

SUSTAINABLE DEVELOPMENT LAW & POLICY PUBLICATION



EXPLORING HOW TODAY'S DEVELOPMENT AFFECTS FUTURE GENERATIONS AROUND THE GLOBE

PUBLICATION FORTHCOMING: MARCH 2007 (19FEB07)

PUBLICACIÓN DE DERECHO & POLÍTICAS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

EXPLORANDO CÓMO EL DESARROLLO DE HOY EN DÍA AFECTA A GENERACIONES FUTURAS EN TODO EL MUNDO

PRÓXIMA PUBLICACIÓN: MARZO DE 2007 (19FEB07)

Fortalecimiento del Protocolo de Montreal: Una salvo contra cambios abruptos en el clima

Donald Kaniaru, Rajendra Shende, Scott Stone, Durwood Zaelke¹

INTRODUCCIÓN

El Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Merman la Capa de Ozono ha sido eficiente y efectivo para la reducción de daños a la capa de ozono. También ha contribuido de manera considerable a la mitigación climática. Este documento recomienda ajustes adicionales al tratado para ayudar a concluir el trabajo de proteger la capa de ozono y proporcionar una fianza adicional, si bien temporal, contra la amenaza de cambios de clima abruptos.¹

¹ Donald Kaniaru es abogado con Kaniaru & Kaniaru Advocates, ubicada en Nairobi. El señor Kaniaru es el antiguo Director de la División de Implementación de Políticas del Medioambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (UNEP). Rajendra Shende es Jefe del Departamento OzonAction en la División de Industria, Tecnología y Economía del UNEP - París. El señor Shende es experto en la implementación de acuerdos multilaterales del medioambiente y en la transferencia de tecnologías sensatas para el medioambiente hacia países en vías de desarrollo, y asesor de políticas de más de 150 gobiernos en la implementación del Protocolo de Montreal. Scott Stone es Analista de Políticas para el Instituto de Gobernanca & Desarrollo Sostenible (IGSD) y Participante (*Fellow*) de Investigación del Progrma de Gobernanca para el Desarrollo Sostenible de la Universidad de California, Santa Bárbara (UCSB). Durwood Zaelke es Presidente de IGSD y Co Director del Programa de Gobernanca para el Desarrollo Sostenible y Director de la Red Internacional para Acatamiento y Hacer Acatar el Medioambiente (International Network for Environmental Compliance & Enforcement). El señor Stone actúa como Consultor de, y el señor Zaelke es un Socio Gerente de, la oficina de Washington, D.C., de Zelle, Hofmann, Voelbel, Mason & Gette; ambos se enfocan actualmente en la eliminación de barreras a usos benéficos de tecnología superior en cuanto al medioambiente, como ser el actual uso de HCFC-123 en enfriadores (*chillers*) y el uso de hidrocarburos y otros refrigerantes inflamables como reemplazos de HFC. Las opiniones expresadas en este artículo son aquellas de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de sus organizaciones o instituciones a las cuales están afiliados. Se reconoce con gratitud la colaboración de Sung Ho (Danny) Choi, candidato JD, mayo de 2007, en American University, Washington College of Law. Se agradece en particular también a K. Madhava Sarma, antiguo Director Ejecutivo del Secretariado del Ozono para el Protocolo de Montreal, por su aliento y contribuciones considerables a este artículo, además de a otros miembros del Grupo de Estocolmo.

El Protocolo de Montreal es extensamente considerado uno de los acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente de más éxito, habiendo logrado la eliminación gradual de 95% de las sustancias que merman la capa de ozono (*ozone-depleting substances*, ODS) en países desarrollados y entre 50% y 75% de las ODS en países en vías de desarrollo, posicionando a la capa de ozono camino a su recuperación en años venideros de este siglo.² El éxito del Protocolo de Montreal se basa en su diseño estricto, flexible y dinámico, el cual ha fomentado innovaciones tecnológicas continuas; su evolución a través de enmiendas, ajustes y decisiones que reflejan los desarrollos científicos y tecnológicos más avanzados; el compromiso por parte de países desarrollados de proporcionar asistencia financiera a países en vías de desarrollo para asegurar el éxito de su implementación; y su enfoque en el cumplimiento desde el inicio.³

Debido a que muchas ODS son también gases de invernadero potentes (*greenhouse gases*, GHG) que contribuyen hacia el cambio climático⁴, su eliminación gradual bajo el Protocolo de Montreal ha proporcionado un beneficio adicional a menudo no tomado en cuenta para la mitigación climática: para finales de la década, el Protocolo de Montreal habrá logrado más para mitigar el cambio climático que la meta inicial de reducción del Protocolo de Kyoto, reduciendo emisiones en términos de dióxido de carbono (CO₂), equivalente a muchas veces aquella del tratado climático.⁵ En efecto, el Protocolo de Montreal ha retrasado impactos climáticos – incluyendo impactos abruptos e irreversibles– en aproximadamente diez años,⁶ y con las medidas adicionales tratadas más adelante, podrá aportar aún más al retraso.

A pesar del éxito del Protocolo de Montreal, y quizás en parte a consecuencia de él, existe una mala interpretación pública que el problema de la capa de ozono ha sido “resuelto”. Algunos en la comunidad internacional, refiriéndose al Protocolo de Montreal, han llegado hasta el punto de preguntar si el Protocolo de Montreal debería ser disuelto o fusionarse en el aún no probado régimen de tratado climático.

Pero el trabajo del Protocolo de Montreal en cuanto a la capa de ozono está lejos de haber concluido. En el año 2006 se experimentó el hueco casi más grande en la capa de ozono registrado sobre la Antártica, y nuevos datos indican que la recuperación de la capa de ozono sobre la Antártica se retrasará en quince años, regresando a niveles de antes de 1980 recién en 2065.⁷ La recuperación de la capa de ozono en latitudes medias también está demorada; no regresará a niveles de antes de 1980 hasta 2049.⁸ Los nuevos datos no toman en cuenta el comercio ilegal ni el desafío al acatamiento,⁹ particularmente en países en vías de desarrollo donde la prohibición de 2010 de clorofluorocarbonos (CFC) se está acercando rápidamente.¹⁰ Sin acatamiento completo, la recuperación se retrasará aún más.

El impacto continuado de ODS sobre la capa de ozono, y la contribución considerable que ODS y algunos de sus sustitutos están haciendo al cambio climático, demuestran que el compromiso de las Partes de proteger la capa de ozono no ha sido cumplido aún, y que quedan desafíos considerables.¹¹ Estos desafíos al éxito del futuro del Protocolo de Montreal –el tratado más eficiente y efectivo que se tiene hasta la fecha para la reducción de emisiones GHG y la mitigación del cambio climático– llegan en un momento en el cual los impactos del cambio climático se están haciendo cada vez más evidentes.¹²

El científico James Hansen de National Aeronautics and Space Administration (NASA) advierte que podríamos tener tan poco como diez años para que retroalimentación (*feedbacks*) positivos en el sistema climático aceleren el calentamiento global y empujen al sistema climático más allá del umbral de cambio no lineal que crearía “un planeta distinto”, con un Ártico libre de hielo y el aniquilamiento de costas debido a niveles de mar más altos.¹³ Cambios no lineales abruptos en el

clima, también conocidos como Sucesos de Cambio Climático Rápidos (Rapid Climate Change Events, RCCE), incluyen el descongelamiento de la capa de hielo de Groenlandia. Se estima que un descongelamiento completo de la capa de hielo de Groenlandia haría que los niveles de mar aumenten en 6,5 metros.¹⁴

Pero no hace falta que los niveles del mar aumenten en 6,5 metros para que haya una catástrofe global: un incremento de 1,5 metros amenazaría a 36.000 millas cuadradas de tierra a lo largo de las costas del Atlántico y del Golfo de México con inundaciones,¹⁵ además de causar la devastación de estados costeros e isleños de bajo nivel que están vulnerables. Las consecuencias de esto o de otros cambios climáticos abruptos podrían desestabilizar las instituciones mundiales sociales y de gobernanza, lo cual minimamente socavaría esfuerzos de reducir emisiones de GHG, y que en el peor de los casos podría provocar conflictos militares globales.¹⁶ Bajo cualquier escenario, millones de personas sufrirían en el anonimato.

Las reducciones de GHG que se pueden lograr bajo el Protocolo de Montreal ofrecen una fianza esencial de bajo costo contra cambios abruptos en el clima, “comprando” de manera efectiva más tiempo para que el mundo ponga en marcha el régimen post Kyoto y logre que el mercado global de carbono opere de manera eficiente.

Las Partes tienen la oportunidad de tomar acción inmediata en el Vigésimo Aniversario del Protocolo de Montreal en septiembre de 2007 para fortalecer la capacidad del régimen de ozono de proteger la capa de ozono, así como maximizar su capacidad de mitigar impactos –en una cantidad que sea considerable en comparación con las reducciones del Protocolo de Kyoto–, ajustando el Protocolo de Montreal para que tome en cuenta los impactos climáticos de ODS y de sus sustitutos, con debida consideración de la situación particular de países en vías de desarrollo y sin perder de vista los demás desafíos que actualmente enfrentan al tratado de ozono. Esto se lograría de manera más efectiva mediante: 1) enfocar explícitamente los beneficios climáticos además de los beneficios de ozono, empleando Análisis de Ciclo de Vida (*Life-Cycle Analysis*, LCA) y Desempeño Climático de Ciclo de Vida (*Life-Cycle Climate Performance*, LCCP) para evaluar los impactos acumulativos del medioambiente y otras estrategias bajo el Protocolo de Montreal; 2) minimizar los impactos favoreciendo los sustitutos ODS menos dañinos, y promoviendo más innovaciones tecnológicas, incluyendo el rediseño de equipos, procesos, sustitutos y productos, además de alternativas “no-en-especie” (*not-in-kind*); y 3) proporcionando incentivos para la destrucción de CFC que se encuentran actualmente en productos y equipos, o regulando de otra forma la recuperación y destrucción de fin de vida útil.

Estos ajustes al Protocolo de Montreal son consistentes con su proceso evolutivo, pues el tratado ha sido ajustado repetidas veces a lo largo de su historia de casi veinte años para reflejar los adelantos del momento en el conocimiento científico y capacidades tecnológicas. Estos ajustes también son consistentes con principios y conceptos más generales del derecho internacional del medioambiente, que crean la obligación de evaluación y minimización de impactos al medioambiente.

NUEVOS DESAFÍOS DE LA CAPA DE OZONO & DEL CLIMA

El retraso en el regreso de la capa de ozono a niveles de antes de 1980 en latitudes medias puede ser mitigado mediante dos acciones. Una es disminuir emisiones más altas de lo esperado de hidroclorofluorocarbonos (HCFC) hasta 2015. La otra es limitar los efectos adversos de emisiones de CFC que se encuentran actualmente en productos y equipos (conocidos como “bancos”, [*banks*]) que serán expulsados a la atmósfera una vez que estos productos y equipos

alcancen el fin de sus vidas útiles. Estas acciones también retrasarán los impactos del cambio climático. Deberán ser emprendidas como parte de un esfuerzo más amplio para asegurar que el Protocolo de Montreal considere de manera sistemática y tome en cuenta los impactos climáticos de ODS y de sus sustitutos, y minimice el impacto de sus estrategias en el clima.

Para proteger la capa de ozono, el Protocolo de Montreal obliga la eliminación gradual enfocada de CFC y de otros ODS que son utilizados en refrigeradores, unidades de aire acondicionado y una variedad de espumas, solventes y otras aplicaciones como ser dispersores de aerosol, fumigantes y agentes contra incendios. Para facilitar esta eliminación gradual, el Protocolo de Montreal, mediante su Fondo Multilateral, proporciona asistencia financiera a países en vías de desarrollo para que reemplacen CFC y otros ODS con químicos que son menos dañinos para la capa de ozono, como ser HCFC.¹⁷ Los HCFC tienen potenciales de merma de ozono (*ozone-depletion potentials*, ODP) más bajos y generalmente tienen potenciales de calentamiento global (*global warming potentials*, GWP) más bajos que los CFC. Se los concibió como sustitutos de corto plazo, habiendo programado su eliminación gradual hasta 2030 en países desarrollados (con 0,5 permitido para mantenimiento después de 2020) y 2040 en países en vías de desarrollo (con el consumo congelado a niveles de 2016 y 2015).

A pesar de que los HCFC fueron esenciales para reemplazar a CFC más dañinos, su uso continuado crea problemas para la capa de ozono y para el clima. Este es un problema tanto de sub regulación, bajo la cual la producción de clorodifluorometano (HCFC-22) se está expandiendo de forma rápida a pesar de la disponibilidad de sustitutos y alternativas superiores, y con la existencia de bancos que aún carecen de regulación alguna, como de sobre regulación, bajo la cual el uso de diclorotrifluoroetano (HCFC-123) está siendo prohibido a pesar de su impacto insignificante en la capa de ozono, su eficiencia energética más alta y emisiones de GHG más bajas logradas por su uso en unidades de aire acondicionado de edificios grandes, conocidas como enfriadores (*chillers*).

SUB REGULACIÓN DE UN SUSTITUTO INFERIOR: HCFC-22 Y SU SUBPRODUCTO HFC-23

Además de retrasar la recuperación de la capa de ozono en altitudes medias,¹⁸ la producción de HCFC-22 da lugar a emisiones de trifluorometano (HFC-23), un subproducto no deseado que es un “gas súper invernadero” 11.700¹⁹ veces más potente en el calentamiento del planeta que CO₂.²⁰ Las emisiones climáticas combinadas de HCFC-22, con un GWP de 1.780 y su subproducto HFC-23, con un GWP de 11.700, están programadas a alcanzar 1 GtCO₂-eq. hasta 2015, aproximadamente igual a las reducciones de emisiones actualmente requeridas bajo el Protocolo de Kyoto.²¹

Se espera que la producción y el consumo de HCFC se expandan a niveles considerablemente más altos que las 163.000 toneladas hasta 2015 pronosticadas originalmente por el Panel de Evaluación de Tecnología & Económica (Technology & Economic Assessment Panel, TEAP) del Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente, UNEP en 1998. Un país sólo tiene una capacidad de producción anual instalada de más de 300.000 toneladas, y a lo largo de la próxima década, la producción de CFC podría aumentar a más de 700.000 toneladas (excluyendo uso de insumo (*feedstock*) que actualmente no está controlado bajo el Protocolo de Montreal). Aproximadamente 75% de toda la producción de CFC será de HCFC-22, un químico de transición utilizado en unidades de aire acondicionado pequeñas y en refrigeradores. El aumento proyectado de producción de HCFC está siendo fomentado por la transferencia de tecnología de países desarrollados a países en vías de desarrollo, además de por crecimiento económico acelerado en países en vías de desarrollo. El Mecanismo de Desarrollo Limpio (Clean

Development Mechanism, CDM) del Protocolo de Kyoto, tal como se aplica a HFC-23, tiene también parte de la culpa.

Bajo el CDM de Kyoto, la captura y destrucción de emisiones de HFC-23 en instalaciones que producen HCFC-22 pueden generar Reducciones de Emisiones Certificadas (Certified Emissions Reductions, CER). Dado el costo relativamente bajo de la destrucción de HFC-23 comparado con el valor de CER en el mercado global de carbono,²² el CDM está creando, sin desearlo, un “incentivo invertido” que ha generado ganancias enormes para los productores de HCFC-22, actuando efectivamente como un subsidio que está fomentando una producción mayor de HCFC-22.²³ Proyectos para la destrucción de HFC-23 han dominado el mercado del CDM, representando el 52% de todos los volúmenes de transacción de carbono basados en proyectos en 2006 y el 64% en 2005.²⁴ La abundancia de CER de proyectos de destrucción de HFC-23 parece estar haciendo bajar el precio del carbono, lo cual a su vez daña la competitividad de otros proyectos del CDM.²⁵

Este problema no va a desaparecer pronto. Bajo el Protocolo de Montreal, la producción de HCFC-22 puede expandirse en países en vías de desarrollo hasta 2016, cuando se establece la línea base en niveles de 2015, y luego permanecer en producción durante 34 años más, con las ganancias de proyectos de destrucción de HFC-23 desalentando la transición hacia sustitutos ODS superiores que son seguros para la capa de ozono y para el clima. Sin el subsidio de proyectos de destrucción de HFC-23, es probable que las proyecciones de producción de HCFC-22 fuesen más bajas. La tendencia inicial de producción y consumo de HCFC sería más alta bajo tal escenario, pero luego sería similar a la de países en vías de desarrollo, muchos de los cuales ya han acelerado la eliminación gradual de HCFC y han iniciado la transición hacia sustitutos superiores.²⁶ La Unión Europea ha prohibido los HCFC por completo²⁷ y se espera que otros países como ser Japón y Estados Unidos adopten fechas de eliminación gradual para HCFC antes de la fecha límite de 2030 impuesta por el Protocolo de Montreal para países desarrollados.

Antiguas transiciones, como ser de CFC hacia HCFC e hidrofluorocarbonos (HFC), ayudaron a fomentar la innovación tecnológica de sustitutos, procesos de manufactura y equipos, que en muchos casos dio lugar a beneficios de eficiencia energética, menos fugas, u otras mejoras tecnológicas. Es probable que la transición de CFC hacia sustitutos dé lugar a innovaciones y progresos de medioambiente similares. Pero si países en vías de desarrollo continúan con su sobre dependencia de HCFC-22, tardarán en obtener los beneficios de estos cambios positivos.

SOBRE REGULACIÓN DE HCFC-123

El Protocolo de Montreal no toma en cuenta de manera sistemática los impactos climáticos de los niveles de eficiencia energética logrados por equipos que emplean ODS. Los equipos que logran una alta tasa de eficiencia energética son mejores para el clima, porque su menor uso de energía da lugar a menos emisiones de GHG de la generación de energía (presumiendo que la energía no proviene de fuentes renovables o de fuentes que no dan lugar a emisiones de GHG, pero que suscitan otros problemas de medioambiente, como por ejemplo los reactores nucleares).

Unidades de aire acondicionado de grandes edificios, enfriadores, demuestran el caso.²⁸ El nivel de su eficiencia energética depende en parte del tipo de refrigerante que se emplea; el HCFC-123 permite más eficiencia que otros. El HCFC-123 tiene un ODP bajo de 0,02, un GWP bajo de 76, una vida atmosférica corta de 1,3 años,²⁹ y ofrece considerables beneficios de clima debido a su gran ventaja de eficiencia energética en relación a la alternativa primaria, tetrafluoroetano (HFC-134a).³⁰ Además, opera a presión baja en enfriadores diseñados para minimizar fugas; por lo

tanto, se considera que su efecto sobre la merma de la capa de ozono es insignificante.³¹ Actualmente, HCFC-123 ofrece desempeño superior para enfriadores de presión baja (a pesar de que se podrían desarrollar alternativas más eficientes en cuanto a energía en el futuro).³²

El Comité de Opciones Técnicas de Refrigeración, Aire Acondicionado y Bombas de Calefacción del UNEP concluyó en su Evaluación 2002 que, “Sobre la base de evaluaciones integradas, tomando en cuenta las compensaciones entre impactos insignificantes sobre el ozono estratosférico y beneficios importantes en encarar al calentamiento global, estos estudios recomendaron la consideración de una exención de eliminación gradual para HCFC-123”.³³

Debido a que se trata de un HCFC, su eliminación gradual está programada junto con los demás HCFC. Los enfriadores son muy caros (entre \$US 200.000 y \$US 600.000) y tienen ciclos de vida de 30 años. Como consecuencia, la eliminación gradual de HCFC-123 podría obligar a los propietarios de edificios que buscan un enfriador dentro de los próximos años a considerar alternativas que son menos eficientes en cuanto a energía, más costosos de operar, y más dañinos para el clima.³⁴

FRACASO EN LA REGULACIÓN DE BANCOS DE ODS

El Protocolo de Montreal no aplica controles a las emisiones de bancos, y proporciona incentivos mínimos para su recuperación y destrucción.³⁵ Los bancos se definen como los químicos contenidos en equipos y productos o almacenados en tanques. Grandes cantidades de CFC y de otros sustitutos ODS como ser HCFC y HFC (no es un ODS, sino un GHG) existen actualmente en refrigeradores, unidades de aire acondicionado, espumas de aislamiento y reservas de químicos, en los cuales pueden haber fugas. Cuando los equipos llegan al final de su vida útil, los químicos que se encuentran dentro son por lo general expulsados al medioambiente.

Con pocos incentivos para la recuperación y destrucción de bancos de ODS, la mayor parte de los CFC en bancos serán expulsados al medioambiente a lo largo de la próxima década, con impactos perjudiciales tanto para la capa de ozono, como para el clima.³⁶ Además de contribuir hacia el retraso pronosticado para la recuperación de la capa de ozono, las emisiones de bancos de CFC podrían equivaler a aproximadamente 7.4 GtCO₂-eq. en 2015³⁷, más de siete veces mayor a la cantidad de reducciones de emisiones a las cuales había apuntado inicialmente el Protocolo de Kyoto.³⁸

DESAFÍOS DE ACATAMIENTO

La eliminación gradual completa de CFC en 2010 en países en vías de desarrollo podría representar el desafío de acatamiento más dificultoso hasta el momento para el Protocolo de Montreal.³⁹ Se espera que el comercio ilegal de CFC y de otros ODS aumente una vez que entre en vigor la prohibición completa de CFC, la cual exacerbará el mercado negro que opera tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo.⁴⁰ Se estima que el comercio ilegal representa actualmente entre 10% y 20% de todo el comercio de ODS, lo cual comprende entre 7.000 y 14.000 toneladas por año únicamente en CFC, con un valor de entre \$US 25 millones y \$US 60 millones.⁴¹ El Protocolo de Montreal implementó un sistema de licencias para el transporte entre países de ODS para combatir el comercio ilegal, pero sigue siendo un tema crítico.⁴²

Otros desafíos de acatamiento surgen de la falta de medidas de control para el uso de ODS como ser HCFC-22 y metilobromuro, en aplicaciones de insumos (*feedstock*), agentes de

procesamiento, y cuarentena y pre embarque (*quarantine and preshipment*, QPS), lo cual hace que ODS fabricados para estos fines sean utilizados ilegalmente en otras aplicaciones que han sido eliminadas. Las aplicaciones de insumos (*feedstock*) y de agentes de procesamiento no están sujetas a medidas de control, porque en teoría, las ODS utilizadas en estas aplicaciones son o bien convertidas a químicos que no dañan la capa de ozono o son destruidas en el proceso de conversión.⁴³ Pero esto no toma en cuenta los subproductos como ser HFC-23 o carbonotetracloruro, CTC, ni la posibilidad de que algunos de ellos sean desviados al comercio ilegal.

ANÁLISIS LEGAL Y DE POLÍTICAS

EVALUANDO LOS IMPACTOS CLIMÁTICOS DE SUSTITUTOS DE ODS

El Protocolo de Montreal y sus Partes han reconocido anteriormente la necesidad de considerar los impactos al medioambiente de sus estrategias, incluyendo los impactos climáticos de sustitutos de ODS, que a menudo son los impactos más considerables. El Artículo 2F(7) del Protocolo de Montreal establece las medidas de control para HCFC e indica que además de minimizar la merma de la capa de ozono, la decisión sobre el uso de HCFC debería satisfacer otros estándares medioambientales, es decir: “Las sustancias controladas en el Grupo I del Anexo [HCFCs] son seleccionadas para uso de manera que minimiza la merma de la capa de ozono, además de satisfacer otras consideraciones medioambientales, de seguridad y económicas”.

Este enfoque fue apoyado por la Decisión V/8 (Quinta Reunión de las Partes, Bangkok, 1993) que solicitó a las Partes considerar sustitutos de ODS en vista del Artículo 2F y sus “aspectos medioambientales”. Esto fue ampliado por la Decisión VI/13 (Sexta Reunión de las Partes, Nairobi, 1994), declarando que el TEAP “debería considerar cómo se comparan las alternativas disponibles con hidroclorofluorocarbonos en cuanto a factores como ser eficiencia energética, impacto total de calentamiento global, inflamabilidad potencial y toxicidad...”.

Posteriormente, un grupo de 41 Partes emitió una Declaración en la Décima Reunión de las Partes (Cairo, 1998) reiterando su apoyo a la consideración de impactos climáticos, observando que, “Indicios científicos de calentamiento global podrían retrasar la recuperación de la capa de ozono” y que, “Hay sustancias y tecnologías alternativas que son sensatas en cuanto al medioambiente disponibles comercialmente para prácticamente todas las aplicaciones de HCFC”. La Declaración insinuó a “todas las Partes del Protocolo de Montreal considerar todas las tecnologías de sustitución de ODS, tomando en cuenta su potencial de calentamiento global, de tal forma que se debería disuadir el uso de alternativas con una alta contribución hacia el calentamiento global en casos en los cuales haya alternativas disponibles o tecnologías más favorables para el medioambiente, seguras y técnica y económicamente factibles”.⁴⁴

La consideración de impactos medioambientales forma parte de una obligación general bajo los principios y conceptos del derecho medioambiental internacional. Específicamente, el proceso de la Evaluación de Impacto Medioambiental (Environmental Impact Assessment, EIA) coloca una responsabilidad general sobre los Estados para que consideren los impactos medioambientales acumulativos de las acciones propuestas para los casos en los cuales existen posibles impactos trans fronteras o globales.⁴⁵ El proceso de la EIA está relacionado con el concepto de Prevención y Control Integrados de Contaminación (Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC), el cual fue desarrollado para responder al hecho que los reglamentos medioambientales que enfocan un sólo problema pueden simplemente transferir la contaminación de un medio a otro en

lugar de eliminarla. En resumen, requiere de una evaluación holística de los impactos medioambientales al momento de desarrollar reglamentos, particularmente para el uso de químicos, y ha sido incorporado a varios MEA y a otros instrumentos internacionales, incluyendo la Directiva IPPC de 1996 de la Comisión Europea.

El IPPC requiere de un Análisis de Ciclo de Vida (LCA) de impactos medioambientales que mida los impactos “desde la cuna hasta la tumba” de productos, químicos o tecnología. Este tipo de Análisis de Ciclo de Vida fue codificado por la Serie 14040 de la Organización Internacional de Estándares (International Standards Organization, ISO). También fue descrito en el Informe Especial IPCC - TEAP como relacionado a un “inventario de insumos y productos relevantes del sistema mismo y de sistemas que tienen que ver con estos insumos y productos (Análisis de Inventario de Ciclo de Vida). Luego se evalúan los impactos medioambientales potenciales de estos insumos y productos...”⁴⁶

El concepto de Desempeño Climático de Ciclo de Vida (LCCP) es considerado un sub método del Análisis de Ciclo de Vida.⁴⁷ El LCCP fue propuesto por el TEAP para calcular impactos climáticos “desde la cuna hasta la tumba” del uso de ODS en equipos, midiendo el GWP “directo” de ODS, además del GWP “indirecto” de emisiones GHG de generación de energía empleada en la operación de equipos, colocando un premio a la eficiencia energética. El TEAP explicó el LCCP:

El concepto de Desempeño Climático de Ciclo de Vida (LCCP) tienen como finalidad proporcionar una forma racional de evaluar únicamente aquellos aspectos medioambientales que afectan al clima (es decir, sólo un sub segmento del Punto (a)) [de la Decisión V/8 que insinúa a todas las Partes “...considerar la selección de alternativas... a: aspectos medioambientales...”]. El impacto total sobre el clima de cualquier tecnología surge de una combinación de las emisiones “directas” de gases invernadero del sistema a lo largo de vida útil, y de las emisiones “indirectas” de gases invernadero asociadas con la energía empleada o ahorrada por el sistema... Cuando el uso de una tecnología específica crea un ahorro adicional de energía, la reducción de emisiones de CO₂ del uso de la energía puede sobrepasar en gran medida las emisiones directas a lo largo de la vida útil pronosticada del producto.⁴⁸

El LCCP proporciona una evaluación más completa que un concepto anterior conocido como Impacto de Calentamiento Equivalente Total (Total Equivalent Warming Impact, TEWI)⁴⁹ porque incluye emisiones fugitivas provenientes de la manufactura de ODS y emisiones de la operación, mantenimiento y deshecho de ODS al final de la vida útil de los equipos.⁵⁰

MINIMIZAR LOS IMPACTOS CLIMÁTICOS DE SUSTITUTOS DE ODS

Sobre la base de una evaluación medioambiental holística como ésta, el Protocolo de Montreal debe luego minimizar los impactos climáticos de sustitutos y alternativas de ODS, un enfoque que está acorde con el objetivo final del Protocolo de Montreal de eliminar el uso de ODS mediante políticas que se basan en “desarrollo de conocimiento científico, tomando en cuenta consideraciones técnicas y económicas...”⁵¹

El desarrollo del conocimiento científico incluye el vínculo entre la merma de la capa de ozono y el cambio climático. El vínculo se basa en interacciones atmosféricas complejas entre la capa de ozono y el clima, y en el hecho que muchos ODS son a la vez GHS, tal como los describe el TEAP⁵² y el Informe Especial conjunto IPCC - TEAP.⁵³ Esto es reconocido por el Protocolo de Montreal, que declara que las Partes están “[c]onscientes de los efectos climáticos potenciales de emisiones de estas sustancias (ODS)”.

IPCC - TEAP declaró que “[L]as opciones elegidas para proteger la capa de ozono podrían influir en cambio climático. El cambio climático puede también influir de manera indirecta en la capa de ozono”.⁵⁴ El Panel de Evaluación Científica dio un paso más, observando que el cambio climático probablemente afectaría o incluso perjudicaría la recuperación de la capa de ozono.⁵⁵

El reemplazo de ODS por sustitutos ODS y otras alternativas, incluyendo alternativas “no-en-especie”, producirá beneficios climáticos en la medida en que los cambios den lugar a mayor eficiencia energética o reduzcan emisiones climáticas de otra forma. Se requiere de una serie de estrategias más explícitas y enfocadas dentro del Protocolo de Montreal para minimizar los impactos climáticos.

Esta visión es apoyada por la Agenda 21, que insinúa a las Partes “[r]eemplazar CFC y otras sustancias que merman la capa de ozono, acorde con el Protocolo de Montreal, reconociendo que lo adecuado de un sustituto debería ser evaluado de manera holística y no simplemente por su contribución hacia la resolución de *un* problema atmosférico o de medioambiente”.⁵⁶ Esto es apoyado aún más por la exclusión de gases regulados por el Protocolo de Montreal del Convenio Marco de las NNUU sobre Cambio Climático y por el Protocolo de Kyoto. La exclusión fue hecha teniendo en cuenta que muchos de estos gases tienen GWP extremadamente altos y que sus emisiones pueden contribuir de manera considerable al cambio climático, colocando de tal manera responsabilidad adicional sobre las Partes del Protocolo de Montreal para minimizar los impactos climáticos de sustitutos de ODS.

De igual manera que con el requerimiento de evaluación, el requerimiento de minimización se base en principios y conceptos de derecho internacional del medioambiente que coloca una obligación general sobre los Estados de: (1) asegurar que las actividades dentro de su jurisdicción o control no causen daño al medioambiente de otros Estados o áreas más allá de los límites de la jurisdicción nacional; (2) prevenir daño al medioambiente reduciendo, limitando o controlando actividades que puedan causar tal daño; y (3) colaborar en tratar problemas del medioambientales.⁵⁷

Esta obligación, que ha sido codificada de manera amplia por la Directiva de Prevención y Control de Contaminación Integrados de la Comisión Europea, coloca una responsabilidad afirmativa sobre los Estados de tomar medias preventivas contra la contaminación.⁵⁸ Más específicamente, esta obligación está incorporada en el Principio de Sustitución, que se define de manera general como “el reemplazo o reducción de sustancias peligrosas en productos y procesos por sustancias menos peligrosas o inocuas, o mediante el logro de una función equivalente a través de medidas tecnológicas u organizativas”.⁵⁹

El Principio de Sustitución ha sido codificado en el nivel nacional por numerosos reglamentos que rigen el uso de químicos peligrosos.⁶⁰ Fue incluido recientemente en la nueva política de químicos de la Unión Europea designado Regulación, Evaluación, Autorización y Restricción de Químicos (Regulation, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, REACH), que obliga a los fabricantes, importadores y consumidores de sustancias químicas “analizar la disponibilidad de alternativas y considerar los riesgos y la factibilidad técnica y económica de la sustitución”.⁶¹

El UNEP, junto con la Agencia de Protección al Medioambiente (Environmental Protection Agency, EPA) de Estados Unidos, el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón, y la Alianza por Políticas Atmosféricas Responsables (Alliance for Responsible Atmospheric Policy) ha desarrollado su propia versión del Principio de Sustitución, llamada Uso Responsable,

que permite el uso de tecnologías siempre y cuando los efectos no deseados sean minimizados y la tecnología logre un desempeño de medioambiente superior al de sus alternativas.⁶² Los Principios de Uso Responsable permitirían el uso de sustitutos de ODS “únicamente en aplicaciones en las cuales proporcionan ventajas de seguridad, de eficiencia energética, de medio ambiente o económicas”⁶³ y en casos en los cuales “se minimizan los efectos no deseados y la tecnología logra un desempeño de medioambiente superior a sus alternativas”.⁶⁴

RECOMENDACIONES

Una evaluación de los impactos de medioambiente de los sustitutos de ODS, bajo la metodología cumulativa LCA y la metodología LCCP específica de clima, incluiría impactos directos de los ODP y GWP de sustancias. Más aún, se incorporarían también los impactos indirectos como ser emisiones de subproductos, fugas, tamaño de carga, opciones de recuperación / destrucción y eficiencia energética.

Una tal evaluación, junto con la responsabilidad de minimizar impactos, da lugar a tres ajustes inmediatos y alcanzables: acelerar la eliminación gradual de HCFC-22, permitir el uso continuado de HCFC-123 hasta que surjan alternativas superiores, y la creación de mayores incentivos para, o regular de otra forma, la recuperación y destrucción de bancos de ODS. El problema de acatamiento también requiere de más atención.

ELIMINACIÓN GRADUAL ACELERADA DE HCFC-22 Y DE SU SUBPRODUCTO HFC-23

La eliminación gradual acelerada de HCFC-22 en países desarrollados y en países en vías de desarrollo evitaría el incremento proyectado de la producción de HCFC-22 y de emisiones de su subproducto, el “gas súper invernadero” HFC-23 (que no se destruye con proyectos CDM, ni de otra manera).⁶⁵ Esto también prevendría la transferencia de mala fe de tecnología de manufacturar HCFC-22 y su materia prima en países en vías de desarrollo.⁶⁶

La disponibilidad de sustitutos de ODS fue afirmada por el Reglamento (CE) No. 2037/2000 del Parlamento Europeo y por el Concejo del 29 de junio de 2000 sobre sustancias que merman la capa de ozono, que adoptan medidas de control más estrictas para ODS, incluyendo la eliminación gradual acelerada de HCFC como consecuencia de la “disponibilidad antes de lo previsto de tecnologías para la sustitución de sustancias que merman la capa de ozono”. El Informe Especial IPCC - TEAP también aclaró la disponibilidad de sustitutos para muchas aplicaciones HCFC, incluyendo HFC 134a, mezclas de HFC, CO₂, hidrocarburos y amoníaco.⁶⁷ Muchos de estos sustitutos proporcionan mayor eficiencia energética y pueden ser evaluados sobre la base de LCA / LCCP antes de ser seleccionados.

Bajo un análisis LCA / LCCP, la determinación de qué sustituto ofrece un desempeño de medioambiente superior depende tanto de los impactos indirectos como ser fugas, tamaño de carga, potencial de recuperación / destrucción al final de la vida útil de los equipos y eficiencia energética, como de las mediciones más directas de ODP y GWP. Por ejemplo, HFC-134a y mezclas de HFC serían calificadas como alternativas superiores en la minimización de impactos climáticos *únicamente si* son utilizados en equipos con mayor eficiencia energética que HCFC-22 y los demás sustitutos. Una tasa de fuga menor y mayor recuperación / destrucción también mejoraría su calificación. Los usos de CO₂, hidrocarburos y amoníaco calificarían como alternativas superiores en la minimización de impactos climáticos *únicamente si* sus niveles de eficiencia energética más bajos fueran mejorados o compensados por sus GWP bajos.

La eliminación gradual acelerada suscita varios temas que deben ser resueltos por la partes a medida que se proceda, incluyendo la necesidad de asegurar que los países desarrollados continúen cumpliendo su compromiso de proporcionar asistencia financiera adicional a países en vías de desarrollo a través del Fondo Multilateral para asegurar acatamiento de los cronogramas de eliminación gradual.⁶⁸ A pesar que algún incremento en el consumo de HCFC puede ser inevitable y económicamente necesario para países en vías de desarrollo, de todas formas es factible tecnológica y económicamente un cronograma de eliminación gradual agresivo. Esto debería comenzar moviendo el año base hacia delante (es decir, al año 2006, con algún crecimiento controlado permitido hasta quizás 2010, y luego una serie de disminuciones para asegurar progreso continuo y evitar los problemas de acatamiento que surgirían de otra forma (es decir, una reducción de 35% hasta 2015, 65% hasta 2020 y 99,5% hasta 2030, con 0,5% permitido para mantenimiento hasta 2040). Este enfoque, junto con asistencia financiera para la transición hacia sustancias y tecnologías superiores, aseguraría progreso inmediato y continuo, y evitaría los niveles de crecimiento extremadamente altos que de otra manera se han proyectado. También haría posible que el mercado global de carbono incorpore cualquier CER, si lo hubiera, que el CDM permita para la destrucción de HFC-23 de producción nueva que vaya más allá de lo permitido por la actual metodología.⁶⁹ Los reguladores en la UE, así como los arquitectos del régimen post Kyoto podrían calcular las emisiones máximas de HFC-23, y los créditos de CDM posibles, y establecer consiguientemente el techo de emisiones totales.

USO CONTINUADO DE HCFC-123 HASTA QUE SURJAN ALTERNATIVAS SUPERIORES

Este mismo análisis se aplica a la necesidad de eximir HCFC-123 de eliminación gradual y permitir su uso continuado hasta que se desarrollen sustitutos superiores. La exención se basaría en sus impactos insignificantes sobre la capa de ozono y en la ventaja de eficiencia energética de enfriadores HCFC-123 con relación a la alternativa primaria, HFC-134a, que da lugar a emisiones de GHG más bajas en la generación de energía para hacer operar los enfriadores, así como costos operativos más bajos a lo largo de la vida útil de 30 años de los equipos.

En el Simposio de Ciencia llevado a cabo en Praga en 2004, dirigido por el doctor Mario Molina, junto con la Decimosexta Reunión de las Partes, se informó que, “Se podría permitir HCFC-123 en aplicaciones específicas de aire acondicionado en las cuales su uso promueve eficiencia energética superior y asegura emisiones refrigerantes de casi cero”.⁷⁰

Sin la exención para HCFC-123 hasta que surjan alternativas superiores, el estándar de eficiencia energética para enfriadores disminuirá, teniendo un efecto adverso en el clima y disminuyendo el umbral con relación al cual se medirían futuras mejoras de eficiencia energética. HCFC-123 tiene un potencial de merma de la capa de ozono muy bajo, un potencial de calentamiento global más bajo que HFC-134a, y opera a presión baja en enfriadores diseñados para minimizar fugas. El UNEP y otras instituciones han declarado que su uso continuado tendría un efecto prácticamente insignificante en la capa de ozono, ofreciendo al mismo tiempo beneficios medioambientales superiores con respecto a sus alternativas.⁷¹

Permitir el uso continuado de HCFC-123 sentaría un precedente únicamente para ODS que logran desempeño medioambiental superior con respecto a alternativas existentes; cualquier exención podría estructurarse para alentar mayor innovación en busca de alternativas superiores, posiblemente requiriendo nuevas solicitudes después del año 2040, o después de que el TEAP identifique mejores sustitutos, presumiendo que el uso actual sea permitido a lo largo de los ciclos de vida útil de los productos. Actualmente, HCFC-123 es el único ODS que satisface estos criterios de no dañar al medioambiente. Más aún, cualquier impacto sobre la capa de ozono

como consecuencia de HCFC-123 podría ser compensado exigiendo la destrucción de ODS de bancos, con una ponderación sobre la base de ODP de 1:1 o más, lo cual tendría el beneficio adicional de enfocar la otra causa de la recuperación retrasada de la capa de ozono: los bancos de CFC que se calcula serán expulsados a la atmósfera a lo largo de la próxima década. También proporcionaría el incentivo adicional de mayor innovación en busca de alternativas superiores, como lo harían programas de incentivos como ser el Energy Star Program.⁷²

MAYORES INCENTIVOS PARA LA DESTRUCCIÓN DE BANCOS DE ODS

Las emisiones de CFC y de otros ODS de bancos podría evitarse creando mayores incentivos para su recuperación y destrucción. El Protocolo de Montreal debería proporcionar mayores incentivos para la destrucción de bancos; por ejemplo, permitiendo que los créditos sean traspasados hacia delante por más de un año y realizando transferencias entre grupos de químicos, mediante lo cual la destrucción de una cantidad de CFC permitiría la producción o el consumo de una cantidad igual, con una ponderación sobre la base de ODP, de HCFC.⁷³

El Protocolo de Montreal podría proporcionar aún mayores incentivos al establecer un vínculo con el Protocolo de Kyoto para proveer Reducciones de Emisiones Certificadas (CER) bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM) para la destrucción de bancos de ODS, dado el alto nivel de GWP de los CFC. La destrucción de bancos ayuda a asegurar acatamiento, en vista de que los bancos de ODS no podrán ser reutilizados o reciclados luego de que la prohibición de CFC entre en vigor en 2010 en países en vías de desarrollo.⁷⁴

FORTALECIMIENTO DEL ACATAMIENTO

El Protocolo de Montreal debería fortalecer sus esfuerzos de acatamiento construyendo sobre el trabajo ya encaminado por el programa de asistencia al acatamiento del Secretariado de OzonAction del UNEP y por otras instancias, para promover un programa de construcción de capacidades ambicioso; por ejemplo, con la Iniciativa de Aduana Verde (Green Customs Initiative) del UNEP, y la International Network for Environmental Compliance & Enforcement. Se requiere de un esfuerzo mucho más agresivo en vista de los beneficios combinados para la capa de ozono y para el clima que resultarían del acatamiento estricto.

Bajo la Decisión XVII/16, las Partes del Protocolo de Montreal solicitaron un estudio de factibilidad para el desarrollo de sistemas para monitorear movimientos entre países de ODS. El estudio propuso opciones para monitorear sistemas que podrían ayudar a reducir el comercio ilegal de ODS, el cual se ha convertido en un problema mundial a medida que la eliminación gradual de CFC y de otros ODS ha progresado.⁷⁵ Para combatir el comercio ilegal, el estudio hizo una serie de recomendaciones, incluyendo una propuesta de establecer un sistema de rastreo global de ODS que se añada a sistemas actuales de licencias y de informes y que incluya una verificación cruzada de licencias y cupos de manera centralizada.⁷⁶

Con respecto al uso de ODS para insumos (*feedstocks*), agentes de procesamiento y aplicaciones de QPS, el requerir la revisión periódica obligatoria de usos actuales y de sus impactos directos e indirectos sobre la capa de ozono y el clima –empleando un Análisis de Ciclo de Vida–, sentaría el trabajo de base para acción futura de prohibición del uso de ODS en casos en los cuales haya alternativas disponibles que sean menos dañinas para el medioambiente.

CONCLUSIÓN

El Protocolo de Montreal debe evaluar de manera explícita los impactos medioambientales, incluyendo impactos sobre la capa de ozono y el clima, de ODS y de sus sustitutos, e implementar políticas que minimicen estos impactos, favoreciendo sustitutos de ODS que sean menos dañinos posibles para el medioambiente, hasta que surjan sustitutos superiores.⁷⁷ El no hacer esto pondría en peligro el éxito continuado del Protocolo de Montreal en cuanto a la protección de la capa de ozono y la mitigación de cambio climático, perpetuando un mercado que en realidad opera en contra de los sustitutos de ODS menos dañinos para el medioambiente. Inversamente, el requerimiento de evaluar y minimizar los impactos medioambientales de ODS y de sus sustitutos creará un mercado justo que favorecerá los sustitutos de ODS menos daños para el medioambiente, resolverá el problema de incentivos invertidos, y asegurará el éxito continuado del Protocolo de Montreal en cuanto a la protección de la capa de ozono y a la mitigación del cambio climático. El Protocolo de Montreal también debe enfocar el tema de la cantidad considerable de ODS almacenados en bancos que de otra forma serán expulsados a la atmósfera al final de las vidas útiles, lo cual representa más de siete veces las reducciones del Protocolo de Kyoto en términos de emisiones climáticas.

Al final, el evitar los peores impactos del cambio climático depende de la evolución exitosa del Protocolo de Kyoto (o de su sucesor), incluyendo su sistema internacional de intercambio de emisiones, con participación universal y metas ampliadas después de 2012 para reducir emisiones de GHG en la medida necesaria para evitar interferencia antropogénica peligrosa con el clima, incluyendo sucesos de cambios de clima abruptos. Se ha logrado progreso considerable con los mecanismos basados en el mercado del Protocolo de Kyoto. Pero Kyoto y el mercado mundial de carbono siguen siendo obras en proceso de evolución, con la posibilidad de lograr las reducciones considerables necesarias para evitar interferencia antropogénica peligrosa aún distante en muchos años, o quizás décadas.

Las reducciones de emisiones logradas bajo el Protocolo de Montreal están posibilitando un plazo mayor para el desarrollo de un régimen climático lo necesariamente fuerte, con un mercado mundial de carbono robusto y eficiente, que entregue de manera eficiente y efectiva las reducciones de carbono requeridas. Es imposible poder predecir exactamente cuánto se calentará el planeta hasta que se detone un suceso de cambio de clima abrupto, pero los umbrales críticos podrían estar tan cercanos como diez años, y es indispensable ajustar el Protocolo de Montreal para evitar todas las toneladas de emisiones de CO₂-eq. posibles. Además de concluir el trabajo de protección de la capa de ozono, ésta constituye una de las mejores “pólizas de seguro” que el mundo puede “comprar” para darnos el tiempo necesario de lograr éxito con nuestros controles de clima de largo plazo. Y es una fianza que podemos estar seguros será entregada por el mejor tratado medioambiental del mundo.

¹ Se informa que varias Partes están considerando ajustes o enmiendas propuestas para al Reunión del Vigésimo Aniversario del Protocolo de Montreal en septiembre de 2007. *Ver por ejemplo*, U.S. EPA, *Notice of Montreal Protocol Stakeholders Meeting on 16 February 2007* (de Drusilla Hufford, fechado 8 de febrero de 2007). Bajo la estipulación de aviso de seis meses del Protocolo, cualquier propuesta debe ser enviada al Secretariado hasta el 15 de marzo de 2007.

² World Meteorological Organization & U.N. Environmental Programme, Science Assessment Panel of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006, Executive Summary*, en 3 (18 de agosto de 2006), disponible en http://www.wmo.ch/web/arep/ozone_2006/exec_sum_18aug.pdf (visitado por última vez el 14 de febrero de 2007) [de aquí en adelante “Science Assessment of Ozone Depletion: 2006”].

³ RICHARD BENEDICK, *OZONE DIPLOMACY: NEW DIRECTIONS IN SAFEGUARDING THE PLANET* (Harvard University Press, 1991); *ver también* STEPHEN O. ANDERSEN & K. MADHAVA SARMA, *PROTECTING THE OZONE LAYER: THE UNITED NATIONS HISTORY* (Earthscan Publications Ltd. 2002); DAVID HUNTER, JAMES SALZMAN, & DURWOOD ZAELEKE, *INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL LAW & POLICY*, capítulo 9 (Foundation Press, tercera edición, 2007).

⁴ U.N. Environmental Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change, Technology and Economic Assessment Panel, *Special Report: Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons*, en 3-4 (2005) [de aquí en adelante “Informe Especial IPCC – TEAP”].

⁵ *Ver* Summary of Stockholm Group Meeting (6 de febrero de 2007) (observando que las reducciones climáticas del Protocolo de Montreal serían siete veces las de Kyoto hasta 2010). El Grupo de Estocolmo es un grupo informal de expertos con afinidades que se reúnen en un nivel personal para tratar los desafíos claves a los cuales se enfrenta el Protocolo de Montreal. *Ver también* informe Especial IPCC - TEAP, igual en 4 (con la eliminación gradual de CFC y su reemplazo por sustancias que generalmente tienen menores GWP, como ser HCFC y HFC, la contribución relativa hecha por CFC, HCFC, y HFC al calentamiento global entre 1990 y 2000 se redujo bajo el Protocolo de Montreal de 33% a 10% en comparación con emisiones de combustibles de fósiles). La meta de emisiones requerida de Kyoto, en términos de CO₂-eq., es -5,8% de la línea base de 18,4 GtCO₂-eq. ó -0,97 GtCO₂-eq. año⁻¹ hasta 2008-2012. UNFCCC, *Key GHG Data: Highlights from Greenhouse Gas Emissions Data for 1990-2003* (noviembre de 2005). Las reducciones de emisiones actuales de Kyoto estarán más cercanas a 2 GtCO₂-eq. hasta 2012 si se toman en cuenta las emisiones evitadas de proyecciones de estar “procediendo como si nada” a lo largo de aquel espacio de tiempo. Informe Especial IPCC -TEAP Special Report, igual en 4.

⁶ *Ver* Summary of Stockholm Meeting, igual.

⁷ Science Assessment of Ozone Depletion: 2006, *supra* nota 2, en 21.

⁸ Science Assessment of Ozone Depletion: 2006, *supra* nota 2, en 21.

⁹ Science Assessment of Ozone Depletion: 2006, *supra* nota 2, en 21.

¹⁰ *Ver* Environmental Investigation Agency, *An Unwelcome Encore: The Illegal Trade in HCFCs* (octubre de 2006) [de aquí en adelante “EIA Illegal Trade in HCFCs”] en 6 (teniendo en cuenta que el comercio ilegal de ODS empezó a crecer después de la fecha de congelamiento de 1999 para CFC en países en vías de desarrollo).

¹¹ Science Assessment of Ozone Depletion: 2006, *supra* nota 2.

¹² *Ver* Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis Summary For Policy Makers*, 10 (2007).

¹³ Steve Connor, *If We Fail to Act, We Will End Up With a Different Planet*, THE INDEPENDENT, 1 de enero de 2007; *ver también* James Hansen, *A Slippery Slope: How Much Global Warming Constitutes ‘Dangerous Anthropogenic Interference’?* 68 CLIMATE CHANGE 269 (2005).

¹⁴ U.S. Geological Survey, “Sea Level and Climate,” en <http://pubs.usgs.gov/fs/fs2-00/> (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007).

¹⁵ James G. Titus & Charlie Richman, *Maps of Lands Vulnerable to Sea Level Rise: Modeled Elevations along the U.S. Atlantic and Gulf Coasts*, CLIMATE RESEARCH, Vol. 18 (2001). Incluso después de haber sobrepasado el umbral, el descongelamiento de la capa de hielo de Groenlandia podría tomar ciento o incluso miles de años. *Ver* Hansen, *supra* nota 13.

¹⁶ Peter Schwartz & Doug Randall, *An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security* (2003). *Ver también*, Durwood Zaelke, Oran Young, & Scott Stone, *After ‘The Day After Tomorrow’: What Will Society Learn from the Inevitability of Rapid Climate Change Events*, NATIONAL STRATEGY FORUM REVIEW, otoño de 2006.

¹⁷ El uso de HFC como sustitutos de ODS fue esencial para la eliminación gradual de CFC. U.N. Environmental Programme, HFC and PFC Task Force of the Technology and Economic Assessment Panel, *The Implications to the Montreal Protocol of the Inclusion of HFCs and PFCs in the Kyoto Protocol*, en 36-38 (octubre de 1999) [de aquí en adelante, “TEAP, octubre de 1999”]. Los HFC no merman la capa de ozono, pero son GHG potentes regulados bajo el Protocolo de Kyoto por sus contribuciones al cambio climático. El fracaso del Protocolo de Montreal de tener en cuenta los impactos climáticos de HFC crea un entorno regulatorio en el cual los mejores químicos para proteger el medioambiente atmosférico –tomando en cuenta tanto la capa de ozono como el clima– no son favorecidos. *Ver* Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4. Esto suscita la pregunta de cómo las Partes del Protocolo de Montreal podrían expandir su jurisdicción para regular todos los sustitutos de ODS con el fin de minimizar sus impactos generales sobre el medioambiente y crear un ambiente regulatorio que favorezca químicos y otras alternativas menos dañinas para tanto la capa de ozono, como para el clima. También suscita temas de gobernancia más amplios presentados por la forma enfocada de regulación del Protocolo de Montreal en comparación con el enfoque abarcador (*over-arching*) del Protocolo de Kyoto, y específicamente si existen otras fuentes climáticas y depósitos de contaminantes que serían reguladas de mejor manera bajo regímenes más enfocados como el Protocolo de Montreal, incluso si siguen siendo coordinadas por el enfoque abarcador.

¹⁸ Science Assessment of Ozone Depletion: 2006, *supra* nota 2. Además, los ODP de corto plazo de algunos HCFC compiten con los de CFC, lo cual significa que causarán daño a la capa de ozono en el cercano plazo en un momento

en el cual se esperaría que hubiese recuperación. Ver Susan Solomon & Dan Albritton, *Time-Dependent Ozone Depletion Potentials for Short- and Long-Term Forecasts*, NATURE, Vol. 357, 7 de mayo de 1992.

¹⁹ Los lineamientos de informe de UNFCCC emplean valores de GWP del Segundo Informe de Evaluación de IPCC, en el cual HFC-23 tiene un GWP de 11.700. El Tercer Informe de Evaluación de IPCC informa el GWP de HFC-23 como 14.310 +/- 5.000. Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 30.

²⁰ Otro resultado de la producción de HCFC-22 es la generación de carbonotetracloruro (CTC). El CTC tiene un ODP de 1,1 y un GWP de 1.400. Se produce como subproducto del clorometano, el cual genera cuatro subproductos: clorometileno, clorometileno (o diclorometano), cloroforma (o triclorometano) y CTC. La producción de HCFC-22 requiere de cloroforma, pero da lugar a CTC indeseado. A medida que la producción de HCFC-22 aumenta, también aumenta el CTC indeseado, del cual sólo una parte es consumida como insumo (*feedstock*). Ver U.N. Environmental Programme, *Report on the Intermediate Evaluation of CFC Production Sector Gradual Phase-out Agreements*, United Nations Environment Programme, UNEP/OzL.Pro/ExCom/42/12 (3 de marzo de 2004), disponible en <http://www.multilateralfund.org/files/evaluation/4212.pdf> (visitado por última vez el 14 de febrero de 2007).

²¹ Environmental Investigation Agency, *Turning Up the Heat: Linkages Between Ozone Layer Depletion and Climate Change: The Urgent Case of HCFCs and HFCs*, en 7 (agosto de 2006), disponible en <http://www.eia-international.org/files/news324-1.pdf> (visitado por última vez el 14 de febrero de 2007) [de aquí en adelante “EIA Report”]. Se estima que los HFC-23 aumenten de 0,195 GtCO₂-eq año⁻¹ en 2002 a 0,330 GtCO₂-eq año⁻¹ en 2015. Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4 en 11. Además, las emisiones de HCFC hasta 2015 bajo una trayectoria de “proceder como si nada” están proyectadas a ser de 0,828 GtCO₂-eq. U.N. Environmental Program, *Suplemento del Informe IPCC - TEAP*, en Anexo (noviembre de 2005), disponible en http://unep.ch/ozone/teap/REPORTS/TEAP_REPORTS/teap-supplement-ippc-teap-report-nov2005.pdf (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007) [de aquí en adelante Suplemento IPCC - TEAP 2005]. Las reducciones de emisiones de CO₂-eq. logradas por una eliminación gradual acelerada dependerían de las innovaciones tecnológicas generadas por un cronograma acelerado, incluyendo mejoras en eficiencia energética, tamaño de carga, restricción de fugas, recuperación de fin de vida útil, destrucción, etc., además del GWP relativo de cualquier sustituto seleccionado, pero se esperaría alternativas “no-en-especie” con bajos impactos sobre la capa de ozono y el clima, como fue el caso de la mayor parte de las eliminaciones graduales de ODS anteriores, que dependieron de alternativas “no-en-especie”, productos alternativos, y cambios en procesos de manufactura y conservación. Los criterios, los lineamientos y las prácticas de financiamiento del Fondo Multilateral podrían influir también considerablemente en la magnitud de los beneficios climáticos finales. Ver U.N. Environmental Programme, *Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol, Policies, Procedures, Guidelines and Criteria*, en 582 (a partir de julio de 2006), disponible en <http://www.multilateralfund.org/files/Policy49.pdf> (visitado por última vez el 14 de febrero de 2007) [de aquí en adelante, *Policies Report*] (solicitando revisiones de proyectos para considerar impactos de ODP y de GWP).

²² Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 77-82; ver también Michael Wara, *Is the Global Carbon Market Working?* NATURE, VOL. 445, 8 de febrero de 2007, 595-96 (tratando el tema que el costo para el mundo en vías de desarrollo para la instalación de tecnología para capturar y destruir HFC-23 en las 17 instalaciones de producción en países en vías de desarrollo sería de €100 millones, comparado con €4,7 mil millones en valor de CER generados bajo CDM hasta 2012, sobre la base de €10/tonelada, el precio del carbono al momento de los cálculos realizados por el autor, sin tomar en cuenta impuestos).

²³ Suplemento IPCC - TEAP 2005, *supra* nota 20, en 7; Wara, igual en 596 (declarando que “emisores de HFC-23 pueden lograr el doble con créditos de CDM que lo que logran con la venta del refrigerante, lo cual es sin duda una distorsión del mercado”). Ver también Michael Connolly, *Beijing’s Greenhouse-Gas Effort Attracts Heat*, WALL STREET JOURNAL, 8 de enero de 2007; Jeffrey Ball et al., *China Cashes In on Global Warming: Critics Fret Lucrative Carbon Credits Hurt Clean-Energy Efforts*, WALL STREET JOURNAL, 8 de enero de 2007, A10; Keith Bradsher, *Outsize Profits, and Questions in Effort to Cut Warming Gases*, NEW YORK TIMES, 21 de diciembre de 2006.

²⁴ International Emissions Trading Association & World Bank, *States and Trends of the Global Carbon Market 2006 (Actualización: 1 de enero al 30 de septiembre de 2006)*, en 11 (octubre de 2006), disponible en <http://www.ieta.org/ieta/www/pages/getfile.php?docID=1929> (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007).

²⁵ Ver Wara, *supra* nota 22, en 596 (“Inversamente a lo esperado, la presencia de créditos baratos que no son de CO₂ –como ser de HFC-23– en el mercado constituye un desincentivo para el desarrollo de nuevos proyectos energéticos que limitan el carbono...”). Algunos estados miembros de la UE están permitiendo que hasta 50% de las metas de emisiones sean cubiertas por créditos de mecanismos de Kyoto, incluyendo el CDM e Implementación Conjunta (Joint Implementation). Ver Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research and Centre for Energy and Environmental Markets, *An Early Assessment of National Allocation Plans for Phase 2 of EU Emission Trading*, Working Paper Sustainability and Innovation No. S1/2006, 9 de noviembre de 2006, disponible en http://www.isi.fraunhofer.de/n/Projekte/pdf/NAP2_assessment.pdf (visitado por última vez el 14 de febrero de 2007).

2007). El precio de una tonelada métrica de emisiones de dióxido de carbono en el Sistema de Intercambio de Emisiones (Emissions Trading System) de la UE fue de €1,13 en contratos de 2007 y de €13,63 para contratos de 2008, al 19 de febrero de 2007. Ver PointCarbon.org, *Historic Prices*, en www.pointcarbon.com (visitado por última vez el 19 de febrero de 2007).

²⁶ Ver Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 43-48, 53-60 (que trata sustitutos disponibles para HCFC y otros ODS).

²⁷ Ver Regulación (CE) No. 2037/2000 del 29 de junio de 2000 sobre sustancias que merman la capa de ozono.

²⁸ Ver STEPHEN O. ANDERSEN & DURWOOD ZAELKE, *INDUSTRY GENIUS: INVENTIONS AND PEOPLE PROTECTING THE CLIMATE AND FRAGILE OZONE LAYER* (Greenleaf, 2003) 161-62, 168-70.

²⁹ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 8; Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006, *supra* nota 2.

³⁰ U.N. Environmental Programme, *Report of the Refrigeration, Air-Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee (RTOC)* (1 de enero de 2002) [de aquí en adelante "RTOC Report"]. Ver también *INDUSTRY GENIUS*, *supra* nota 28.

³¹ James M. Calm & David A. Didion, *Trade-Offs in Refrigerant Selections: Past, Present, and Future*, REFRIGERANTS FOR THE 21ST CENTURY, PROCEEDINGS OF THE ASHRAE-NIST CONF., 1997.

³² James M. Calm, *Emissions and Environmental Impacts From Air-Conditioning and Refrigeration Systems*, 25 INT'L J. OF REFRIGERATION 293 (2002) 301.

³³ RTOC Report, *supra* nota 30.

³⁴ Ver Andersen & Zaelke, *supra* nota 28.

³⁵ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 11.

³⁶ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 11.

³⁷ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 21, en Anexo.

³⁸ O más de tres veces el tamaño si las reducciones se miden sobre la base de la trayectoria de "proceder como si nada" de Kyoto; referirse a la nota 6 para más información.

³⁹ Ver K. Madhava Sarma, *Compliance with the Montreal Protocol*, MAKING LAW WORK: ENVIRONMENTAL COMPLIANCE & SUSTAINABLE DEVELOPMENT, Vol. 1 (Durwood Zaelke, Donald Kaniaru, & Eva Kruzikova, eds.) (Cameron, mayo de 2005), en 287-306.

⁴⁰ EIA Illegal Trade in HCFCs, *supra* nota 10, en 6.

⁴¹ EIA Illegal Trade in HCFCs, *supra* nota 10, en 2.

⁴² EIA Illegal Trade in HCFCs, *supra* nota 10, en 2.

⁴³ Ver Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, 77-82.

⁴⁴ U.N. Environmental Programme, *Report of the Tenth Meeting of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*, "Declaration on Hydrochlorofluorocarbons ("HCFCs"), Hydrofluorocarbons ("HFCs") and Perfluorocarbons ("PFCs")," UNEP/OzL.Pro.10/9, (1998), disponible en <http://www.unep.ch/ozone/pdf/10mop-rpt.pdf> (visitado por última vez el 14 de febrero de 2007); *c.f.* Políticas Report, *supra* nota 21.

⁴⁵ DAVID HUNTER, *supra* nota 3.

⁴⁶ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 208. Ver también UNEP/SETAC, *LIFE-CYCLE APPROACHES THE ROAD FROM ANALYSIS TO PRACTICE*, 20-43 (2005).

⁴⁷ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 205; ver también Políticas Report, *supra* nota 21.

⁴⁸ TEAP, octubre de 1999, *supra* nota 17.

⁴⁹ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 205.

⁵⁰ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 205, 207; ver también TEAP, octubre de 1999, *supra* nota 17. Como muestra de la necesidad de emplear LCA / LCCP, los HFCs que tienen ODP cero y por lo tanto no están sujetos a las medidas de control del Protocolo de Montreal, han reemplazado parte de los ODS (principalmente CFC) en una serie de aplicaciones como ser refrigeración y aire acondicionado. El GWP de HFC varía entre 150 y 14.000 veces el de dióxido de carbono, y sus emisiones contribuyen hacia el calentamiento global. La mejora de eficiencia energética que puede acumularse de aparatos domésticos que utilizan HFC puede reducir emisiones en fuentes de generación y mitigar el calentamiento global en comparación con el uso anterior de CFC en aparatos domésticos. Por lo tanto, el uso de HFC tendría que ser evaluado sobre la base de LCA / LCCP.

⁵¹ Montreal Protocol, Preámbulo, disponible en <http://www.unep.org.OZONE/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf> (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007).

⁵² TEAP, octubre de 1999, *supra* nota 17, en 13.

⁵³ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 3-4.

⁵⁴ Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4, en 3-4.

⁵⁵ Science Assessment of Ozone Depletion: 2006, *supra* nota 2, en capítulo 5.

⁵⁶ Conferencia de las NNUU sobre el Medioambiente y el Desarrollo, *Agenda 21*, en Sección 9.23 (junio de 1992) disponible en <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm> (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007).

⁵⁷ Ver Estatutos de las Naciones Unidas, Artículo 74 (1945); Declaration of Principles on International Law Concerning Friendly Relations and Cooperation Among States in Accordance with the Charter of the United Nations (1972); Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (1972), Principles 6, 7, 15, 18, 21, 24; Rio Declaration on Environment and Development (1992), Principles 2, 11, 27; Convention on the Prevention of the Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter (London Convention 1972), Preamble; United Nations Convention on the Law of the Sea (1982), Articles 123, 194, 197; Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPS) (2001), Article 1.

⁵⁸ Directiva de Consejo de la Unión Europea 96/61/EC del 24 de septiembre de 1996 sobre la prevención y el control integrados de la contaminación, en <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/128045.htm> (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007).

⁵⁹ Consejo de Comunidades Europeas, *Substitution of Hazardous Chemicals in Products and Processes: Report Compiled for the Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection of the Commission of the European Communities*, en i, marzo de 2003 (prepared by Ökopol GmbH and Kooperationsstelle Hamburg), en http://ec.europa.eu/environment/chemicals/pdf/substitution_chemicals.pdf (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007); ver también Greenpeace, *Safer Chemicals Within REACH: Using the Substitution Principle to Drive Green Chemistry* (febrero de 2005) en 5, disponible en <http://www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/6031.pdf> (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007).

⁶⁰ Ver por ejemplo Finland's Chemicals Act (744/1989, enmienda 1198/1999, Artículo 16 a).

⁶¹ Regulación (CE) No. 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, 18 de diciembre de 2006, en http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/l_396/l_39620061230en00010849.pdf (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007).

⁶² *Responsible Use Principles for HFCs*, en <http://www.arap.org/textonly/responsible.html> (visitado por última vez el 3 de febrero de 2007).

⁶³ TEAP, octubre de 1999, *supra* nota 17, en 82.

⁶⁴ ANDERSEN & ZAELKE, *supra* nota 28, en 168.

⁶⁵ El gobierno de EEUU está considerando remitir una propuesta de ajuste o enmienda a la Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal de septiembre de 2007 para acelerar la eliminación gradual de HCFC. Ver U.S. EPA, *supra* nota 1.

⁶⁶ La eliminación gradual acelerada de HCFC-22 proporciona beneficios colaterales al reducir la producción innecesaria de clorometano (cuatro productos clorinados manufacturados en un sólo proceso: clorometilo, clorometileno, cloroforma y carbonotetracloruro, CTC).

⁶⁷ Ver Informe Especial IPCC - TEAP, *supra* nota 4.

⁶⁸ La próxima reposición del Fondo Multilateral para el período 2009-2011 será decidida por las Partes en 2008; los ajustes en el CoP/MoP de septiembre de 2007 sobre medidas de control adicionales podrían estar condicionadas a la disponibilidad de financiamiento en el futuro. Ver por ejemplo U.N. Environmental Programme, *Report of the Tenth Meeting of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*, UNEP/OzL.Pro.9/12, en página 25 (25 de septiembre de 1997), disponible en http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/mop/09mop/9mop-12.e.pdf (visitado por última vez el 14 de febrero de 2007) (respecto a la Decisión IX/5: Condiciones para medidas de control en Anexo E; lo sustancial en Artículo 5, Partes).

⁶⁹ Ver Revision to the approved baseline and monitoring methodology AM0001, "Incineration of HFC-23 waste streams," Clean Development Mechanism – Executive Board, en http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/CDMWF_AM_GJ7T352O90TABWUMR95QDQXMJWC6EM

⁷⁰ U.N. Env't Programme, *Report of the Sixteenth Meeting of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*, UNEP/OzL.Pro.16/17 (del 22 al 26 de noviembre de 2004).

⁷¹ RTOC Report, *supra* nota 30.

⁷² Ver ANDERSEN & ZAELKE, *supra* nota 28, en 70-83 (que trata el Energy Star Program).

⁷³ Ver U.S. EPA, *supra* nota 1 (declarando que "estamos considerando la creación de un mercado para la recuperación y destrucción de grandes cantidades de ODS instaladas en equipos y actualmente almacenadas. Una reducción neta de emisiones ponderadas sobre la base de ODP podría lograrse mediante un mercado para la recuperación y destrucción cuando la cantidad a ser destruida es mayor que la cantidad otorgada en créditos para la producción nueva en sectores con demanda de nichos de mercado continuada para ODS (por ejemplo, seguridad nacional)").

⁷⁴ Se podría lograr una destrucción a un costo aún menor comenzando a considerar el incinerador común “empaquetado” que destruye no sólo CFC y HFC, sino otros químicos peligrosos como ser contaminantes orgánicos persistentes (*persistent organic pollutants*, POP).

⁷⁵ Chatham House & Environment Investigation Agency, *ODS Tracking: Feasibility Study on Developing a System for Monitoring the Transboundary Movement of Controlled Ozone-Depleting Substances Between the Parties* (septiembre de 2006).

⁷⁶ Chatham House, igual en 6.

⁷⁷ Se encuentra encaminada una discusión sobre éstos y otros temas. En la Decimoctava Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal llevada a cabo en Nueva Delhi, India, entre octubre y noviembre de 2006, las Partes acordaron llevar a cabo un “diálogo de dos vías” a mediados de 2007 sobre los desafíos futuros a los cuales se encara en Protocolo de Montreal. *Ver* U.N. Environmental Programme, “On the decision on dialogue on key future challenges to be faced by the Montreal Protocol” UNEP/OzL.Pro/L.2/Rev.1, Decisión XVIII/34 (2006). Además, el Grupo de Estocolmo también está tratando desafíos claves a los cuales se enfrenta el Protocolo de Montreal. *Ver también* U.S. EPA, *supra* nota 1.