al Protocolo incluiría un mandato para que el Fondo Multilateral para la aplicación del Protocolo de Montreal ayudase a las Partes que reuniesen los requisitos a acceder a las sustancias y los equipos necesarios.

123. Durante el debate que tuvo lugar a continuación, un participante preguntó si en la información presentada en relación con las posibles reducciones de las emisiones de bajo PCA y los costos de sustitución se tenía en cuenta la cantidad de energía empleada en los diferentes sistemas, habida cuenta de que las emisiones de CO<sub>2</sub> resultantes de la producción de energía representaban una contribución mucho mayor al cambio climático que los HFC. Un panelista respondió que los fabricantes de equipos comprendían la importancia competitiva de la eficiencia energética. Muchos países también contaban con reglamentos para la eficiencia energética. Por consiguiente, era probable que los productos disponibles o en proceso de desarrollo igualaran o superaran la eficiencia de los que ellos sustituían. Otro panelista dijo que sería posible producir y usar sistemas de mayor eficiencia energética a un costo general inferior gracias a los avances en el diseño, la fabricación, los materiales usados en su construcción, la eficiencia de los compresores y otros factores.

124. En respuesta a preguntas sobre la posible repercusión de los derechos de patente en el precio de las alternativas de bajo PCA, un panelista dijo que la experiencia obtenida en el pasado en ese sector indicaba que los titulares de patentes tendrían dificultad en asignar precios excesivos a las alternativas de bajo PCA. Ya existía la competencia y ésta iría en aumento si se promulgasen reglamentos nacionales o internacionales adicionales. La propia fijación de precios excesivos también produciría incentivos para que los competidores entrasen al mercado y las patentes también caducarían. Por último, las Partes podrían decidir instruir al Fondo Multilateral que ayude a las Partes a sufragar los gastos incrementales debidos al uso de las sustancias o el equipo pertinentes. Otro panelista dijo que los líquidos refrigerantes constituían generalmente una parte menor del costo general de obtener y operar los sistemas pertinentes, y que la historia indicaba que era probable que los costos de los líquidos y el equipo disminuyesen con el tiempo.

#### **Legislación nacional, costo de las iniciativas del sector industrial y disponibilidad de alternativas de bajo PCA**

125. La Sra. Andrea Voigt, de European Partnership for Energy and the Environment (Bélgica), el Sr. Rajan Rajendran, de Emerson Climate Technologies (Australia), y el Sr. Mr. Kevin Fay, de Alliance for Responsible Atmospheric Policy (Estados Unidos) presentaron ponencias breves. Después de esas presentaciones, el Sr. McFarland, el Sr. Chasserot, el Sr. Mehta, el Sr. Hrnjak, el Sr. Quintero y el Sr. McGlone se sumaron a los ponentes en calidad de panelistas a fin de responder las preguntas formuladas por el facilitador y los participantes.

126. El Sr. Voigt reseñó el nuevo reglamento de la Unión Europea para el gas F y su posible repercusión en el mercado para las tecnologías relativas a los HFC. En gran medida el nuevo reglamento no era específico respecto de los refrigerantes, sino que se basaba en el PCA de sus equivalentes en CO<sub>2</sub>. Estaban diseñados para ser tecnológicamente neutrales, acelerar el movimiento hacia los refrigerantes de menor PCA, alentar la contención y la recuperación de los HFC al final de su vida útil, promover el reciclaje, fomentar la innovación y la competitividad adicionales y lograr objetivos ambientales importantes. En general, la industria europea acogió con satisfacción el nuevo reglamento por cuanto aportaba certidumbre reglamentaria en apoyo a las inversiones adicionales en productos y servicios de bajo PCA y porque la disminución gradual proporcionaba a los usuarios finales una considerable flexibilidad y libertad a la hora de seleccionar el refrigerante. Un análisis industrial había hallado que el costo de las regulaciones era razonable, de aproximadamente 25 euros por tonelada de emisiones de equivalente en CO<sub>2</sub>. Al mismo tiempo, al sector industrial le complacería ver que se asignara mayor peso a la eficiencia energética, incluida una mayor atención a las evaluaciones de la repercusión en el clima durante el ciclo de vida. Varias barreras importantes a la adopción de refrigerantes de bajo PCA también precisaban atención urgente, incluida la actualización de las normas y los códigos de construcción, así como la capacitación del personal de servicios de mantenimiento.

127. El Sr. Rajendran resumió una lista de alternativas específicas de bajo PCA que las diferentes industrias estaban usando en los sectores doméstico, comercial e industrial de la refrigeración y el acondicionamiento de aire, incluidos los refrigerantes sintéticos y naturales. Una amplia variedad de empresas estaban implementando importantes reducciones de las emisiones con PCA. Si bien actualmente se disponía de muchas opciones para todas las aplicaciones, no todos los productos eran apropiados para su uso en cada aplicación en cada región. Se esperaba que los costos disminuyeran a medida que el volumen aumentara, y que la disminución de los costos se acelerara aún más si los reglamentos nacionales o internacionales relativos a los HFC obraran una mayor certidumbre en el mercado y las normas de seguridad y otras normas regulatorias se actualizaran para reflejar las mejoras tecnológicas. Era importante considerar la cuestión de los HFC como un proceso de transición continua hacia alternativas de bajo PCA en lugar de una conversión única a una alternativa específica de bajo PCA.

128. El Sr. Fay recordó que el Protocolo de Montreal había contribuido a crear una de las transiciones tecnológicas más exitosas, importantes y rápidas de la historia. De hecho, la certidumbre en el mercado y los incentivos creados por el tratado habían hecho que posteriormente el sector industrial pidiera la aceleración de la eliminación gradual de los CFC. Al igual que los CFC lo fueran otrora, ahora los HFC de bajo PCA eran compuestos de transición que debían sustituirse. No obstante, no era necesario que los facultados para formular políticas decidieran cuáles alternativas se deberían usar en todas las posibles aplicaciones en el futuro. Ya existían muchas opciones y otras se crearían y mejorarían siempre que los encargados de formular políticas dieran señales correctas en el mercado. Como ya había ocurrido anteriormente en el contexto del Protocolo de Montreal, una directriz clara y de largo plazo impulsaría la innovación y la reducción de los costos.

129. En respuesta a varias preguntas relativas a las patentes, algunos panelistas señalaron que cientos de patentes para fluidos y mezclas para sustituir los HFC, así como equipos y procesos conexos, habían sido expedidas durante los dos decenios precedentes en todo el mundo, incluidos, entre otros países, China, los Estados Unidos, Europa, la India, y el Japón. No existía ningún registro único respecto de cuáles empresas en cuáles países eran titulares de patentes específicas, aunque al menos un proyecto se encontraba en marcha para enumerar el mayor número posible. Las patentes habían formado parte del mercado durante cientos de años y no habían constituido un obstáculo a las transiciones tecnológicas que habían tenido lugar en el pasado. No obstante, no era posible predecir los precios que los titulares de las patentes cobrarían en el transcurso del tiempo por tener acceso a determinados productos o licencias. En el pasado, la competencia en el mercado y los aumentos de volumen tendían a disminuir los precios. En el contexto del funcionamiento del Protocolo de Montreal, el Fondo Multilateral también había proporcionado recursos para ayudar a los países en desarrollo a satisfacer los costos adicionales convenidos resultantes de la implementación del acuerdo, que incluían el acceso a la tecnología necesaria. No obstante, todavía las Partes no habían adoptado ninguna decisión normativa respecto de una disminución gradual de los HFC, ni habían puesto a disposición ninguna financiación específica para contribuir a esa disminución gradual.

130. Un panelista dijo que si el Fondo Multilateral intentara adquirir patentes probablemente ello daría lugar a que el Fondo tuviese que pagar demasiado y una mejor opción sería crear señales en el mercado para disminuir los precios. Otro panelista recalcó que la ampliación del uso de refrigerantes naturales brindaba oportunidades de eludir algunas de las preocupaciones relativas a las patentes o la posible fijación de precios monopolísticos.

131. Un participante informó de que cuando las empresas de un país que opera al amparo del artículo 5 se habían acercado a empresas de países desarrollados en relación con determinadas tecnologías de bajo PCA, se les había negado acceso o les habían ofrecido esas tecnologías a un costo exorbitante, y preguntó si el Fondo Multilateral podría facilitar transferencia de tecnología a tasas aceptables o favorables según estaba contemplado en el Protocolo de Montreal. En respuesta, un panelista dijo que el Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica y el Fondo contaban con un historial positivo de 25 años evaluando tecnologías alternativas eficientes en función de los costos y prestando asistencia a países en desarrollo para acceder a esas tecnologías. En respuesta a una pregunta sobre lo que sucedería a los países en desarrollo si el mercado no respondiese eficazmente a los nuevos reglamentos relativos a los HFC o no llevara los productos necesarios a determinadas regiones o no redujese los precios a niveles apropiados para los países en desarrollo, dos panelistas dijeron que ese resultado era improbable y que la ausencia de una pauta normativa causaría que el proceso se prolongase mucho más. Ya existían muchas tecnologías que se estaban incorporando en muchos países y regiones, pero una fuerte pauta normativa impulsaría ulteriormente al mercado, especialmente a nivel mundial.

132. Un participante preguntó si, dado el gran número de opciones de transiciones a alternativas de bajo PCA en diferentes sectores, existían bases de datos u otros recursos que posibilitasen a los usuarios finales y otras entidades comparar el costo y otros atributos de las alternativas, por ejemplo, su eficiencia energética, así como aprender de las experiencias obtenidas por otras entidades. En respuesta, varios panelistas dijeron que varios elementos de esa información estaban disponibles a partir de diversas fuentes, entre las que figuraban empresas individuales, asociaciones industriales, actas de conferencias, informes del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica, así como las hojas de datos preparadas para el curso práctico, entre otras, y ofrecieron prestar asistencia a las Partes en la tarea de obtener la información que necesitaban.

133. Se pidió a un panelista que aclarara sobre observaciones relativas al precio, la inflamabilidad y la toxicidad de determinados sustitutos de HFC, y dijo que los fabricantes podrían proporcionar información adecuada sobre los precios pero él podría proporcionar una lista de los líquidos que no eran inflamables o tenían baja inflamabilidad, aunque parte de esa información también figuraba en las hojas de datos y los informes del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica. Las referencias a la toxicidad favorable de determinados compuestos significaban que estaban incluidos en la categoría A de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) y por ende eran comparables a la baja o ninguna toxicidad de las sustancias utilizadas actualmente. En respuesta a una pregunta sobre las contribuciones al cambio climático, un panelista dijo que, según su entender, en ese momento las emisiones de HFC eran responsables de alrededor del 1% del forzamiento radiativo total, pero que existía la posibilidad de que se registrara un aumento importante en el futuro.

134. Al preguntársele sobre los problemas concretos que la India afrontaba en la tarea de adoptar nuevas alternativas de bajo PCA, un panelista subrayó la inexistencia de una fuerza laboral suficiente y estable de técnicos de mantenimiento. Si bien únicamente alrededor de 250.000 técnicos de mantenimiento trabajaban en la esfera del aire acondicionado en la India, se necesitaban al menos 500.000 para dar servicio a la actual demanda del mercado. Además, únicamente alrededor de la mitad de los actuales técnicos estaban disponibles todo el año debido a los salarios bajos y otros factores, y que estaba previsto que la necesidad de personal calificado aumentase considerablemente. También era menester que los técnicos se capacitasen mucho mejor, especialmente si se incorporaba una diversidad de alternativas de bajo PCA, incluidos productos inflamables. Al preguntársele si empresas nacionales en la India y el Oriente Medio deberían adoptar productos que utilizaban gases F o pasar directamente a HFO u otras opciones de PCA muy bajo, un panelista dijo que ambas eran opciones viables y la opción estaba supeditada a circunstancias específicas del sector. En su opinión, la difusión tecnológica estaba teniendo lugar a nivel mundial con mayor celeridad actualmente que veinte años atrás y ello proporcionaba a los usuarios finales en los países en desarrollo muchas opciones, incluida la de pasar directamente a los HFO o a otras alternativas desarrolladas recientemente.

135. Respondiendo preguntas relativas al desarrollo, contenido y repercusión de los reglamentos de la Unión Europea relativos al gas F, un panelista dijo que las estimaciones de los costos incluidas en su presentación se basaban en estudios encargados por el sector industrial europeo. Los reglamentos se habían elaborado de conformidad con los procedimientos normales y los interesados directos del sector industrial habían participado en los debates normativos. El primer conjunto de reglamentos relativos al gas F había reducido las emisiones de HFC en comparación con situaciones hipotéticas en que no se produce ningún cambio, había creado incentivos de mercado y generado una mayor capacitación de los técnicos en la disminución de las fugas y otras emisiones. El nuevo segundo conjunto de regulaciones se había diseñado para activar reducciones aún mayores, mediante una disminución gradual de la producción y el uso de productos con alto PCA, y afectaría tanto a las importaciones como a las exportaciones. La analista reseñó elementos fundamentales de las nuevas regulaciones y dijo que los fabricantes europeos estaban satisfechos con esta clara señal del mercado.

136. Otro panelista señaló que cientos de empresas europeas fabricaban equipo o componentes de sistemas que empleaban refrigerantes naturales y que los reglamentos les servían de motor impulsor. Un gran número cada vez mayor de clientes en Europa y otras regiones estaban optando por emplear una perspectiva de largo plazo y pasaban directamente a refrigerantes naturales. Varios panelistas señalaron que en otras regiones los usuarios finales también contaban con múltiples opciones en la mayoría de los sectores. Uno de ellos dijo que el mercado mundial estaba mucho más adelantado en el desarrollo y la distribución comercial de alternativas a los HFC de alto PCA de lo que había estado cuando el Protocolo de Montreal controló por primera vez los CFC o dispuso la eliminación gradual de los HCFC.



## B. Eficiencia energética, seguridad y respuesta del sector industrial a las políticas sobre bajo PCA

137. La segunda parte de la quinta sesión del curso práctico trató sobre la eficiencia energética, la seguridad y la respuesta del sector industrial a las políticas en materia de bajo PCA, en relación a lo cual se debatieron tres temas principales: las soluciones para temperaturas ambiente elevadas, las normas de inflamabilidad y seguridad, y la reducción de las fugas. La sesión fue facilitada por el Sr. Peter Adler. Hicieron presentaciones los panelistas siguientes: Mr. Samir Hamed, de Petra Engineering Industries Company (Jordania); Sr. Hisham Mikhi, Millennium Energy Industries (Jordania); Sr. Paul Fu, Underwriters Laboratories (China); Sr. Asbjørn Vonsild, Danfoss Automatic Controls (Dinamarca); Sr. Marco Buoni, Air Conditioning and Refrigeration European Association (Italia); Sr. Manuel Azucena, Refrigeration and Air Conditioning Technicians for Development of the Philippines (Filipinas); Sr. Tetsuji Okada, de Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (Japón), y el Sr. Julio Esteban, de Smart Refrigerants (Panamá).

138. El Sr. Hamed presentó una ponencia sobre cuestiones generales relativas al diseño para condiciones de temperatura ambiente elevada. Dijo que a la hora de diseñar para temperaturas ambiente elevadas era menester prestar una cuidadosa atención a varias cuestiones, entre las que figuraban las normas de seguridad, la cantidad de carga de refrigerante, la eficiencia energética y el entorno reglamentario. Era preciso tener cuidado en cuanto a evitar temperaturas de condensación excesiva. El principal problema para las condiciones de temperatura ambiente elevada era el equilibrio entre la eficiencia energética y los límites máximos de la carga de refrigerante respecto de la seguridad. Era necesario contar con apoyo financiero de las entidades de las Naciones Unidas y otras organizaciones con miras a promover la adopción de refrigerantes de bajo PCA. Se disponía de opciones como el HC290 y el HFC-32, pero era preciso realizar más investigaciones sobre las repercusiones de esas opciones. La transición requeriría un cuidado especial respecto del diseño, la selección de los componentes y la capacitación de los técnicos de mantenimiento.

139. La presentación del Sr. Mikhi trató sobre los costos ocasionados por la sustitución de unidades de refrigeración convencionales con opciones no convencionales de bajo PCA, incluida la reconversión, en relación con proyectos en ubicaciones de temperatura ambiente elevada. Los enfriadores por absorción alimentados mediante energía solar ofrecían la posibilidad de introducir una alternativa de bajo PCA energéticamente eficiente a los dispositivos eléctricos que actualmente dominaban el mercado. El enfriador por absorción utilizaba una sustancia natural, el agua, como refrigerante, y bromuro de litio como absorbente. En ese momento, la principal barrera a la adopción de la alternativa era el costo de inversión, que era alrededor de cuatro veces mayor que para una unidad convencional. En ese momento estaba en marcha un proyecto piloto en Jordania, financiado por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear de Alemania, en asociación con el Ministerio de Medio Ambiente de Jordania y la entidad alemana Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. La finalidad del proyecto era estudiar factores que afectaban el costo y la producción del sistema de enfriamiento por absorción y establecerlo si éste pudiese ofrecer una opción sostenible de acondicionamiento de aire en condiciones de temperatura ambiente elevada en el Oriente Medio y el África septentrional.

140. En su presentación, el Sr. Fu ofreció una visión general de las normas aplicadas a varios refrigerantes por el Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos sobre la base de la comprobación independiente de normas realizada por Underwriters Laboratories. El grupo de tareas conjunto sobre refrigerantes inflamables de Underwriters Laboratories había establecido tres grupos de trabajo para elaborar requisitos para los refrigerantes inflamables aplicables a los equipos de aire acondicionado y refrigeración, y para abordar requisitos para la comprobación y evaluación de refrigerantes inflamables (incluidos los nuevos tipos 2L). El orador resumió la labor iniciada por los tres grupos de trabajo y las normas que estaban en proceso de elaboración. Por último, presentó las normas aplicables a los equipos que usan CO<sub>2</sub>.

141. La presentación del Sr. Vonsild trató sobre los problemas planteados por las preocupaciones relativas a la inflamabilidad y las normas de seguridad conexas, así como las opciones para limitar la carga de refrigerante. Presentó información sobre la clase de seguridad de diferentes refrigerantes, la función de las normas de seguridad y las opciones normativas, los límites de carga para la refrigeración y los enfriadores y las opciones para limitar la carga, así como las normas en materia de competencias. El orador sacaba las conclusiones siguientes: las normas de seguridad eran importantes para las opciones

de bajo PCA; la manera de integrar las normas de seguridad en la legislación constituía una importante decisión normativa; la carga necesaria, la ubicación y la clasificación de la ocupación limitaban las opciones del refrigerante para una aplicación dada; se contaba con varias opciones para reducir la carga de un sistema y cada opción ofrecía tanto ventajas como desventajas, y las competencias constituían otro aspecto importante de la seguridad y también estaban supeditadas a normas.

142. La presentación del Sr. Buoni abordó los planes de capacitación y certificación para asegurar la manipulación segura y ambientalmente inocua de refrigerantes alternativos de bajo PCA. Dijo que debido a que los HFC eran reemplazados por refrigerantes de bajo PCA, era necesario asegurar que los técnicos se capacitaran adecuadamente en la instalación y el mantenimiento del nuevo equipo y la manipulación de las nuevas sustancias. La capacitación, evaluación y certificación eran importantes elementos de ese proceso, cuyos motores impulsores eran la legislación, por cuanto nuevas regulaciones y reglamentos se estaban incorporando en las esferas del medio ambiente y la seguridad, y los consumidores, por cuanto los clientes demandaban normas de seguridad adecuadas para los nuevos equipos. La Asociación Europea de Aire Acondicionado y Refrigerantes había recomendado requisitos mínimos de competencia para los técnicos de mantenimiento en relación con determinados refrigerantes, y había elaborado un programa de “aprendizaje mixto” para refrigerantes alternativos, que ofrecía aprendizaje electrónico así como prácticas en el aula. La Asociación estaba trabajando con la Unión Europea, el Programa Acción Ozono del PNUMA y otras entidades en la esfera de la capacitación.

143. La presentación del Sr. Azucena trató sobre la contribución de las asociaciones de servicios de mantenimiento en los países del artículo 5 a la reducción de las emisiones de alto PCA y las preocupaciones relativas a la seguridad del bajo PCA. Subrayó que el elemento humano desempeñaba una función fundamental en el uso seguro de los refrigerantes; por ejemplo, una de las principales causas del agotamiento de la capa de ozono era la liberación de refrigerantes ocasionada por los técnicos. El objetivo de su organización, Técnicos de Refrigeración y Aire Acondicionado para el Desarrollo de Filipinas, era mejorar las normas de operación en el sector industrial, en consonancia con el código de prácticas para la refrigeración y el aire acondicionado. Reseñó las competencias fundamentales que se habían desarrollado en las esferas de la recuperación y el reciclaje de refrigerantes, la reconversión, la conversión de equipo basado en CFC y en HCFC, y la manipulación segura de refrigerantes inflamables. Para concluir, resumió las actividades de la Autoridad de Educación Técnica y Desarrollo de Competencias de Filipinas en la tarea de elaborar cursos pertinentes para capacitar al cuerpo de técnicos necesario.

144. La presentación del Sr. Okada versó sobre la gestión de los HFC mediante la disminución y la recuperación de las fugas. Resumió las existencias y las emisiones de refrigerantes en el Japón, y reseñó el entorno legislativo nacional para afrontar esas cuestiones, entre las que figuraban la Ley sobre el uso racional y la gestión apropiada de los fluorocarbonos. Esa ley trataba sobre cuestiones presentes a lo largo de toda la vida de los fluorocarbonos, entre las que figuraban la fabricación de los HFC y de equipos que los contienen, la utilización y el mantenimiento de equipos, y la recuperación o destrucción. Dijo que la armonización era importante en el enfoque del ciclo de vida en relación con el uso y la gestión de los HFC.

145. El Sr. Esteban hizo una presentación sobre la importancia de la reducción de fugas y la recuperación del refrigerante. La estanqueidad en cumplimiento de los reglamentos era de suma importancia, y se debían adoptar medidas para asegurar que las fugas deliberadas o inadvertidas se evitaran durante el servicio o el mantenimiento. Las fugas se debían evitar debido a su impacto en el medio ambiente y su efecto negativo en los costos de funcionamiento y mantenimiento, así como los peligros para la salud y la seguridad que podrían generar. Resumió los diferentes métodos disponibles para detectar las fugas. Cuando una fuga se detectaba, era necesario eliminar el refrigerante para realizar una reparación y, de nuevo, se contaba con varias opciones técnicas para llevar a cabo esa tarea. El reciclado y la regeneración eran fundamentales para obtener beneficios ambientales y en materia de costos.

146. Los panelistas expusieron reflexiones finales sobre los temas objeto de debate. En relación con las soluciones para temperaturas ambiente elevadas, un panelista dijo que los fabricantes podrían desarrollar productos pero no ser los únicos líderes –era preciso que otras entidades completaran el ciclo a fin de producir un entorno de mercado positivo mediante la legislación de apoyo, la creación de demanda, la capacitación y la certificación. Otro panelista dijo que la demanda de acondicionamiento de aire seguiría aumentando debido a cambios en el estilo de vida, y era urgentemente necesario hallar alternativas energéticamente eficientes. Otro panelista dijo que las normas de seguridad estaban bien formuladas en la mayor parte del mundo, aunque señaló la preocupación acerca de los límites de la carga para determinadas aplicaciones. Era importante evaluar los riesgos si esos límites se hubieran de relajar. Otros panelistas destacaron la importancia de la capacitación y la certificación de los técnicos y los ingenieros de

mantenimiento, así como la mayor concienciación de los consumidores, en un entorno de rápido cambio tecnológico. Por último, un panelista hizo hincapié en la importancia de la recuperación y el reciclaje a medida que las tecnologías se actualizaran y los sistemas se renovaran o reemplazaran.

## **VI. Sexta sesión**

### **Principales conclusiones relativas a la formulación de políticas sobre la gestión técnica de los HFC**

147. Durante la sexta sesión del curso práctico, sobre las principales conclusiones relativas a la formulación de políticas sobre la gestión técnica de los HFC, los relatores de las primeras cinco sesiones presentaron resúmenes de sus sesiones, cuyas versiones escritas se presentan en el documento UNEP/OzL.Pro/Workshop.8/2/Add.1. Además, la Sra. Karin Shepardson y el Sr. Stephan Sicars, relatores del curso práctico, presentaron un resumen oral del curso práctico. Una versión escrita de su resumen (UNEP/OzL.Pro/WG.1/35/5), que fue presentada al Grupo de Trabajo de composición abierta en su 35ª reunión, figura en el sitio web de la Secretaría del Ozono (<http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-35/default.aspx>).

## **VII. Clausura del curso práctico**

148. Tras el habitual intercambio de cortesías, el curso práctico se declaró clausurado a las 18.20 horas del martes 21 de abril de 2015.

---