

Emisiones de CO₂ y emisiones de CO₂ per cápita

Javier Colomo Ugarte

(2008)

TEMARIO

1. Estado de la cuestión

2. Resultados y tendencias mundiales de emisiones de CO₂

3. Hipótesis para una distribución equitativa de las emisiones de CO₂ (1990 - 2030)

4. Conclusiones

1. Estado de la cuestión

La reducción de emisiones de CO₂, que ha tenido su primer intento de regulación y primer gran fiasco en la firma e incumplimiento del Protocolo de Kyoto, permanece en el limbo de la indefinición, al no haber ido más allá de las declaraciones de buenas intenciones en otras posteriores reuniones: Bali, Bangkok, Copenhague, etc. Hay dos preguntas que deben formularse al respecto ¿Es posible un acuerdo entre naciones para la reducción de emisiones de CO₂? y ¿Por qué aunque no haya acuerdos, los países se resisten a aplicar unilateralmente un programa de reducción de emisiones?

Las repuestas a ambas preguntas están relacionadas entre sí porque, en un mundo comercialmente globalizado, tienen que ver con el desarrollo y la competitividad económica.

Lo que determina la fuente de utilización energética está en función de la productividad, la cual depende de la cantidad de energía - trabajo que se precisa utilizar para la producción de un producto, y también de la cantidad del esfuerzo humano necesario. Una decisión unilateral de un grupo de países en la reducción de emisiones de CO₂ supondría asumir costes adicionales en los procesos de producción para la reducción de las mismas, y por lo tanto, que disminuyera parte de la ventaja comparativa en el intercambio comercial global.

En los países ricos, las tecnologías de transformación de la energía en trabajo al ser más avanzadas que en los países pobres permiten utilizar menos energía para desarrollar el mismo trabajo, y también debido a una mejor organización empresarial del trabajo precisan de menos esfuerzo humano para obtener el mismo rendimiento que en los países pobres.

Los países pobres, solo pueden compensar la desventaja en la productividad con bajos salarios y más horas de trabajo, y utilizando fuentes de energía barata y accesible como el carbón. Por ello, la reducción de emisiones en los países poco desarrollados implicaría una pérdida de competitividad adicional sobre la ya existente de los países desarrollados, mientras que la externalización de costes con emisión libre a la atmósfera supone económicamente una ventaja comparativa.

Por el contrario, en los países desarrollados, la internalización de los costes de emisión de CO₂ sería posible implementarla porque su ventaja en la productividad les permite tener margen para asumir los costes derivados de la internalización de los costes de emisión, y seguir siendo competitivos en el mercado internacional.

Pero, considerando, por una parte, que los combustibles fósiles acaparan más del 80% de la cuota del mercado de energía primaria, y, por otra, que en las próximas décadas el crecimiento económico mundial se va a seguir desarrollando en el marco económico de competencia comercial entre naciones con diferentes

modelos de productividad económica, inexorablemente los países poco desarrollados van a mantener la externalización de costes como parte de la ventaja en el intercambio comercial, y por ello, los esfuerzos de los gobiernos de los países desarrollados por intentar evitar el crecimiento de la utilización de los combustibles fósiles y de la externalización de costes a la atmósfera están condenados de antemano al fracaso.

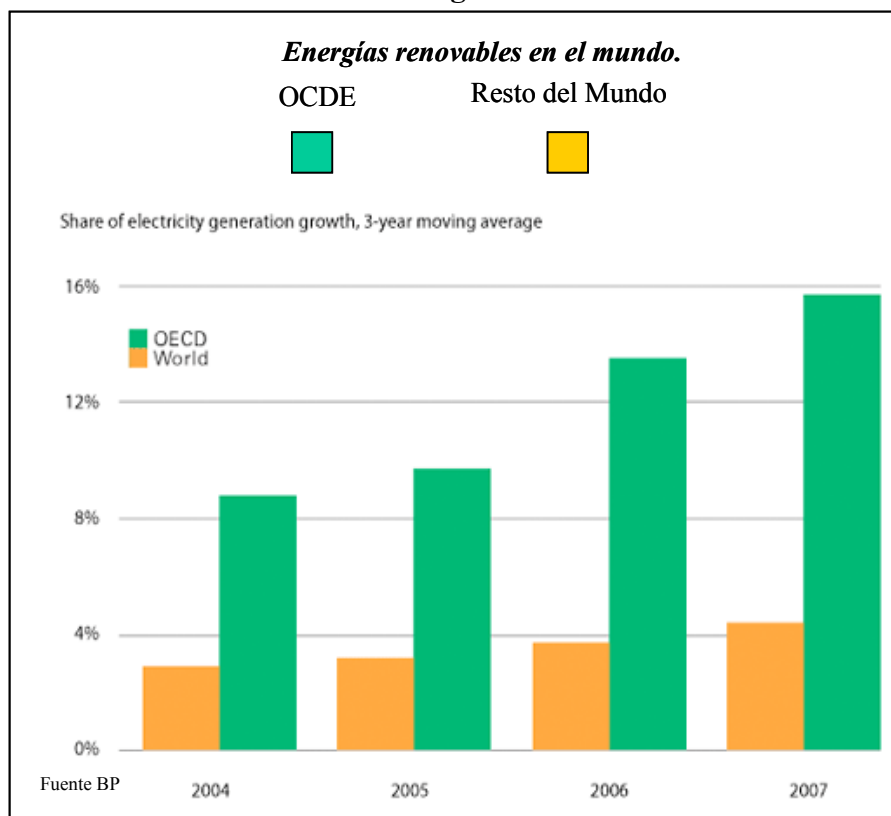
Y si bien las energías renovables van a experimentar un crecimiento gracias a las subvenciones de los países desarrollados, sus posibilidades de desarrollo mundial son muy limitadas.

En el caso de la energía hidroeléctrica por las limitaciones para su desarrollo en el conjunto mundial, pues si bien, hay países que disponen de abundantes recursos hídricos y condiciones para el desarrollo de saltos de agua, otros países no los tienen y en su conjunto aunque es la fuente de energía renovable competitiva más importante no alcanza el 5% de las necesidades mundiales de energía.

En el caso de las energías como la fotovoltaica y eólica, porque no son competitivas en el mercado y precisan, por lo tanto, de ayudas económicas adicionales de los gobiernos para su implementación. Además estas energías solamente están al alcance de los países desarrollados, pues los países poco desarrollados no tienen recursos para desviarlos en la promoción de este tipo de energías y recurren obviamente a las energías más asequibles, como son las derivadas de los combustibles fósiles.

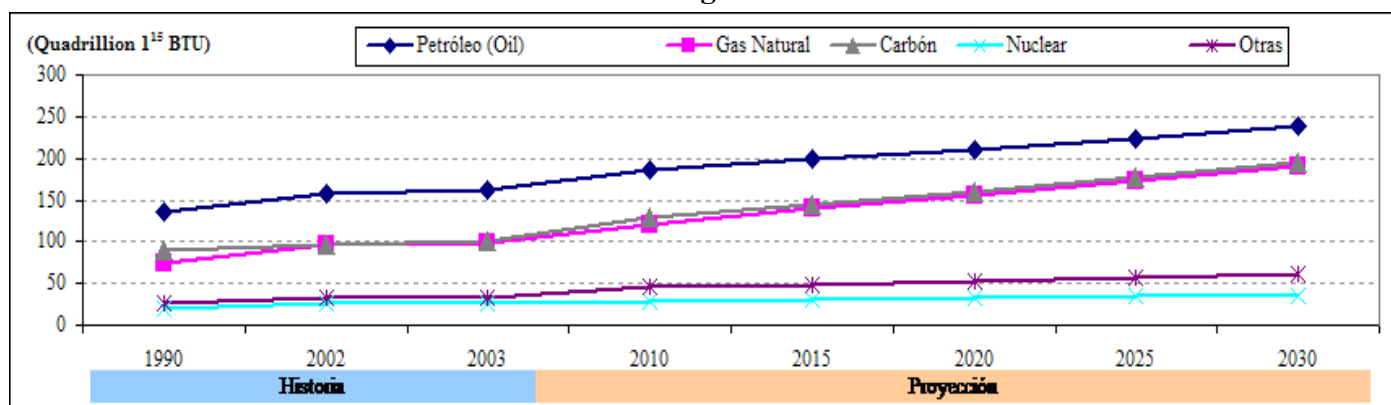
En la imagen 1 se puede ver como mientras en los países de la OCDE la implementación de las energías renovables, crecen del año 2004 al 2007 en más de un 40%, en el resto del mundo lo hacen escasamente.

Imagen 1



Descartadas, por lo tanto, por lo menos en el plazo de unas décadas la sustitución de los combustibles fósiles, a pesar de las buenas intenciones de políticos y grupos sociales, de los tratados internacionales y de las recomendaciones de la ONU por ampliar la presencia de las energías renovables fotovoltaica y eólica, el impacto de estas fuentes de energía en el porvenir en el sistema energético mundial va a ser relativamente muy pequeño (**Imagen 2**).

Imagen 2



NOTA: El Quadrillion 1^{15} en EEUU origen de la fuente, es equivalente al trillón Europeo; el trillon 1^{12} es equivalente al billón europeo, y el billion 1^9 es equivalente al millardo europeo. Fuente: Energy Information Administration / International Energy Outlook 2006.

Con la tecnología actual de generación de energía – trabajo, solamente la energía de fisión de nuclear podría ser alternativa competitiva en la sustitución de los combustibles fósiles, pero para ello se precisaría de una implementación masiva de centrales nucleares que llevaría a la humanidad a contraer una hipoteca milenaria en la conservación de cantidades ingentes de residuos radiactivos provenientes de la generación de esta fuente de energía y también la misma estaría supeditada a la limitación de las reservas de uranio.

Pero esta alternativa en el vigente sistema económico no es viable pues a los países poco desarrollados carecen de la tecnología de enriquecimiento de uranio y, por otra parte, tienen vetada, por las potencias que controlan el Consejo de Seguridad de la ONU, el acceso a la implementación de la energía de fisión nuclear. En la **imagen 3**, donde se muestra la localización de las centrales nucleares en el mundo, se puede observar como la inmensa mayoría de las mismas se localizan en los países desarrollados.

Imagen 3

Centrales nucleares en el mundo (Cada punto representa una central) (año 2008)

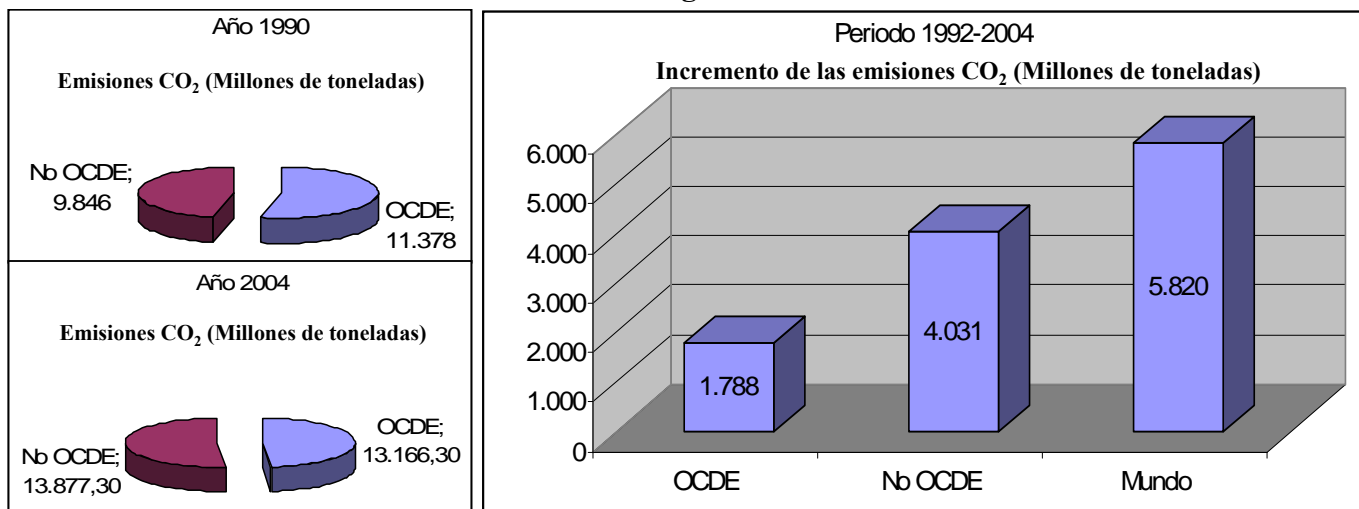


Por lo tanto los países pobres al no contar con la fuente de energía de fisión nuclear; porque su crecimiento económico tiende a sustentarse en la energías fósiles baratas como el carbón, seguidas del petróleo y gas natural, y porque para ser competitivos en el mercado internacional precisan de la externalización de costes al medioambiente, tanto el uso de los combustibles fósiles como las emisiones de CO_2 van a seguir creciendo.

2. Resultados y tendencias mundiales de emisiones de CO₂

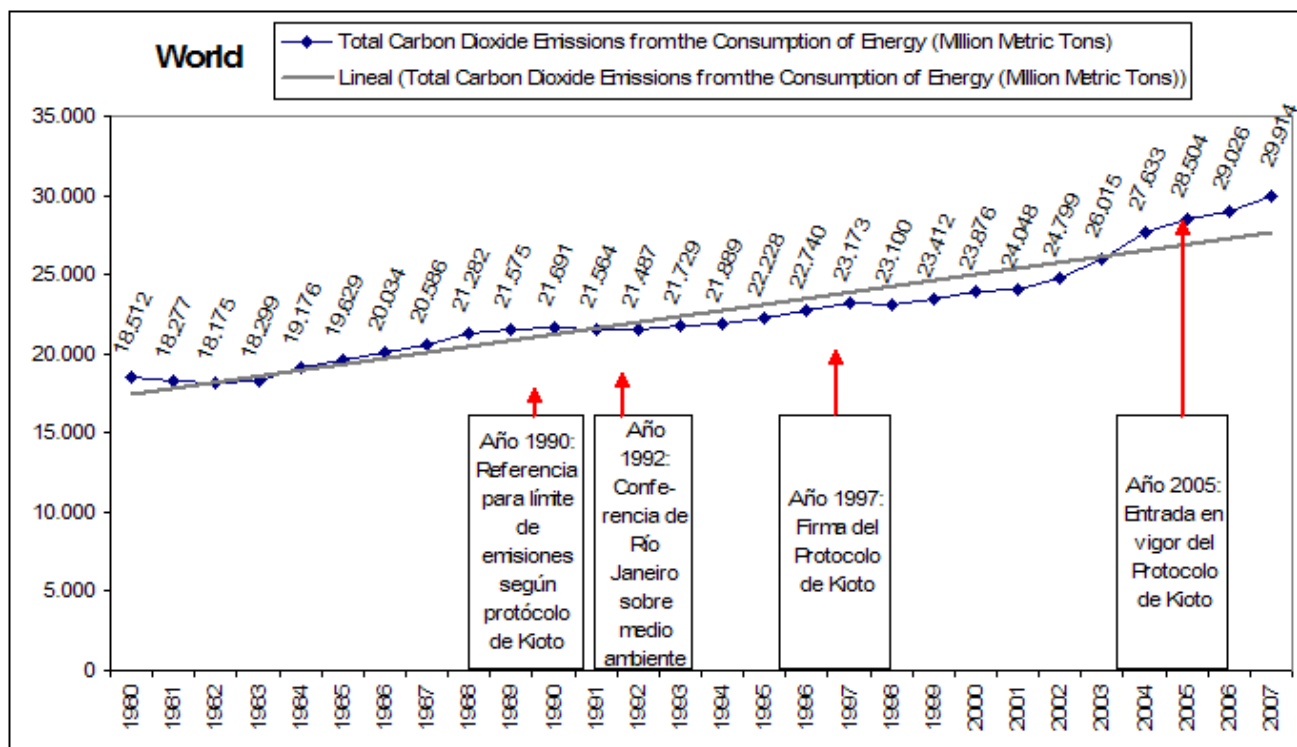
Tal y como se muestra en la **imagen 4**, los países poco desarrollados, en las dos últimas décadas, son lo que aportan el mayor volumen de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Imagen 4



Por otra parte, la evidencia de que los intentos internacionales de contener las emisiones de CO₂, no han ofrecido resultados se puede ver en los datos de la **imagen 5**, donde se muestra la evolución de las emisiones de CO₂ entre los años 1992 al 2004, constatándose paradójicamente como la tendencia ascendente de emisiones de CO₂ comienza a incrementarse coincidiendo las intenciones manifestadas para su contención en la firma del Protocolo de Kioto.

Imagen 5



Vista esta evolución, cabe preguntarse si estos intentos, de contención de las emisiones de gases de efecto invernadero, tienen viabilidad de llevarse a cabo, o si por el contrario, la atmósfera, inexorablemente seguirá afectada durante varias décadas más por éstos gases, debido a la imposibilidad, en el vigente sistema económico mundial, de cambiar de modelo energético y evitar, principalmente en los países poco desarrollados, la externalización medioambiental de estos gases.

No obstante, a pesar de que la mayoría de los países pobres son los que más aportan porcentualmente al incremento de las emisiones de CO₂, distan enormemente de las emisiones per capita de los países desarrollados. En el caso de los ámbitos OCDE y no OCDE, presentan un volumen de emisiones de CO₂ parecido 13.166,3 millones de toneladas en la OCDE y 13.877,3 en la no – OCDE. Pero mientras el ámbito de la OCDE agrupa al 17,5% de la población mundial, el de al no – OCDE agrupa al 82,5%, ello ofrece unas emisiones per cápita muy diferentes, 11,8 toneladas de media por habitante en la OCDE y 2,6 toneladas en la no –OCDE. A modo de comparación, se puede destacar, por ejemplo, la diferencia entre los dos países más contaminantes del mundo: Estados Unidos y China, mientras la media por habitante de emisiones de CO₂ en Estados Unidos es de 20,18 toneladas; en China es de 3,62 toneladas.

Estos datos ponen de manifiesto como las limitaciones al incremento en el volumen de emisiones, no pueden ser consideradas por igual, por los habitantes del planeta según el país donde vivan. Los países poco desarrollados precisan del crecimiento económico para salir de la pobreza y por lo tanto de generación de energía - trabajo barata, ligado al consumo de combustibles fósiles. Mientras que los países desarrollados precisan también del crecimiento económico para mantener la sociedad de consumo. La relación entre ambos ámbitos es desigual, los países ricos quisieran mantener el sistema político y económico vigente en el que miles de millones de pobres debieran aceptar su actual estatus, pero ello, en mundo globalizado, no es posible, a los habitantes de los países pobres para paliar su pobreza solo les queda el recurso a las migraciones hacia los países ricos, e impulsar en sus países el crecimiento económico a costa de incrementar las emisiones de CO₂.

La **imagen 6**, resume la relación entre las diferentes realidades, en el ámbito de la OCDE y No - OCDE, tanto en la evolución del tipo de combustibles a utilizar para la generación de energía – trabajo, así como en el crecimiento de emisiones de CO₂ a la atmósfera debido a los consumos de energía en los ámbitos respectivos.

Imagen 6

Consumo de energía y emisiones de CO₂ en el año 1990, previsión para los años 2010 y 2030, en los ámbitos OCDE, no OCDE y Mundial, y correlación entre ambas variables

Años:	ENERGÍA									EMISIONES DE CO ₂								
	Energía (Quadrillion BTU)			Porcentajes (%) de participación de cada fuente energía			Incremento porcentual (%) de cada fuente de energía			Emisiones de CO ₂ (Millones de toneladas)			Porcentajes (%) de participación en las emisiones de CO ₂ de cada fuente energía			Incremento porcentual (%) de las emisiones de CO ₂ según fuente de energía		
	1990	2010	2030	1990	2010	2030	1990	2010	2030	1990	2010	2030	1990	2010	2030	1990	2010	2030
OCDE																		
Petróleo	83,4	103,3	119,1	42,2%	40,3%	38,6%	100%	124%	143%	5.413	6.554	7.564	47,6%	46,0%	43,3%	100%	121%	140%
Gas Natural	37,2	58,0	76,8	18,8%	22,6%	24,9%	100%	156%	206%	1.949	3.053	4.046	17,1%	21,4%	23,1%	100%	157%	208%
Carbón	43,5	49,7	63,1	22,0%	19,4%	20,4%	100%	114%	145%	4.016	4.628	5.872	35,3%	32,5%	33,6%	100%	115%	146%
Total combustibles fósiles	164,1	211,0	259,0	83,1%	82,4%	83,9%	100%	129%	158%	11.378	14.235	17.482	100,0%	100,0%	100,0%	100%	125%	154%
Nuclear	17,3	23,4	24,1	8,8%	9,1%	7,8%	100%	135%	139%	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	1,00	
Otras energías renovables	15,9	21,7	25,7	8,1%	8,5%	8,3%	100%	136%	162%	Correlación (r) entre variables de consumo de energía de combustibles fósiles (Petróleo, Gas Natural, Carbón y Totales combustibles fósiles) y variables de emisiones de CO ₂								
Totales	197,4	256,1	308,8	100,0%	100,0%	100,0%	100%	130%	156%									
No OCDE																		
Petróleo	52,7	82,3	120,0	35,1%	32,5%	29,1%	100%	156%	228%	3.592	5.474	7.978	36,5%	34,0%	30,5%	100%	152%	222%
Gas Natural	38,0	63,1	113,1	25,3%	24,9%	27,4%	100%	166%	298%	2.005	3.334	5.969	20,4%	20,7%	22,8%	100%	166%	298%
Carbón	45,9	79,1	132,4	30,6%	31,2%	32,1%	100%	172%	288%	4.249	7.306	12.233	43,2%	45,3%	46,7%	100%	172%	288%
Total combustibles fósiles	136,6	224,5	365,5	91,1%	88,5%	88,5%	100%	164%	268%	9.846	16.114	26.180	100,0%	100,0%	100,0%	100%	164%	266%
Nuclear	3,1	5,5	10,6	2,1%	2,2%	2,6%	100%	177%	342%	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98	0,97	0,99	1,00	
Otras energías renovables	10,3	23,6	36,7	6,9%	9,3%	8,9%	100%	229%	356%	Correlación (r) entre variables de consumo de energía de combustibles fósiles (Petróleo, Gas Natural, Carbón y Totales combustibles fósiles) y variables de emisiones de CO ₂								
Totales	150,0	253,6	412,8	100,0%	100,0%	100,0%	100%	169%	275%									
MUNDO																		
Petróleo	136,1	185,6	239,1	39,2%	36,4%	33,1%	100%	136%	176%	9.005	12.028	15.542	42,4%	39,6%	35,6%	100%	134%	173%
Gas Natural	75,2	121,1	189,9	21,7%	23,8%	26,3%	100%	161%	253%	3.954	6.387	10.015	18,6%	21,0%	22,9%	100%	162%	253%
Carbón	89,4	128,8	195,5	25,7%	25,3%	27,1%	100%	144%	219%	8.265	11.934	18.105	38,9%	39,3%	41,5%	100%	144%	219%
Total combustibles fósiles	300,7	435,5	624,5	86,6%	85,4%	86,5%	100%	145%	208%	21.224	30.349	43.662	100,0%	100,0%	100,0%	100%	143%	206%
Nuclear	20,4	28,9	34,7	5,9%	5,7%	4,8%	100%	142%	170%	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	1,00	1,00	
Otras energías renovables	26,3	45,2	62,4	7,6%	8,9%	8,6%	100%	172%	237%	Correlación (r) entre variables de consumo de energía de combustibles fósiles (Petróleo, Gas Natural, Carbón y Totales combustibles fósiles) y variables de emisiones de CO ₂								
Totales	347,3	509,7	721,6	100,0%	100,0%	100,0%	100%	147%	208%									

Comentario imagen 6

Ámbito de la OCDE:

- El petróleo tiene una tendencia descendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 42,2% en el año 1990 al 38,6% en el año 2030, con un incremento del 43% en ese periodo.
- El Gas Natural tiene una tendencia ascendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 18,8% en el año 1990 al 24,9% en el año 2030, con un incremento del 106% en ese periodo.
- El Carbón tiene una tendencia descendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 22,0% en el año 1990 al 20,4% en el año 2030, con un incremento del 45% en ese periodo.
- El conjunto de los combustibles fósiles mantiene su participación del consumo total de energía, en torno al 83% entre el año 1990 y el año 2030, con un incremento del 56% en ese periodo.
- La energía nuclear tiene una tendencia descendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 8,8% en el año 1990 al 7,8% en el año 2030, con un incremento del 39% en ese periodo.
- Otro tipo de energías consideradas renovables, hidroeléctrica, fotovoltaica, eólica y otras, tienen una tendencia ascendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 8,1% en el año 1990 al 8,3% en el año 2030, con un incremento del 62% en ese periodo.

En el conjunto del ámbito de la OCDE el consumo de energía crecería entre el año 1990 y el año 2030 un 56%.

Ámbito de la No - OCDE:

- El petróleo tiene una tendencia descendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 35,1% en el año 1990 al 29,1% en el año 2030, con un incremento del 128% en ese periodo.
- El Gas Natural tiene una tendencia ascendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 25,3% en el año 1990 al 27,4% en el año 2030, con un incremento del 198% en ese periodo.
- El Carbón tiene una tendencia ascendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 30,6% en el año 1990 al 32,1% en el año 2030, con un incremento del 188% en ese periodo.
- El conjunto de los combustibles fósiles pasa del 91,1% en el año 1990, al 88,5% en el 2010, manteniendo esa participación (%) en el consumo total de energía hasta el año 2030, experimentando estos combustibles un incremento del 168% entre 1990 y el 2030.
- La energía nuclear tiene una tendencia ascendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 2,1% en el año 1990, al 2,6% en el año 2030, con un incremento del 242% en ese periodo.
- Otro tipo de energías consideradas renovables, hidroeléctrica, fotovoltaica, eólica y otras, tienen una tendencia ascendente en la participación del consumo total de energía, pasando del 6,9% en el año 1990 al 8,9% en el año 2030, con un incremento del 256% en ese periodo.

En el conjunto del ámbito de la no - OCDE el consumo de energía crecería entre el año 1990 y el año 2030 un 175%.

En el total mundial, el consumo de energía crecería entre el año 1990 y el año 2030 un 108%.

En lo que respecta a las emisiones de CO₂, éstas, están en función del tipo de combustible fósil y de la cantidad consumida, existiendo pues un estrecha correlación entre consumo de energía de origen fósil y emisiones de CO₂, como se puede ver en el índice de correlación de Pearson (r) puesto que la proyección está realizada sin tener en cuenta una posible implementación masiva de sumideros de CO₂ en los países desarrollados.

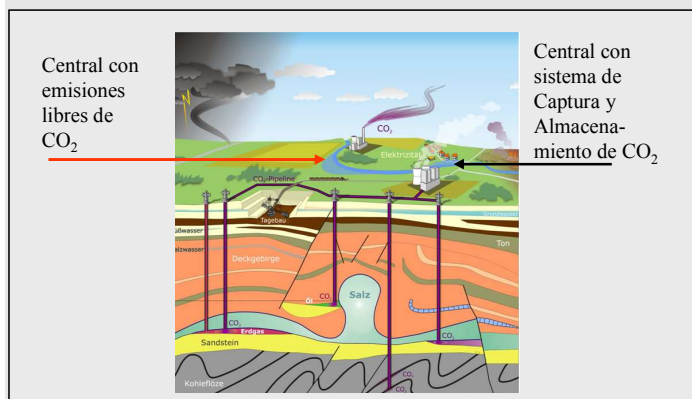
Los Sistemas de Sistema de Captura y Almacenamiento de CO₂ (CAP) son técnicamente posibilidad técnicamente viables (**ver imagen 7 y 8**). La central eléctrica de Esbjerg constituye una base industrial piloto de “captación del CO₂” llevada a cabo bajo la égida del IFP (Instituto francés del petróleo) y de la Comisión europea, es la primera instalación que permite capturar el dióxido de carbono de las chimeneas de una central térmica para almacenarlo en el subsuelo en la central.

Imagen 7

Imagen 8

Modelos de central con emisiones libres de CO₂ y de central con Sistema de Captura y Almacenamiento de CO₂ (CAP)

La central eléctrica de Esbjerg, en Dinamarca, un lugar donde se ensaya la captura de CO₂. Fuente: DONG Energy.



No obstante, si se adoptaran con carácter general las tecnologías actuales de **Captura** y Almacenamiento de CO₂, siglas: **CAC**, se estima que el coste del kWh aumentaría de 0,01 a 0,05 dólares por kWh. **Con Estos** costes añadidos es impensable que tal medida se adopte en los países poco desarrollados. Debido a ello, y al incremento, en los países poco desarrollados, de la utilización de combustibles fósiles para la generación de energía - trabajo, y particularmente del carbón por ser la fuente de energía más barata, abundante, asequible para su extracción, y con un alto poder calorífico; las emisiones de CO₂, seguirán incrementándose sensiblemente respecto del año 1990.

3. Hipótesis para una distribución equitativa de las emisiones de CO₂ (1990 - 2030)

La disminución de emisiones de CO₂, principal agente del efecto invernadero y del cambio climático, tiene como objetivo equilibrado situar el límite de emisiones totales mundiales de CO₂ en las emitidas el año 1990: 21.223 millones de toneladas.

En este apartado se presenta esta dualidad entre: la tendencia real que lleva a que en el año 2030 se dupliquen las emisiones de CO₂ del año 1990, y la que sería deseable para alcanzar en el 2030 el objetivo de emisiones de 1990 con una distribución equitativa de emisiones de CO₂ per capita.



Para establecer uno objetivos de reducción de emisiones de CO₂ que éticamente fueran justos para toda la humanidad y permitieran situarse en el año 2030 en el nivel de emisiones mundiales de CO₂ del año 1990 (21.223 millones de toneladas) se han desarrollado una serie de proyecciones basándose en las siguientes premisas:

- 1º Todas las personas con independencia del país donde vivan tienen el mismo derecho de emisión de CO₂
- 2º Este principio conlleva que las comparaciones entre países para una reducción de las emisiones deba basarse en ratios de emisiones per capita
- 3º El objetivo de emisiones de CO₂ se establece en el total mundial de emisiones de CO₂ en el año 1990
- 4º El horizonte para alcanzar este objetivo se establece en el año 2030, con un derecho de emisión de CO₂ per capita igual para todos los países del mundo.
- 5º El derecho de emisión de CO₂ per capita para todos los habitantes del mundo previstos para el 2030 sería, igual a:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ totales de 1990 (millones de toneladas de CO}_2\text{)} = 21.223$$

$$\text{-----} = 2,59 \text{ Toneladas de CO}_2 \text{ por habitante}$$

$$\text{Población mundial prevista para el año 2030 (millones de habitantes)} = 8.203$$

Los siguientes cuadros presentan las previsiones de emisiones reales de CO₂ hasta el 2030, y las diferencias de estas previsiones con los criterios anteriormente descritos. Estas previsiones y diferencias se realizan por regiones y países importantes del mundo, según su pertenencia o no a la OCDE con proyecciones de la probable evolución hasta el año 2030.

(Leyenda: **OCDE** No – OCDE)

CUADRO 1

Población del mundo (millones de habitantes)

Región / País	Historia		Proyecciones de variación real					Variación (% anual)
	1990	2003	2010	2015	2020	2025	2030	2003-2030
Estados Unidos	254	291	310	324	337	351	365	0,8
Canadá	28	32	34	35	36	38	39	0,8
México	84	104	113	119	125	129	133	0,9
OCDE Europa	497	530	543	550	555	559	562	0,2
Japón	124	128	128	128	127	125	123	-0,2
Corea del Sur	43	47	49	49	49	49	49	0,1
Australia / N. Zelanda	20	24	25	27	28	29	30	0,9
Rusia	148	145	140	137	133	129	125	-0,5
Otros Euroasia	200	198	198	198	197	196	193	-0,1
China	1155	1299	1355	1393	1424	1441	1446	0,4
India	849	1070	1183	1260	1332	1395	1449	1,1
Otros Asia	743	946	1054	1129	1202	1271	1335	1,3
Medio Oriente	137	187	216	238	260	281	301	1,8
África	636	869	1007	1115	1228	1344	1463	2,0
Brasil	149	181	198	209	219	228	236	1,0
Otros Latinoamérica	210	260	287	306	323	339	354	1,1
Total OECD	1050	1156	1203	1232	1257	1280	1300	0,4
Total Non-OECD	4228	5156	5638	5986	6319	6626	6903	1,1
Total Mundial	5278	6312	6841	7217	7576	7906	8203	1,0

(Fuentes/ Sources): United States: Annual Energy Outlook 2006, DOE/EIA-0383(2006) (Washington, DC, February 2006), AEO2006 National Energy Modeling System, run AEO2006.D111905A, web site www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/. Other Countries: United Nations, Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, World Population.

(Perspectivas/ Prospects): The 2004 Revision and World Urbanization Prospects (February 25, 2005), web site <http://esa.un.org/unpp>.

CUADRO 2

Emisiones del bióxido de carbono (CO₂) (millones de toneladas métricas de CO₂) (M-Tm CO₂)

Región / País	Historia		Proyecciones de variación real					Variación (% anual)
	1990	2003	2010	2015	2020	2025	2030	2003-2030
Estados Unidos	4978	5796	6365	6718	7119	7587	8115	1,3
Canadá	474	596	683	753	799	839	873	1,4
México	300	405	457	526	595	670	747	2,3
OCDE Europa	4089	4264	4474	4632	4741	4909	5123	0,7
Japón	1011	1206	1200	1228	1218	1214	1219	0,0
Corea del Sur	234	470	608	675	723	781	843	2,2
Australia / N. Z.	291	415	462	487	515	545	576	1,2
Rusia	2334	1606	1799	1949	2117	2246	2374	1,5
Otros Euroasia	1859	1118	1314	1495	1641	1801	1978	2,1
China	2241	3541	5857	7000	8159	9349	10716	4,2
India	578	1023	1369	1592	1799	2008	2205	2,9
Otros Asia	807	1508	1853	2161	2449	2756	3062	2,7
Medio Oriente	704	1182	1463	1647	1811	1987	2177	2,3
África	649	893	1188	1363	1477	1593	1733	2,5
Brasil	220	348	423	469	508	559	610	2,1
Otros Latinoamérica	453	659	847	967	1078	1199	1323	2,6
Total OECD	11378	13150	14249	15020	15709	16545	17496	1,1
Total Non-OECD	9846	11878	16113	18643	21039	23500	26180	3,0
Total Mundial	21223	25028	30362	33663	36748	40045	43676	2,1

(Proyecciones /Projections): EIA, Annual Energy Outlook 2006, DOE/EIA-0383(2006) (Washington, DC, February 2006), AEO2006 National Energy Modeling System, run AEO2006.D111905A, web site www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/; and System for the Analysis of Global Energy Markets (2006).

(Fuentes / Sources): History: Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2003(May-July 2005)

CUADRO 3
Emisiones mundiales de CO₂ per cápita (toneladas métricas de CO₂ / habitante)

Región / País	Historia		Proyecciones de variación real					Promedio Variación (% anual) 2003-2030
	1990	2003	2010	2015	2020	2025	2030	
Estados Unidos	19,6	19,9	20,5	20,7	21,1	21,6	22,2	0,4
Canadá	16,9	18,6	20,1	21,5	22,2	22,1	22,4	0,7
México	3,6	3,9	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	1,3
OCDE Europa	8,2	8,0	8,2	8,4	8,5	8,8	9,1	0,4
Japón	8,2	9,4	9,4	9,6	9,6	9,7	9,9	0,2
Corea del Sur	5,4	10,0	12,4	13,8	14,8	15,9	17,2	2,0
Australia / N. Z.	14,6	17,3	18,5	18,0	18,4	18,8	19,2	0,4
Rusia	15,8	11,1	12,9	14,2	15,9	17,4	19,0	2,0
Otros Euroasia	9,3	5,6	6,6	7,6	8,3	9,2	10,2	2,2
China	1,9	2,7	4,3	5,0	5,7	6,5	7,4	3,7
India	0,7	1,0	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,8
Otros Asia	1,1	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	1,4
Medio Oriente	5,1	6,3	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	0,5
África	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,5
Brasil	1,5	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	1,1
Otros Latinoamérica	2,2	2,5	3,0	3,2	3,3	3,5	3,7	1,4
Total OECD	10,8	11,4	11,8	12,2	12,5	12,9	13,5	0,7
Total Non-OECD	2,3	2,3	2,9	3,1	3,3	3,5	3,8	1,9
Total Mundial	4,0	4,0	4,4	4,7	4,9	5,1	5,3	1,1

Resumen de los resultados y previsiones de la dinámica real en las emisiones de CO₂ (1990 - 2030)

Los cuadros expuestos hasta ahora reflejan la tendencia, más que probable, de la evolución del número de habitantes y de las emisiones de CO₂, en los ámbitos referidos

En este apartado se pueden destacar las siguientes consideraciones:

1. La población, crece más en los países pobre que en los ricos excepto China que tiene un crecimiento moderado.
2. Con la excepción de Rusia las emisiones de CO₂ crecen más en los países de la No – OCDE que en los de la OCDE
3. En el total mundial las emisiones de CO₂ previstas para el 2030, con 43.676 millones de toneladas anuales, duplicaría las emisiones del año 1990.

No obstante, la ratio de emisiones de CO₂ per capita aunque crecería en los países de la No – OCDE por encima de la OCDE, la diferencia de emisiones per cápita entre los países de la OCDE y No – OCDE seguiría siendo muy grande, por ejemplo: Estados Unidos tendría una ratio en el 2030 de 22,2 toneladas de emisión de CO₂ por habitante, mientras que China tendría 7,4 es decir, un tercio de las de Estados Unidos.

CUADRO 4

Tm de CO₂/h/año hasta el 2003, y proyección de la variación necesaria de emisión teórica en Tm de CO₂/h/año desde el 2003 hasta el 2030 para igualar en ese año las emisiones de CO₂ de 1990 (21.223 M- Tm de CO₂), equivalente a un derecho de emisión de 2,59 Tm de CO₂/h/año para la población prevista en el 2030

Región / País	Historia		Proyecciones de objetivos					Total variación necesaria (M-Tm CO ₂) 2003-2030	Variación en % necesaria 2003-2030
	1990	2003	2010	2015	2020	2025	2030		
Estados Unidos	19,6	19,9	15,4	12,2	9,0	5,8	2,59	-17,3	-670
Canadá	16,9	18,6	14,5	11,5	8,5	5,6	2,59	-16,0	-620
México	3,6	3,9	3,6	3,3	3,1	2,8	2,59	-1,3	-51
OCDE Europa	8,2	8,0	6,6	5,6	4,6	3,6	2,59	-5,5	-211
Japón	8,2	9,4	7,6	6,4	5,1	3,9	2,59	-6,8	-264
Corea del Sur	5,4	10,0	8,1	6,7	5,3	4,0	2,59	-7,4	-287
Australia /N. Z.	14,6	17,3	13,5	10,8	8,0	5,3	2,59	-14,7	-568
Rusia	15,8	11,1	8,9	7,3	5,7	4,2	2,59	-8,5	-328
Otros Euroasia	9,3	5,6	4,9	4,3	3,7	3,2	2,59	-3,1	-118
China	1,9	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,59	-0,1	-5
India	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0	2,3	2,59	1,6	63
Otros Asia	1,1	1,6	1,9	2,0	2,2	2,4	2,59	1,0	38
Medio Oriente	5,1	6,3	5,4	4,7	4,0	3,3	2,59	-3,7	-144
África	1,0	1,0	1,4	1,7	2,0	2,3	2,59	1,6	60
Brasil	1,5	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,59	0,7	26
Otros Latinoamérica	2,2	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,59	0,1	2
Total OECD	10,8	11,4	9,1	7,5	5,8	4,2	2,59	-8,8	-340
Total Non-OECD	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,59	0,3	11

Total Mundial	4,0	4,0	3,6	3,4	3,1	2,8	2,59	-1,4	-53
----------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------	------------

CUADRO 5

M-Tm CO₂ hasta el 2003, y proyección de la variación necesaria de emisión de CO₂ desde el 2010 hasta el 2030 para igualar en ese año las emisiones mundiales de CO₂ de 1990 (21.223 M-Tm de CO₂), equivalente a un derecho de emisión de 2,6 (Tm de CO₂/h/año) para la población prevista en el 2030

Región / País	Historia		Proyecciones de objetivos					Total variación necesaria (M-Tm CO ₂) 2003-2030	Variación en % necesaria 2003-2030
	1990	2003	2010	2015	2020	2025	2030		
Estados Unidos	4978	5796	4538	3640	2741	1843	944	-4.852	-514
Canadá	474	596	468	376	284	193	101	-495	-491
México	300	405	389	378	367	355	344	-61	-18
OCDE Europa	4089	4264	3535	3015	2495	1974	1454	-2.810	-193
Japón	1011	1206	976	811	647	483	318	-888	-279
Corea del Sur	234	470	381	317	254	190	127	-343	-271
Australia /N. Z	291	415	328	265	203	140	78	-337	-435
Rusia	2334	1606	1273	1036	798	561	323	-1.283	-397
Otros Euroasia	1859	1118	958	843	728	614	499	-619	-124
China	2241	3541	3593	3630	3667	3704	3741	200	5
India	578	1023	1730	2235	2739	3244	3749	2.726	73
Otros Asia	807	1508	2013	2373	2733	3094	3454	1.946	56
Medio Oriente	704	1182	1077	1003	928	853	779	-403	-52
África	649	893	1643	2178	2714	3250	3785	2.892	76
Brasil	220	348	416	465	513	562	611	263	43
Otros Latinoamérica	453	659	726	773	821	868	916	257	28
Total OECD	11378	13150	10613	8800	6988	5176	3363	-9.787	-291
Total No-OECD	9846	11878	13429	14536	15644	16752	17860	5.982	33
Total Mundial	21223	25028	24042	23337	22632	21928	21223	-3.805	-18

Resumen de la hipótesis para una distribución equitativa de las emisiones de CO₂

En este apartado pueden destacar las siguientes consideraciones:

La disminución de emisión de CO₂ por habitante entre el 2003 y el 2030 debiera ser muy importante en los países de la OCDE y Rusia, mientras que en el resto de países sería pequeña. En el conjunto de la OCDE la disminución media debiera alcanzar las 8,8 toneladas de CO₂ por habitante y año (un 340% menos), y en el conjunto de la NO – OCDE podría incrementarse en 0,3 toneladas (un 11% más). Comparando Estados Unidos y China los países con emisiones totales más importantes, en Estados Unidos, la disminución media debiera ser de 17,3 toneladas de CO₂ por habitante y año (un 670% menos), mientras que en China, la disminución media debiera ser de 0,1 toneladas de CO₂ por habitante al año (un 5% menos).

Considerando las emisiones totales, para situarse en un nivel de emisión mundial total que no superase los 21.223 millones de toneladas de 1990, y que a su vez la media de emisión per capita no superase en ningún país las 2,59 toneladas de CO₂ por habitante y año para el 2030, en el ámbito de la OCDE la disminución desde el 2003 al 2030 debiera ser de 9.787 millones de toneladas de CO₂ (un 291% menos), pudiendo incrementarse en los países de la No – OCDE en 5.982 millones de toneladas (un 33% más). Comparando, de nuevo, Estados Unidos y China, en Estados Unidos, la disminución total debiera ser de 4.852 millones de toneladas de CO₂ (un 514% menos), mientras que en China, podría incrementar su emisión total para el 2030 respecto del 2003 en 200 millones toneladas de CO₂ (un 5% más).

Compaginar, pues, la distribución igualitaria del derecho de emisión de CO₂ de todos los habitantes del Planeta cumpliendo el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ a los 21.223 millones de toneladas de 1990, supone asumir que la responsabilidad de reducción de emisiones la tienen los países de la OCDE.

Por ello, los argumentos de reducción de emisiones sin tener en cuenta este criterio es un argumento que lleva a impedir el desarrollo de los países pobres mientras que los países ricos destrazan el medio ambiente.

De cualquier manera, el objetivo de una distribución equitativa per cápita de las emisiones de CO₂, no dejan de ser buenas intenciones (mostradas aquí para ver el grado de responsabilidad de los que contaminan) pero la tendencia del modelo de desarrollo económico mundial vigente liderada por los países ricos lleva a que las emisiones de CO₂ a la atmósfera dupliquen las de 1990. Si bien la crisis económica iniciada en el año 2008 puede aminorar en parte las emisiones, ello no cambia sustancialmente la dinámica de incremento de emisiones como consecuencia del vigente sistema económico mundial.

4. Conclusiones

Actualmente la dependencia energética mundial de los combustibles está en torno a un 80%. El volumen mundial de emisiones de CO₂ a la atmósfera pasó de los 21.500 millones de toneladas en el año 1990, a 28.500 en el año 2005 (año de la entrada en vigor del protocolo de Kioto) y a 29.900 millones de toneladas en el año 2007, lo que evidencia el relativo fracaso de dicho acuerdo.

La capacidad de absorción de los sumideros naturales como océanos y bosques se sitúa entre los 11.000 y los 12.000 millones de toneladas de CO₂, es decir, para mantener un equilibrio natural en los límites de la sociedad preindustrial, el total de emisiones no debiera superar los 12.000 millones de toneladas de CO₂, que vendría a ser el 50% del volumen de emisiones del año 1990 (objetivo este último propuesto por Dinamarca).

Al actual ritmo de consumo energético mundial derivado de los combustibles fósiles, las **reservas probadas** de *Petróleo* y *Gas Natural* pueden durar hasta mediados del siglo XXI y las de *Carbón* hasta finales del mismo.

En la época preindustrial el CO₂ en el aire atmosférico era de 280 partes por millón y en el año 2008 fue de 385 partes por millón. La externalización del conjunto del carbono que contienen los combustibles fósiles de las reservas probadas teniendo en cuenta, por una parte, que su agotamiento se va a producir en el presente siglo y, por otra, que la capacidad de absorción de los sumideros naturales (12.000 millones de toneladas de CO₂ anuales), las partes por millón de CO₂ que el aire atmosférico podrían llegar alcanzar al término de las reservas probadas de combustibles fósiles sería de 600 partes por millón. Este incremento del CO₂ atmosférico supondría un incremento en el forzamiento radiativo de los 11 W/m² del año 1999, a 18 W/m², al final del siglo XXI, frente a los 8 W/m² de la época preindustrial.

El desarrollo de energías alternativas a los combustibles fósiles, aunque se desarrollaran hasta conseguir una sustitución de los mismos del actual 20% a un 50%, no va a evitar que la externalización del todo el carbono de los combustibles fósiles de las reservas probadas mundiales de *Petróleo*, *Gas Natural* y *Carbón* se realicen en el presente siglo. Este agotamiento de las reservas, estará en función del grado de sustitución del conjunto de fuentes energéticas primarias, pero su oscilación máxima se puede situar entre lo 20 y los 30 años; por lo que: 1º debido a la longevidad del CO₂ en el aire atmosférico, y 2º la limitada capacidad de captura de los sumideros naturales de CO₂, la variación del forzamiento radiativo expresado en W/m² no va a ser muy diferente si el agotamiento de las reservas se produce a mediados de la segunda mitad del presente siglo o a finales del mismo.

Por lo tanto, la implementación de energías alternativas a los combustibles fósiles, puede servir para paliar la carencia energética derivada del progresivo agotamiento de los combustibles fósiles, pero en ningún caso va a evitar la externalización ambiental del carbono de todos los combustibles fósiles en un plazo de tiempo suficiente para revertir el creciente efecto invernadero que puede llevar a un cambio térmico climático de consecuencias impredecibles.

La política de implementación de otras energías, hay que contemplarla, pues, como alternativa de sustitución al agotamiento de los combustibles fósiles, y es un autoengaño considerarlas como base para frenar el efecto invernadero.

Para evitar la emisión masiva de CO_2 a la atmósfera solo cabe hacerlo mediante la implementación a escala planetaria de sumideros artificiales de CO_2 , pero ello implicaría un encarecimiento de costes a la producción de 0,01 a 0,05 dólares por kw/h y, por lo tanto, iría en contra del principio económico de considerar la externalización de gases de efecto invernadero como una ventaja de disminución de costes para el intercambio comercial.

Cambiar esa perversión económica de hallar ventajas comerciales en la externalización de costes podría ser viable si todos los países del mundo aceptaran la desviación de recursos económicos para la implementación de sumideros artificiales de CO_2 , pero tal medida no es posible acometerla sin abordar previamente la integración política y económica mundial para armonizar el desarrollo económico de toda la humanidad con el medioambiente.

No obstante, a pesar de que no queda mucho tiempo para abordar una política mundial de implementación de sumideros de CO_2 , el vigente orden político económico mundial esta muy lejos de aproximarse a una visión de ese calibre, y las potencias fuertemente desarrolladas siguen enrocadas en su propio superdesarrollo, sustentado en la filosofía nacionalista de los siglos XVIII y XIX, de la “*Riqueza de las Naciones*”, cuando el desarrollo económico mundial que precisa la humanidad para la satisfacción de sus necesidades básicas dentro de una armonía medioambiental, ya no es posible con planteamientos decimonónicos, sino que debe estar sustentado en nuevos valores políticos superadores del marco de las soberanías políticas nacionales.

El mundo necesita cambiar, pero actualmente no existen las fuerzas subjetivas ideológicas y políticas mundiales capaces de hacerlo. Sino se produce ese cambio cualitativo en la dirección mundial, para cambiar la forma de *como* disminuir las emisiones de CO_2 , es previsible que las políticas energéticas determinadas por el modelo político económico mundial se aparten muy poco de las que se vienen desarrollando hasta ahora, por lo que la brecha entre desarrollo económico y equilibrio medioambiental será cada vez mayor.

Javier Colomo Ugarte

(2008)