

11 -- LOS AEROSOL Y EL MEDIO AMBIENTE

1.1. El efecto invernadero:

Por último vale la pena detenerse en el Efecto Invernadero y cómo puede afectar a nuestra industria.

En contraste con la controversia Ozono-CFC que solamente cuestionaba unas pocas sustancias elaboradas por el ser humano, y que de acuerdo a las predicciones podría quedar solucionado para el año 2050, el problema del Calentamiento Global (Global Warming) es producido por un gran número de sustancias naturales y artificiales cuyos efectos durarán por varios siglos. Otra característica es que la modificación de las actividades del hombre solo afectan una parte del problema.

La mayor de todas las causas esto es la producción de CO₂ requeriría para ser corregido medidas drásticas tales como reducir el consumo de combustibles fósiles, controlar la población del planeta, etc. Todas estas medidas son prácticamente imposibles de llevar a cabo, y son opuestas a las tendencias actuales de la humanidad y de quienes la gobiernan.

El clima de la tierra es controlado por múltiples factores que ejercen efectos efímeros o de largo plazo. Existen más de una docena de factores que ejercen su influencia, listados en la tabla adjunta. La cantidad y la capacidad relativa de absorción de los gases que contribuyen al efecto invernadero es uno de ellos.

a) Factores extraterrestres	Duración típica
Actividad solar superficial	40 a 120 años
Irradiancia Solar	100 años
Polvo entre la Tierra y el Sol	Varia continuamente
Ciclos de Milankovich Precesión, Exentricidad orbital, Inclinación del eje terrestre, etc.	110.000 años
Albedo (*) Terrestre	
Vapores y polvos volcánicos	1 a 4 años
Cobertura de nubes	Varia continuamente
Turbidez atmosférica (fog)	Varia continuamente
Gases de invernadero Naturales	9.000 a 13.000 años
Gases de invernadero antropogénicos	250 años
Capacidad de absorción:	
Albedo de la Tierra, nieve, hielo	Muy largo plazo
Movimiento de placas tectónicas	Muy largo plazo
Corrientes oceánicas	Largo plazo

11 -- LOS AEROSOL Y EL MEDIO AMBIENTE

(*) El Albedo mide la cantidad de radiación reflejada por un cuerpo en relación a la cantidad de radiación incidente.

Los cambios climáticos específicamente no producen efectos aislados entre sí. El calor produce mayor evaporación y por consiguiente mayor cantidad de nubes. El vapor de agua es el gas que más contribuye al efecto invernadero, pero además, una vez formadas las nubes también reflejan una parte de la radiación solar incidente de vuelta al espacio.

Esto contribuirá a disminuir la temperatura atmosférica.

Por el contrario si disminuye la superficie cubierta con hielo o nieve, (altamente reflectivas), y provocan la liberación de metano, (proveniente del octahidrato de metano disuelto en la nieve) provocará incremento de la temperatura y del calentamiento global.

Los ciclos de Milankovich que relacionan la posición de la tierra con respecto al sol describen matemáticamente las eras glaciares.

En sus 4.600 millones de años de existencia la tierra ha experimentado 7 Eras Glaciares, la primera hace 2.200 y la última finalizó hace 50 millones de años. Desde la finalización de la última Era han ocurrido 6 Épocas Glaciares la última de ellas hace 2,4 millones de años. A su vez la última Época Glaciar comprende 20 Períodos más tibios de 8.000 a 13.000 años de duración separados por glaciaciones de 90.000 a 120.000 años de duración.

La más reciente glaciación comenzó hace 120.000 años con un progresivo avance del hielo desde los casquetes polares. Transcurridos 5.000 años ya había quedado cubierto con más de 1.500 metros de hielo las futuras ciudades de Nueva York y Londres. Sin embargo el clima de Siberia, África, Sud América y Australia permanecían casi sin alteraciones. Al convertir cantidades increíbles de agua en hielo el nivel de los mares descendió 120 metros y se formaron puentes entre los continentes alterando la forma actualmente conocida. Además el peso del hielo deprimió la mayor parte de Escocia e Inglaterra por debajo del nivel del mar.

La temperatura comenzó a elevarse hace 70.000 años pero tuvo un nuevo descenso hace 18.000 años. Luego comenzaron a incrementarse las temperaturas desde hace 11.000 años hasta nuestros días, comenzando un período Interglacial.

El proceso de fusión demoró más o menos 5.000 años, y podemos afirmar que hace 8.000 años casi todo EE.UU., a excepción de Maine, estaba libre de hielo, Noruega solo quedó liberada hace 5.500 años. Aún en nuestros días en Alaska hay glaciares en retroceso, mientras en la Patagonia aún sobreviven algunos en avance.

Hasta llegar a nuestros días se han producido algunos períodos cuyas temperaturas promedio han sido inferiores a lo normal, tal es el caso de la ola de frío que afectó Europa entre 1450 y 1860. Con registros más exactos se pudo determinar un descenso de 0,4 °C durante el período comprendido entre 1961 y 1982, lo que provocó que muchos científicos predijeran una nueva glaciación inminente.

11 -- LOS AEROSOL Y EL MEDIO AMBIENTE

Superada la alarma los científicos comenzaron a alarmar a la población acerca de un período de Calentamiento Global.

En realidad se sabe que grandes cambios climáticos tales como glaciaciones o Calentamientos son fenómenos que requieren miles de años para ocurrir.

Lo único capaz de producir enfriamientos en períodos cortos de tiempo son grandes cantidades de polvo liberado por volcanes o a mediano plazo incrementos de los gases de la atmósfera que retienen la radiación infrarroja.

Recientes investigaciones sugieren que en el término de nuestras vidas es prácticamente imposible que veamos variaciones del nivel de los mares.

Después del vapor de agua, los gases que mayor incidencia ejercen sobre el efecto invernadero son por orden decreciente:

1.1.1. Dióxido de Carbono:

Después del vapor de agua el dióxido de carbono es el gas que más contribuye al calentamiento global de nuestro planeta. La diferencia es que no podemos modificar la situación del vapor de agua en la atmósfera, por ello si lo dejamos de lado tendremos que el dióxido de carbono contribuye con el 60 %, el metano agrega otro 15 %, seguido del ozono con 15 %, luego el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y otros.

El dióxido de carbono ingresa a la atmósfera a través de la oxidación o combustión del carbono orgánico.

Los océanos y lagos contienen 38.500 Gigatoneladas de carbono orgánico. El total de carbono presente en combustibles fósiles se calcula en 8.000 Gigatoneladas, y el carbono orgánico sobre la superficie representa entre 700 y 2800 Gt. En la atmósfera también se lo encuentra presente en otros gases como el metano totalizando 80 a 140 Gt. Hasta ahora nadie se ha tomado el trabajo de calcular la totalidad de carbono presente en los animales e insectos entre los que contamos 5.900 millones de seres humanos, 1100 millones de vacas, 4 trillones de termitas, etc.

El dióxido de carbono es emitido durante la respiración de casi todas las formas de vida. Con excepción de ciertos virus y bacterias anaeróbicas. Se produce en cada reacción de combustión, desde los incendios forestales a las centrales eléctricas pasando por las hornallas de la cocina, los fuegos para el asado del domingo, y la soldadura autógena. Es imposible producir acero sin generar dióxido de carbono. Hasta los automóviles eléctricos no pueden operar sin centrales que generen energía eléctrica y la mayoría de la misma se genera quemando combustibles fósiles que producen dióxido de carbono.

El total de dióxido de carbono en la atmósfera se estima en 4.400 Gt. es decir aproximadamente 360 ppm para este año (1997), creciendo a razón de 1 ppm por año.

11 -- LOS AEROSOL Y EL MEDIO AMBIENTE

1.1.2. Metano

A largo plazo, el metano es mucho más preocupante como agente responsable del calentamiento global, que el dióxido de carbono.

Actualmente representa el 1,85 % del volumen de la troposfera cuando hace mil años sólo representaba el 0,67 % en volumen. En el año 1967 era 1,68 % lo que refleja la monstruosa variación de la tasa de crecimiento. El metano posee una vida media atmosférica de $10 \pm 2,5$ años. Tiene un potencial de calentamiento global 62 veces mayor que el dióxido de carbono.

Concentración de metano en la atmósfera y su contribución al calentamiento global:

Año	Concentración en aire ppm	Tasa de crecimiento anual %	Contribución al Calentamiento Global %
1000	0,67		
1787	0,70	0,0133	8
1887	0,85		
1987	1,68		
1988	1,70		
1990	1,734	1,00	15
1992	1,77		
1994	1,80	0,99	16
1996	1,84		
1998 e	1,88		
2000	1,92	1,05	
2050	3,00	1,12	25

El metano contribuye actualmente con el 15% del Calentamiento Global, excluido el efecto del vapor de agua. Se calcula que hacia fines del siglo XXI el efecto del metano habrá superado al producido por el dióxido de carbono.

Aparentemente la humanidad tiene una capacidad muy reducida para modificar estas cifras. Del total de 600 millones de toneladas/año que son inyectados en la atmósfera:

- 43 % proviene de fuentes naturales como la tundra, pantanos etc.
- 57 % de fuentes antropogénicas principalmente campos de arroz y ganadería que contribuye con el 13 % del total. Medidas drásticas tales como la reducción de la cantidad de habitantes del planeta o de sus raciones alimentarias son imposibles,

11 -- LOS AEROSOL Y EL MEDIO AMBIENTE

luego tendremos que concluir que es muy poco lo que la humanidad puede hacer para controlar el flujo de metano a la tropósfera, salvo reducir pérdidas en gasoductos, que prácticamente no tienen incidencia a nivel atmosférico.

1.1.3.Ozono

Este gas es extremadamente reactivo, y existe en la tropósfera en un rango comprendido entre 0,03 y 0,07 ppm. Se encuentra ubicado en una franja de la atmósfera comprendida entre los 10 y 50 km. de altitud con la mayor densidad se encuentra a los 29 km. de altitud. Allí absorbe casi todas las radiaciones UV-B dañinas y una gran parte de las menos malignas UV-A calentando la estratósfera durante este proceso.

La estratósfera continuamente provee de ozono no sólo a la tropósfera, sino también a la atmósfera siendo considerada la mayor fuente del ozono superficial (Ground Level Ozone). Un hecho escasamente publicitado es que el ozono superficial cercano a las áreas pobladas es lo más efectivo para reducir las radiaciones UV-B dañinas para el Hombre.

Asimismo refleja de nuevo hacia la Tierra parte de las radiaciones que habiendo rebotado sobre la superficie terrestre regresan al espacio.

Los esfuerzos del Hombre para reducir las sustancias agotadoras del ozono, al prohibir el uso de CFC incrementarán ineludiblemente el calentamiento global.

Por ello podemos afirmar que el calentamiento global debido al Ozono que hoy representa casi un 15 % del total se incrementará próximamente.

1.1.4.Monóxido de Carbono

Junto con el dióxido de carbono es un subproducto inevitable de cada combustión. En cambio si se puede minimizar su efecto a través de una mejor relación aire/combustible. Posee una vida media de aproximadamente 2 meses. No está regulada como VOC en los EE.UU. porque no forma parte de ninguna formulación. Al llegar a la estratósfera y reaccionar con el oxígeno, produce dióxido de carbono y Ozono, ambos considerados como agentes responsables del calentamiento global.

1.1.5.Óxido de Nitrógeno

Este gas ,sin olor, contribuye por sí solo, con el 6 % del calentamiento global.

El 99 % proviene de orígenes naturales tales como los relámpagos, las algas y las bacterias; sobre las cuales el Hombre no tiene control.

1.1.6.Otros

Prácticamente todos los gases liberados en la atmósfera contribuyen al Calentamiento Global. Pero en la gran mayoría de los casos la vida media es inferior a una semana, por consiguiente solo actuarán indirectamente. Por ejemplo la mitad del dimetil eter liberado a la atmósfera se convierte en dióxido de carbono y agua en aproximadamente 4 días y el 99.5 % habrá reaccionado en un mes. Por cada molécula de DME se producirán dos moléculas de CO₂ por consiguiente diremos que al medir el Potencial de Calentamiento Global (GWP) si tomamos como referencia el CO₂ y le asignamos el valor 1, luego el DME tendrá valor 2. Para compuestos más estables esto es con una vida media atmosférica superior al año se calcula el potencial de calentamiento global de los compuestos y no la cantidad de moléculas de CO₂ que genera su descomposición. Por ello, usando la misma escala se ha determinado que los CFC tienen grandes Potenciales de Calentamiento Global, así para el CFC-12 se ha determinado un GWP de 8500 , para el HCFC-134a el GWP es de 2250 y para el HCFC-152a 190, en comparación los gases de reducida vida media atmosférica tienen GWP reducidos, por ejemplo para el propano el valor del mismo es 3 y para el N-butano e Isobutano 4.

De todos, probablemente el más estable es el tetracloruro de carbono que tiene una vida media atmosférica de 50.000 años; del mismo se consumen 14.000 ton/año, lo que implica que podrá llevarnos a niveles preocupantes si continua este consumo por algunos siglos más.

El aerosol como sistema de empaque no debe bajo ningún concepto incluirse entre las restricciones, tanto por sus volúmenes, como por la importancia relativa de los compuestos usados, existen muchísimas otras actividades del hombre que deben ser reguladas antes de encarar la problemática aerosol-medio ambiente.

Los industriales involucrados deberemos estar atentos para que esto no ocurra.

1.2. Propelentes hidrocarburos según EPA:

Según publicara la Environmental Protection Agency de EE.UU. (EPA) (agencia de protección ambiental de los EE.UU.) el 12 de mayo de 1993 en el Federal Register: *Los hidrocarburos son sustitutos aceptables como propelentes en el sector aerosolista. Tienen varias ventajas desde el punto de vista ambiental con respecto a otros sustitutos, por ejemplo:*

Tienen cero potencial de deterioro del ozono estratosférico.

Debido a su tiempo de residencia en la atmósfera extremadamente reducido se estima que no tienen impacto significativo en el efecto invernadero.

A pesar que su reactividad contribuye a la formación de ozono troposférico, se puede considerar su efecto como despreciable

11 -- LOS AEROSOL Y EL MEDIO AMBIENTE

En conclusión podemos decir que prácticamente no contribuyen al SMOG, que es el aspecto visible y más molesto de la contaminación ambiental.

Tampoco contribuyen sensiblemente al Calentamiento Global ya que tienen un índice 3 cuando el CO₂ tiene valor 1 mientras que el CFC-132a tiene un índice de 4200.

Su mayor inconveniente desde el punto de vista ambiental es su inflamabilidad, lo que como todo riesgo depende de la metodología empleada para el manejo seguro del mismo .