

LA CAPA DE OZONO

INTRODUCCION

La destrucción de la capa de ozono es uno de los problemas ambientales más graves que debemos enfrentar hoy día. Podría ser responsable de millones de casos de cáncer de la piel a nivel mundial y perjudicar la producción agrícola. Sin embargo podemos cobrar ánimos, ya que ha motivado a la comunidad internacional a acordar medidas prácticas para protegerse de una amenaza común.

En 1987, los gobiernos de todos los países del mundo acordaron tomar las medidas necesarias para solucionar este grave problema firmando el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que agotan la Capa de Ozono. Fue un acuerdo notable que sentó un precedente para una mayor cooperación internacional en encarar los problemas globales del medio ambiente. Bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), los científicos, industrialistas y gobiernos se reunieron para iniciar una acción preventiva global. El resultado fue un acuerdo mediante el cual se comprometieron los países desarrollados a una acción inmediata, y los países en desarrollo a cumplir el mismo compromiso en un plazo de diez años.

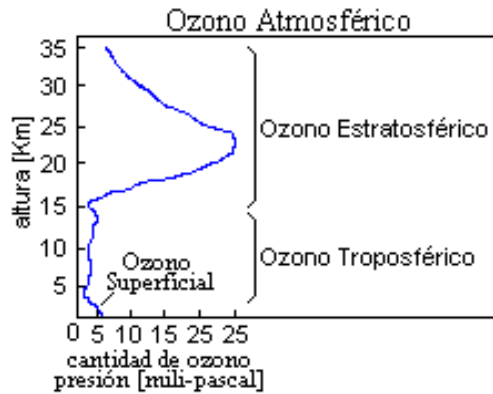
LA CAPA DE OZONO

La vida en la Tierra ha sido protegida durante millares de años por una capa de veneno vital en la atmósfera. Esta capa, compuesta de ozono, sirve de escudo para proteger a la Tierra contra las dañinas radiaciones ultravioletas (UV) del sol. Hasta donde sabemos, es exclusiva de nuestro planeta. Si desapareciera, la luz ultravioleta del sol esterilizaría la superficie del globo y aniquilaría toda la vida terrestre.

El ozono no está concentrado en un estrato, ni tampoco por lo tanto, está situado a una altura específica, si no que es un gas escaso que está muy diluido en el aire y que, además, aparece desde el suelo hasta más allá de la estratosfera. Es aquí donde el ozono actúa como filtro ultravioleta y en la capa baja de la atmósfera (troposfera), donde su presencia se considera, en determinadas concentraciones, como contaminante.

Se denomina **capa de ozono**, a la zona de la estratosfera terrestre que contiene una concentración relativamente alta de ozono. Esta capa, que se extiende aproximadamente desde los 15 a los 50 kilómetros sobre la superficie de la tierra, reúne el 90% del ozono presente en la atmósfera y absorbe del 97% al 99% de la radiación ultravioleta de alta frecuencia.

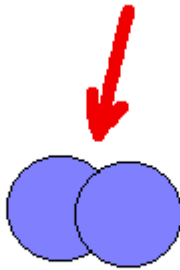
La siguiente figura muestra la distribución de ozono versus altura:



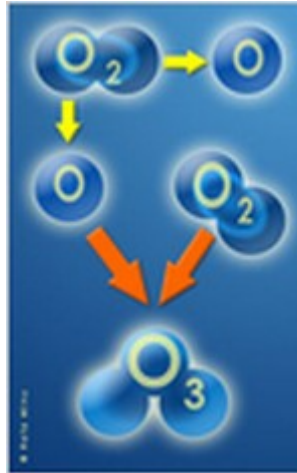
EL OZONO

Es un gas compuesto por tres átomos de oxígeno (O_3). La formación del ozono de la estratosfera terrestre es catalizada por los fotones de luz ultravioleta que al interactuar con las moléculas de oxígeno gaseoso, que está constituida por dos átomos de oxígeno (O_2), las separa en los átomos de oxígeno (oxígeno atómico) constituyente. El oxígeno atómico se combina con aquellas moléculas de O_2 que aún permanecen sin disociar formando, de esta manera, moléculas de ozono, O_3 . El tercer átomo es el que hace que el gas que respiramos sea venenoso y mortal, si se aspira una pequeñísima porción de esta sustancia.

Formación del Ozono



1) Un rayo UV muy energético colisiona con una molécula de oxígeno (O_2)



La formación del ozono es reversible, es decir, debido a la presencia de otros componentes químicos el ozono vuelve a su estado natural, el oxígeno. Este oxígeno se convierte nuevamente en ozono, originándose un proceso continuo de formación y destrucción de estos compuestos. En ese sentido, el ozono es un gas inestable, el cual actúa como un potente filtro solar evitando el paso de una pequeña parte de la radiación ultravioleta (UV)

llamada B. Además es muy vulnerable a ser destruido por los compuestos naturales que contienen nitrógeno, hidrógeno y cloro.

CARACTERISTICAS DE LAS RADIACIONES UV

Las radiaciones ultravioleta (UV) son el conjunto de radiaciones del espectro electromagnético con longitudes de onda menores que la radiación visible (luz), desde los 400 hasta los 150 nanómetros (nm).

Se suelen diferenciar tres bandas de radiación UV: **UV-A, UV-B y UV-C.**

UV-A. Banda de los 320 a los 400 nm. Es la más cercana al espectro visible y no es absorbida por el ozono.

UV-B. Banda de los 280 a los 320 nm. Es absorbida casi totalmente por el ozono, aunque algunos rayos de este tipo llegan a la superficie de la Tierra. Es un tipo de radiación dañina, especialmente para el ADN. Provoca melanoma y otros tipos de cáncer de piel. También puede estar relacionada, aunque esto no es tan seguro, con daños en algunos materiales, cosechas y formas de vida marina.

UV-C. Banda de las radiaciones UV menores de 280nm. Este tipo de radiación es extremadamente peligroso, pero es absorbido completamente por el ozono y el oxígeno.

EL DAÑO PROVOCADO POR EL HOMBRE

Entre los compuestos sintetizados por el hombre para múltiples aplicaciones industriales, destacan los clorofluorocarbonos (CFC) utilizados como gases refrigerantes, espumas aislantes, solventes y propelentes de aerosoles. También destacan los halones (contienen bromo) utilizados como sustancias contra incendios y los fungicidas (como el bromuro de metilo) que destruyen la capa de ozono 50 veces más que los CFC.

Los CFC se inventaron hace aproximadamente 65 años, mientras se buscaba una nueva sustancia que no fuera tóxica y que pudiera actuar como un refrigerante seguro. En poco tiempo, una de estas nuevas sustancias, conocida por la marca comercial Freón de los laboratorios DuPont, sustituyó al amoníaco como fluido refrigerante estándar en sistemas de refrigeración domésticos. Posteriormente, se convirtió en el principal refrigerante utilizado en los sistemas de aire acondicionado de los automóviles.

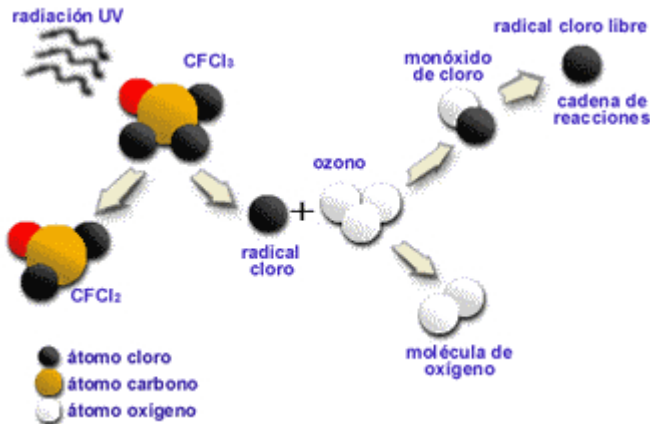
Durante los años 50 y 60, los CFC se utilizaron para otras muchas aplicaciones diversas: como propelente en aerosoles, en la fabricación de plásticos y como limpiador para componentes electrónicos. Toda esta actividad hizo que el uso de los CFC a nivel mundial se duplicara cada 6 ó 7 años. A principios de la década de 1970, la industria utilizaba aproximadamente un millón de toneladas por año.

A finales de la década de 1960, los científicos todavía no eran conscientes de que los CFC podían afectar a la atmósfera. Esta ignorancia no se debía a una falta de interés sino a una falta de medios. Para la detección de las pequeñas concentraciones de estos compuestos en la atmósfera era necesaria una nueva generación de detectores más sensibles.

Los CFC poseen una capacidad de supervivencia en la atmósfera, de 50 a 100 años. Con el correr de los años alcanzan la estratosfera donde son disociados por la radiación ultravioleta, liberando el cloro de su composición y dando comienzo al proceso de destrucción del ozono.

La forma por la cual se destruye el ozono es bastante sencilla. La radiación UV arranca el cloro de una molécula de clorofluorocarbono (CFC). Este átomo de cloro, al combinarse con una molécula de ozono la destruye, para luego combinarse con otras moléculas de ozono y eliminarlas.

Proceso de destrucción del ozono



El proceso es muy dañino, ya que en promedio un átomo de cloro es capaz de destruir hasta 100.000 moléculas de ozono. Este proceso se detiene finalmente cuando este átomo de cloro se mezcla con algún compuesto químico que lo neutraliza.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

Cualquier aumento de la radiación UVB que llegue hasta la superficie de la Tierra tiene el potencial para provocar daños al medio ambiente y a la vida terrestre. Los resultados indican que los tipos más comunes y menos peligrosos de cáncer de la piel, no melanomas, son causados por las radiaciones UVA y UVB.

Las últimas pruebas indican que la radiación UVB es una causa de los melanomas más raros pero malignos y virulentos. La gente de piel blanca que tiene pocos pigmentos protectores es la más susceptible al cáncer cutáneo, aunque todos están expuestos al peligro.



El aumento de la radiación UVB también provocará un aumento de los males oculares tales como las cataratas, la deformación del cristalino y la presbicia. Se espera un aumento considerable de las cataratas, causa principal de la ceguera en todo el mundo.

La exposición a una mayor radiación UVB podría suprimir la eficiencia del sistema inmunológico del cuerpo humano. La investigación confirma que la radiación UVB tiene un profundo efecto sobre el sistema inmunológico, cuyos cambios podrían aumentar los casos de enfermedades infecciosas con la posible reducción de la eficiencia de los programas de inmunización. La inmunosupresión por la radiación UVB ocurre independientemente de la pigmentación de la piel humana. Tales efectos exacerbarían los problemas de salud de muchos países en desarrollo.

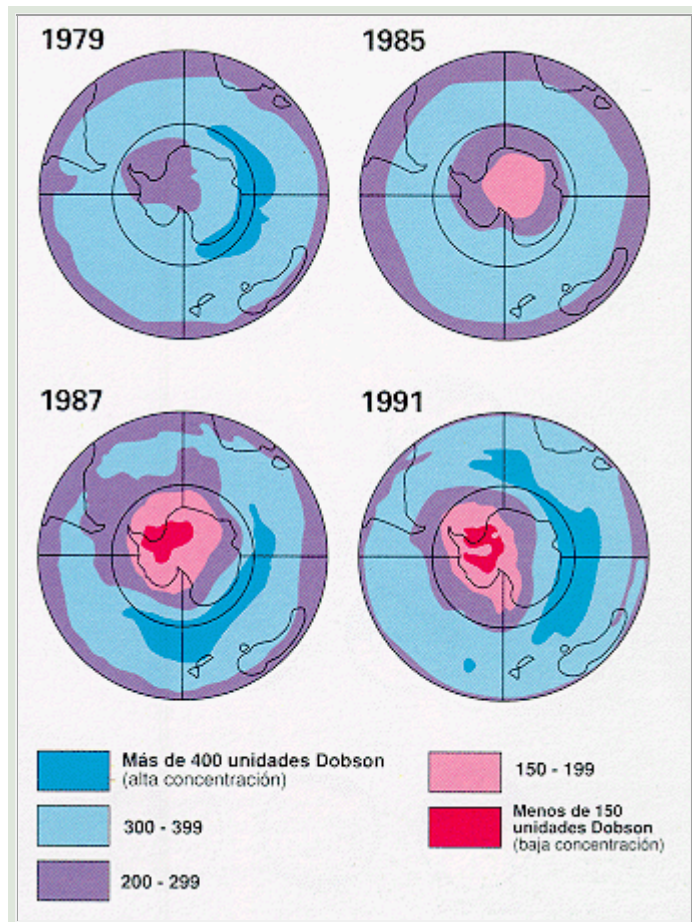
De igual manera, la radiación UVB afecta la vida submarina y provoca daños hasta 20 metros de profundidad, en aguas claras. Es muy perjudicial para las pequeñas criaturas del plancton, las larvas de peces, los cangrejos, los camarones y similares, al igual que para las plantas acuáticas. Puesto que todos estos organismos forman parte de la cadena alimenticia marina, una disminución de sus números puede provocar asimismo una reducción de los peces. La investigación ya ha demostrado que en algunas zonas el ecosistema acuático está sometido a ataque por la radiación UVB cuyo aumento podría tener graves efectos detrimentales.

EL AGUJERO DE LA ANTARTIDA

Ya se ha demostrado que los CFC son la principal causa detrás de la prueba más impresionante de la destrucción del ozono. Cada primavera austral se abre un "agujero" en la capa de ozono sobre la Antártida, tan extenso como los Estados Unidos y tan profundo como el Monte Everest. El agujero ha crecido casi todos los años, desde 1979. En los últimos años, el agujero ha aparecido cada año, excepto en 1988.

En 1992, cuando el agujero alcanzó su mayor tamaño, la destrucción del ozono alcanzó un 60% más que en las observaciones anteriores. El agujero cubría 60 millones de km² comparado con 44 millones de km². En 1992, el agujero se observó durante un periodo más largo, probablemente porque las partículas lanzadas por el volcán Monte Pinatubo aumentaron la destrucción de la capa de ozono. Evaluaciones de la capa de ozono en algunos puestos de observación en 1992 también demostraron la destrucción total de la capa de ozono entre los 14 y los 20 km. de altura.

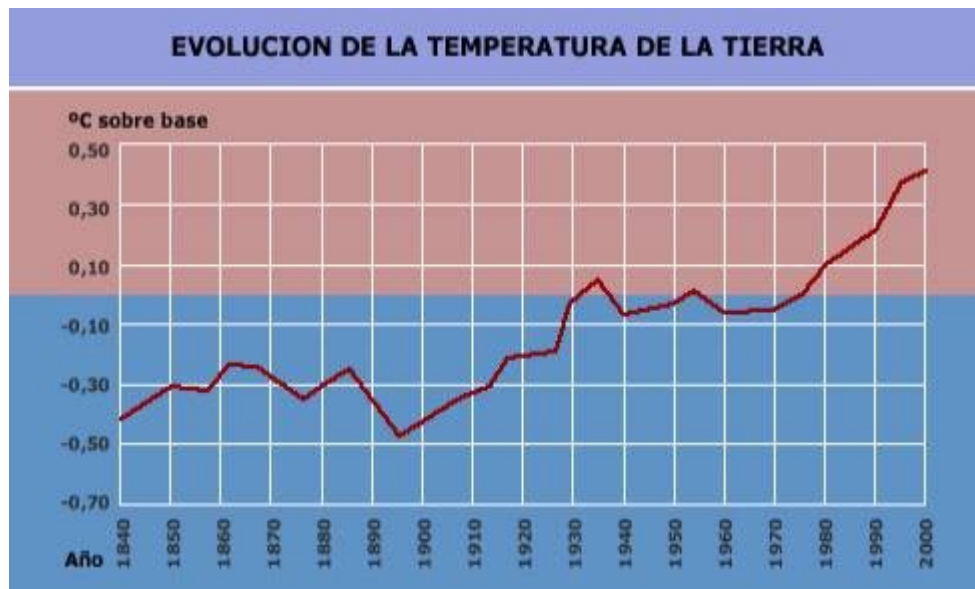
Nadie sabe cuáles serán las consecuencias del agujero en la capa de ozono, pero la investigación científica exhaustiva no ha dejado dudas en cuanto a la responsabilidad de los



CFC. Al parecer, su acción es favorecida por las condiciones meteorológicas exclusivas de la zona, que crean una masa aislada de aire muy frío alrededor del Polo Sur.

LOS CFC Y EL CALENTAMIENTO DE LA TIERRA

Los CFC y los halones contribuyen al efecto invernadero, y pueden causar el calentamiento de la Tierra. Teóricamente, una molécula de CFC11 ó 12 es más de 10.000 veces más efectiva que una molécula de bióxido de carbono, en su aporte al calentamiento del planeta. Sin embargo, se desconoce el efecto neto sobre el calentamiento de la Tierra de la emisión a la atmósfera de las sustancias dañinas para el ozono y la destrucción ulterior de la capa de ozono. El enfriamiento por radiación provocado por la pérdida del ozono estratosférico inferior podría compensar el calentamiento causado por las sustancias químicas destructoras del ozono.



No obstante, el delicado equilibrio de la atmósfera no debe someterse a prueba porque no podemos pronosticar las consecuencias con seguridad absoluta. El agujero de la Antártida es un terrible ejemplo de la intromisión del hombre en la atmósfera natural.

DESARROLLO DEL PROTOCOLO DE MONTREAL, 1987-1992

El Protocolo contiene muchas cláusulas innovadoras, que dan margen para una evaluación científica y técnica de la destrucción del ozono. Los resultados de estas revisiones progresivas se discutirían detalladamente por lo menos una vez cada cuatro años. Se reconoció que los países en desarrollo experimentarían dificultades en la puesta en aplicación del Protocolo, y se les dio un plazo de diez años, además de asistencia técnica y ayuda financiera.

Para impedir la exportación de las sustancias destructoras del ozono a los países que no se habían suscrito a los objetivos del Protocolo, se impusieron restricciones comerciales. No se permitió que las partes comerciaran en sustancias controladas con los países que no habían firmado el tratado. Cada parte presenta un informe anual de su producción y consumo de las sustancias para que se pueda comprobar el cumplimiento de las medidas de control.

En los mismos momentos en que las naciones firmaban el Protocolo de Montreal, los nuevos descubrimientos científicos indicaban que las medidas de control eran insuficientes para restaurar la capa de ozono. Por lo demás, los países en desarrollo expresaron su preocupación por los términos muy vagos sobre la transmisión de tecnología y ayuda financiera.

Los HCFC, sustitutos de los CFC, que también destruyen el ozono, se clasificaron en un anexo separado como sustancias transitorias. Las partes también acordaron limitar el empleo de los HCFC a usos esenciales. Cada país debe presentar un informe sobre su producción y consumo de estas sustancias.

EL PROTOCOLO DE MONTREAL

Tanto el Convenio como el Protocolo se rigen por medio de reuniones regulares de las partes. Las partes del Protocolo se reúnen una vez al año, y las partes al Convenio, una vez cada tres años. El Convenio se centra en la investigación de la capa de ozono en tanto que el Protocolo aplica las medidas de control sobre las sustancias destructoras del ozono.

Las Medidas de Control

Todas las partes están obligadas a eliminar los cinco CFC originales hacia 1996 y los tres halones hacia 1994. Todos los otros CFC, tetracloruros de carbono y metilcloroformo serían eliminados hacia el año 1996 por todas las partes adheridas a la Enmienda de Londres. Los países que ratificaron la Enmienda de Copenhague, eliminarán también los hidrobromofluorocarbonos (HBFC) hacia 1996 y los HCFC hacia el año 2030. Estas partes también congelarán el consumo de bromuro de metilo a los niveles de 1991 hacia el año 1995. Los fabricantes tienen autorizado un exceso del 10 al 15% de producción de cada una de las sustancias para que los países en desarrollo puedan cumplir con sus necesidades domésticas básicas. Se ha redactado una disposición que permite la producción y el consumo en pequeñas cantidades para cumplir con las necesidades esenciales tales como la investigación y los usos médicos después de las fechas de eliminación de las sustancias.

Recuperación y reciclaje

Los enormes bancos de sustancias controladas que se encuentran en los equipos existentes pueden aprovecharse para acelerar la reducción de la producción. Con este fin, las partes eximieron el consumo de sustancias recicladas cuando calcularon el consumo de acuerdo con el Protocolo. Se estimulará la recuperación, reclamación y reciclaje de las sustancias para reducir la producción y acelerar el cierre de las fábricas productoras de dichas sustancias.

Restricciones comerciales

Según el Artículo 4 del Protocolo, ninguna parte podrá exportar a los países que no están en el tratado sustancias controladas bajo (i) el Anexo A del Protocolo (clorofluorocarbonos (CFC) y halones) a partir del 1 de enero de 1993 y (ii) el Anexo B del Protocolo (metilcloroformo, tetracloruro de carbono y otros CFC) a partir del 10 de agosto de 1993.

El párrafo 8 del Artículo 4 estipula que se permitirán las exportaciones por las partes: "a cualquier Estado que no se haya adherido a este Protocolo, si se determina, en una reunión de las partes, que dicho Estado ha cumplido con el Artículo 2, los Artículos 2A a 2E y el presente Artículo y ha proporcionado datos a tal efecto, según lo previsto en el Artículo 7".

De acuerdo con esta disposición, un país que no esté en el acuerdo puede quedar eximido de la prohibición comercial sobre una base anual, pero sólo después de que los datos proporcionados sobre su producción y consumo de CFC y halones hayan sido revisados por una reunión de las partes.

Desarrollo y transmisión de sustancias y tecnologías alternativas

Doce de los productores químicos principales iniciaron conjuntamente el Estudio de la Aceptabilidad Ambiental de los Fluorocarbonos Alternativos (AFEAS) en diciembre de 1988. Los resultados fueron presentados a las Comisiones de Evaluación del Protocolo a medida que estuvieron listos. Los estudios incluyeron muchos aspectos del impacto que tales alternativas tendrían sobre el medio ambiente. Los efectos tales como el calentamiento, toxicidad aguda, o sea el efecto de una sola exposición de alto nivel, carcinogénesis, o sea el potencial de causar cáncer, toxicidad del desarrollo, o sea el potencial de causar defectos de nacimiento, genotoxicidad, o sea el potencial de causar daños a los genes o cromosomas. Las sustancias examinadas fueron los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC). Los HFC, a diferencia de los HCFC, no destruyen el ozono pero tienen el potencial para provocar el calentamiento global.

El uso de los CFC en la refrigeración y enfriamiento es una de las aplicaciones más importantes y de crecimiento más rápido en los países en desarrollo. Los CFC desempeñan dos funciones principales: como refrigerantes y como agentes químicos sopladores en la fabricación del plástico celular rígido para aislar las cámaras frigoríficas. Las sustancias químicas alternativas identificadas incluyen los HFC 134a y HFC 152, y combinaciones de HCFC22, 123,124, 125, y 141b. Puesto que los HCFC también destruyen el ozono y los HFC provocan el calentamiento de la Tierra pueden utilizarse otras sustancias como el amoníaco, que se había usado durante mucho tiempo pero que fue abandonado en favor de los CFC. Algunos apoyan el uso del propano como refrigerante. Se están desarrollando nuevas tecnologías tales como los refrigeradores cíclicos Stirling, el enfriamiento por evaporación y los sistemas de absorción, etc. En el mercado se verán muchos refrigeradores y acondicionadores de aire "ecológicos" en los próximos dos años.

Estos problemas se superarán gracias a la voluntad política en todos los países de sustituir a los CFC lo más pronto posible y a los recursos del Fondo Multilateral para sufragar los costos de adquirir las nuevas tecnologías y transmitir las a los países en desarrollo.

MARCO LEGAL Y SITUACION DE LOS CFC EN LA REPUBLICA DE PANAMA

Antecedentes:

- ❑ En Diciembre 1993 se aprueba el **Programa de País** para la Implementación del Protocolo de Montreal en Panamá.
- ❑ Desde entonces, la **Unidad Nacional de Ozono (UNO)**, creada por el Ministerio de Salud, ha administrado y ejecutado su implementación con el apoyo del Proyecto de **Fortalecimiento Institucional**.
- ❑ Su exitosa implementación ha permitido cumplir con la congelación obligatoria de CFC de 1995 y con la reducción progresiva hasta el año 2008.

Marco Legal:

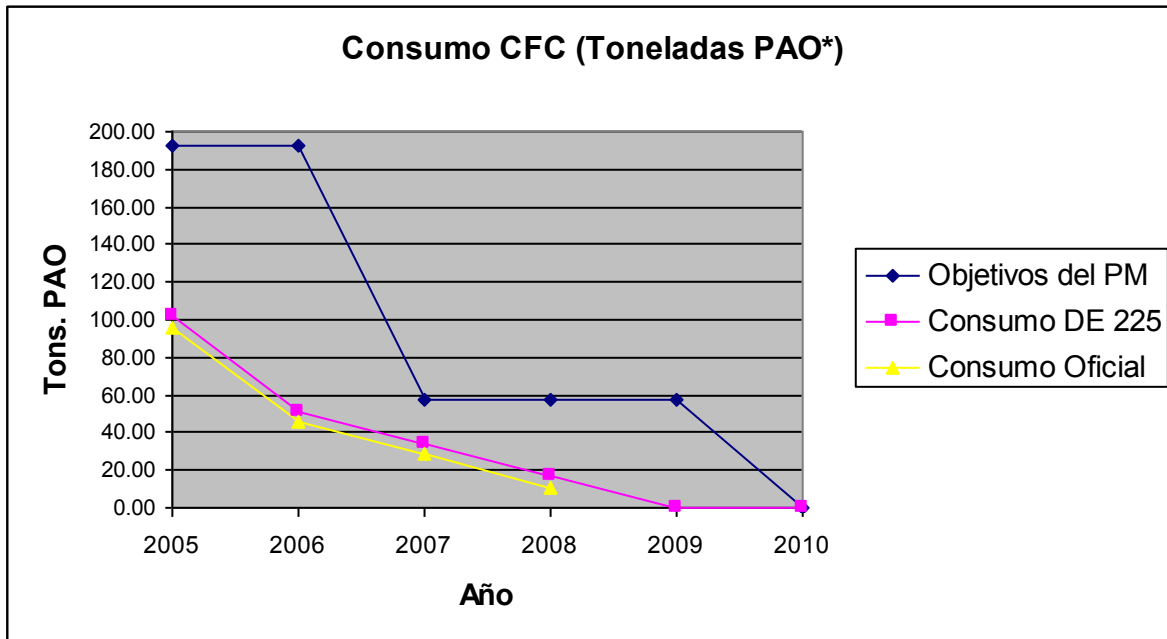
Ley No. 2 del 3 de enero de 1989	Ratifica el Convenio de Viena
Ley No.7 del 3 enero de 1989	Ratifica el Protocolo de Montreal
Ley No. 25 del 10 de diciembre de 1990	Ratifica la Enmienda de Londres
Resolución No. 101 del 1 de marzo de 1993	Regula la importación del Halon 1211
Resolución No. 100 del 1 de marzo de 1993	Regula la importación del Halon 1301
Ley No. 46 del 5 de julio de 1996	Ratifica la Enmienda de Copenhage
Ley No. 87 del 11 de noviembre de 1998	Ratifica la Enmienda de Montreal
Ley No. 51 del 17 de octubre de 2001	Ratifica la Enmienda de Beijin
Decreto de Gabinete No. 29 del 27 de junio de 1997	Modifica arancel de sustancias controladas y sustitutas R-134a
Resolución No. 66 de 18 de agosto de 1997	Requisitos de Importación de SAO
Decreto Ejecutivo No. 255 del 16 de noviembre de 1998	Reglamenta la Ley No. 7, control de importación, cuotas, certificación de técnicos, control del bromuro de metilo
Resolución No. 13 del 22 de febrero 2000	Distribución de cuotas de importación tradicional y no tradicional
Resolución No. 598 del 6 de agosto de 2004	Control de Importación SAO, licencias de importación, etc.

Logros:

- ❑ Elaboración e implementación del marco legal para el control de las Sustancias Agotadoras del Ozono.
- ❑ Implementación de los siguientes proyectos de inversión:
 - Recuperación y reciclaje de CFC en refrigeración doméstica, comercial y aire acondicionado móvil (MAC)
 - Eliminación de CFC-11 en la elaboración de espumas de poliuretano rígido y flexible
 - Eliminación de CFC-12 en la fabricación de espumas de poliestireno
- ❑ Implementación de los siguientes proyectos de no inversión:
 - Taller sobre alternativas del bromuro de metilo
 - Programa de capacitación a técnicos de refrigeración y aire acondicionado
 - Programa de formación de Oficiales de Aduanas
- ❑ Desarrollo y ejecución de un programa de concienciación y divulgación de la información
- ❑ Implementación del proyecto Plan de Manejo de Refrigerantes (PMR)
 - Formación de Oficiales de Aduanas
 - Capacitación y certificación de técnicos de refrigeración y aire acondicionado
 - Evaluación y monitoreo del PMR

- Evaluación de la legislación y de los mecanismos de importación de CFC
- La República de Panamá ha cumplido con las metas de consumo de CFC en el año 2007 y está bien encaminado para cumplir con los consumos del año 2008 y su eliminación total de CFC en el año 2009.
- Del inventario de barcos pesqueros, 80 han sido reconvertidos, lo que representa aproximadamente el 51% de la flota activa. Se prevé completar el 100% durante el año 2009.
- En este año se inició con el proceso de capacitación en buenas prácticas ambientales y la certificación de técnicos de refrigeración y aire acondicionado, se espera capacitar 50 técnicos durante este año y 250 técnicos adicionales para el primer trimestre de 2009. De igual manera se espera entregar a cada técnico certificado un kit de herramientas para refrigeración y aire acondicionado.

Consumo de CFC en la República de Panamá



- PAO: Potencial de Agotamiento del Ozono
- Consumo DE 225: Límite de consumo, según el Decreto Ejecutivo No. 225
- Objetivo del PM: Límite de consumo establecido por el Protocolo de Montreal
- Consumo Oficial: Consumo real de CFC en la República de Panamá