



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**LA HUELLA ECOLÓGICA DE MÉXICO  
1980-2012**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**P R E S E N T A:**

**ANDREA HERNÁNDEZ SÁNCHEZ**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ALFREDO VELARDE SARACHO  
2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en mi formación como economista, sobre todo al Dr. Alfredo Velarde Saracho por creer en mi para la realización de esta investigación.*

*A Alejandro Morfin, por ser mi apoyo incondicional.*

*A Ramona Cervantes, que influyo en mi formación como persona. No te imaginas cuanto he aprendido en tu ausencia, pero tu recuerdo siempre me ha inspirado a continuar.*

*A María de Jesús Sánchez, que me dejó sola, enseñándome a esforzarme para superarme y a valorar todo aquello que he logrado.*

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

¿Capitalismo a favor del desarrollo humano?	2
---	---

### CAPÍTULO PRIMERO. ECONOMÍA Y ECOLOGÍA

-	Introducción	12
1.1	Historia del pensamiento económico	16
1.2	Concepciones fisiócratas de la Naturaleza	17
1.3	El papel de la Tierra en la Escuela Clásica	18
1.4	Moses Modercai Marx Levy (Karl Marx)	22
1.5	La Escuela Neoclásica liberal (El marginalismo)	24
1.6	Dos visiones	26

### CAPÍTULO SEGUNDO. ECONOMÍA AMBIENTAL VS ECONOMÍA ECOLÓGICA

-	Introducción	32
2.1	Economía Ambiental	34
	2.1.1 Modelo de Pigou	36
	2.1.2 Modelo de Coase	38
2.2	Economía Ecológica	43
	2.2.1 Bases teóricas de la economía ecológica	47
	2.2.2 El proyecto interdisciplinario	48
	2.2.3 Crítica de la economía ecológica a la economía ambiental	49

## **CAPÍTULO TERCERO. HUELLA ECOLÓGICA**

-	Introducción	52
3.1	Concepto de sustentabilidad	54
3.1.1.	Sustentabilidad fuerte	56
3.1.1	Metodología	61
3.1.2	Tipos de área	62
3.1.2.1	Tierras de cultivo	63
3.1.2.2	Pastizales	64
3.1.2.3	Bosque para obtener madera	64
3.1.2.4	Pesca	64
3.1.2.5	Tierra urbanizada	65
3.1.2.6	Bosque de absorción de dióxido de carbono	65
3.1.3	Factores en la determinación de la biocapacidad y la huella ecológica	74
3.1.3.1	Población	76
3.1.3.2	El consumo por persona	78
3.1.3.3	Tecnología	78
3.2	La Huella de Carbono	78
3.3	La Huella Hídrica	80
3.3.1	Componentes de la Huella Hídrica	83
3.3.1.1	Huella Hídrica verde	84
3.3.1.2	Huella Hídrica azul	84
3.3.1.3	Huella Hídrica gris	87
3.3.2	Huella Hídrica de la Producción	90
3.4	Deudores y acreedores ecológicos	93

## **CAPÍTULO CUARTO. RESULTADOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA**

-	Introducción	101
4.1	La Huella Ecológica Global	103
4.2	Biocapacidad	111
4.3	Huella Ecológica por grupo de ingresos	115
4.4	El Desarrollo Humano y La Huella Ecológica	118
4.5	Proyecciones de la Huella Ecológica	121
4.6	Huella de Carbono	126
4.7	Huella Hídrica Global	130
4.1.1	Huella Ecológica en México	143
4.1.2	Huella Hídrica en México	149
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>160</b>
	<b>ANEXO 1. SIGLAS</b>	<b>169</b>
	<b>ANEXO 2. TABLAS</b>	<b>173</b>
	<b>ANEXO 3. GRÁFICAS</b>	<b>175</b>
	<b>ANEXO 4. FIGURAS</b>	<b>177</b>
	<b>ANEXO 5. MAPAS</b>	<b>179</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>181</b>

## **INTRODUCCIÓN**

***¿CAPITALISMO A FAVOR DEL DESARROLLO HUMANO?***

*“El problema con la realidad,  
es que no sabe nada de teoría”  
Don Durito de la Lacandona*

## INTRODUCCIÓN

### ¿CAPITALISMO EN FAVOR DEL DESARROLLO HUMANO?

Los logros obtenidos por el capitalismo en el siglo XX han mostrado la existencia de una crisis del pensamiento del desarrollo económico. El discurso “neoliberal”, el cual insinuaba que a través de unos cuantos pasos como la privatización, la apertura y la desregulación se lograrían el desarrollo económico, ha dejado al descubierto su incapacidad explicativa. Los resultados del capitalismo como la crisis económica y ambiental, son evidencias de las aberturas de este discurso económico.

La más grave faceta de la crisis por la que atraviesa el sistema capitalista mundial no es la que se ha dado en el sector financiero sino la problemática de la continuidad del modo de producción capitalista. La crisis ecológica causada por la devastación irracional de los recursos naturales, llegando a rebasar el punto de resiliencia<sup>1</sup> de los mismos, poniendo en riesgo la capacidad de regeneración de los ecosistemas de los que depende nuestra supervivencia.

Hace poco tiempo se vivía con la ilusión de un mundo lleno de recursos que parecían inagotables, en donde los problemas ambientales generados por el desarrollo salvaje no tenían cabida. Sin embargo, el cambio climático, la

---

<sup>1</sup> El término resiliencia se puede definir como la capacidad de un sistema para absorber cualquier tipo de perturbación y reorganizarse tras ese momento, conservando su misma función, estructura e identidad.

Por regla empírica general, se ha observado que las comunidades o los ecosistemas más complejos -que poseen mayor número de interacciones entre sus partes-, suelen poseer resiliencias mayores ya que existe una mayor cantidad de mecanismos autoreguladores.

Para mayor información consultar:

**HOLLING, C. S.** (1973). *“Resilience and stability of ecological systems”*. Annual Review of Ecology and Systematics. p. 1-23.



contaminación del agua, las crecientes concentraciones de dióxido de carbono, la pérdida de la diversidad biológica, la desertización, el deterioro de los suelos, el incremento de la introducción de sustancias químicas tóxicas complejas y persistentes en el ambiente, entre otros problemas ha generado la imposibilidad de continuar dejando de lado el tema ambiental.

“Ha comenzado la era del mundo finito”<sup>2</sup>. En cuanto apreciamos que la expansión de la economía y la población humanas ha conducido a un punto en el que el impacto sobre la biosfera es cada vez mayor y más destructivo, vemos que los problemas de justicia, equidad y distribución se plantean de modo muy diferente a como lo harían en el mundo "infinito" en el que aún vivían nuestros abuelos. En otras palabras, la demanda humana sobre los sistemas naturales aumenta rápidamente debido a la creciente economía global y a la forma en que se busca alcanzar mejores niveles de vida.

Las relaciones entre la economía y la naturaleza nunca han sido fáciles. El divorcio que ha existido entre la ciencia económica y el medio ambiente ha sido en gran medida impulsado por la manera en que la economía convencional enfocó estas relaciones. Este enfoque contempla el proceso económico de producción como un sistema aislado del entorno social y el medio ambiente, el cual mediante un pensamiento mecanicista se mueve como un carrusel en donde todo lo que se produce es consumido y viceversa. De esta forma los factores productivos se transforman sin pérdida en bienes y servicios alimentados por un flujo circular continuo de renta que se mueve de las empresas a los hogares. Visualizar el proceso económico de esta forma permite que de manera automática el tema del medio ambiente quede como un factor externo.

En general, todos los seres vivos del planeta requieren de alimento, energía y agua que les permita vivir, crecer y reproducirse. En el caso de los seres humanos, el estilo de vida que se ha creado es el que marca la cantidad de recursos que se necesitara para satisfacer a esta codiciosa especie.

---

<sup>2</sup> **RIECHEMAN, J.** (2005). *Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnología.* Madrid. Ed. Catarata. Segunda edición. p. 17.

En el pasado la producción era considerada como un beneficio. Sin embargo, el tiempo ha demostrado que la producción también acarrea costos debido a que merma nuestras reservas finitas de materia prima y energía, mientras que satura la capacidad finita de los ecosistemas con los desperdicios que resultan de sus procesos. La producción presente sigue creciendo en perjuicio de la producción futura y en un ambiente frágil cada vez más amenazado.

La producción en este mercado capitalista provoca la rápida destrucción de las bases que sustentan la vida en el planeta. El mercado capitalista trata al trabajo y a la tierra como mercancías (cuyos precios se encuentran regulados por la oferta y demanda). Las fuertes inversiones de la burguesía en las industrias requieren la garantía de la provisión de grandes cantidades de trabajo, tierra y otros recursos naturales, es decir, subordina el medio natural a la economía.<sup>3</sup> Añadiendo a esto el crecimiento de la población y la producción industrial han provocado que lo que en un principio eran solo problemas puntuales se hayan transformado en una situación de crisis ecológica planetaria.

El capitalismo nunca impulsó el ascenso del nivel de vida social de las naciones, ni la soberanía nacional, pero permitió procesos de subordinación de las naciones al mercado y predispuso la devastación ambiental.

La naturaleza del capitalismo es devastadora, no solo involucra una explotación del ser humano, sino que además necesita la explotación de los recursos naturales. El afán de lucro descomunal, de competencia feroz y de consumo

---

<sup>3</sup> M. Löwy (1996) ha llamado la atención sobre la existencia de una dialéctica histórica abierta en ciertos pasajes de *El Capital*, donde Marx constata que, en el capitalismo, “cada progreso económico es al mismo tiempo una calamidad social”; así como otros en que observa que la producción capitalista agrede tanto a los seres humanos como a la naturaleza misma: “Al igual que en la industria urbana, en la moderna agricultura la intensificación de la fuerza productiva y la más rápida movilización del trabajo se consiguen a costa de devastar y agotar la fuerza de trabajo del obrero. Además, todo progreso, realizado en la agricultura capitalista, no es solamente un progreso en el arte de esquilmar al obrero, sino también en el arte de esquilmar la tierra, y cada paso que se da en la intensificación de su fertilidad dentro de un período de tiempo determinado, es a la vez un paso dado en el agotamiento de las fuentes perennes que alimentan dicha fertilidad. Por tanto, la producción capitalista sólo sabe desarrollar la técnica y la combinación del proceso social de producción socavando al mismo tiempo las dos fuentes originales de toda riqueza: la tierra y el hombre”

**MARX, K.** (1946). *El Capital. Crítica de la Economía Política*. México. Fondo de Cultura Económica. Libro I. Sección Cuarta. cap. XIII. p. 423-424.

desmedido que impone el sistema, en su lógica voraz irá dejando agotados, uno a uno, a todos los recursos hasta que el Mundo se torne en un lugar carente de toda forma de vida.

El siglo XX se caracterizó por un rápido crecimiento en las sociedades humanas y en consecuencia un crecimiento de los impactos de dichas sociedades en los ecosistemas. Varios estudios sugieren que la capacidad futura de la biosfera está en riesgo.<sup>4</sup> El planeta actualmente se encuentra utilizando al menos 25%<sup>5</sup> más de su capacidad de regeneración, lo cual nos muestra que el estilo de vida del “homo economicus”<sup>6</sup>, ha agotado y degradado el capital biológico del cual la economía depende, al mismo tiempo que permite la acumulación de residuos a nuestro alrededor.

Una vez que los problemas ambientales han alcanzado una gran magnitud, la cual imposibilita seguir aparentando que una interpretación económica convencional es suficiente para la correcta utilización y asignación de los recursos. Esta situación invita a la reconstrucción intelectual, al abrir el universo de lo económico a los condicionantes del universo físico que lo envuelven.

La economía convencional ha reaccionado, no mediante un replanteamiento tanto teórico como práctico, sino mediante una simple monetarización de las cosas, es decir, se ha realizado la búsqueda de la extensión de las metodologías ya

---

<sup>4</sup>ROCKSTRÖM, R. STEFFEN, W. NOONE, K. PERSSON, A. SCHEFFER, M. FOLKE, C. NYKVIST, B. HUGHES, T. SÖRLIN, S. SNYDER, PK. CONSTANZA, R. SYEDIN U, FALKENMARK, M. KARLBERG, L. HANSEN, J. WALKER, B. LIVERMAN, D. RICHARDSON, K. CRUTZEN, P. (2009). “A safe operating space for humanity”. *Science*. 46. p. 472-475.

Disponible en: [http://steadystate.org/wp-content/uploads/2009/12/Rockstrom\\_Nature\\_Boundaries.pdf](http://steadystate.org/wp-content/uploads/2009/12/Rockstrom_Nature_Boundaries.pdf)  
<sup>5</sup>SCHEFFER, M. CARPENTER, S. FOLEY, J. FOLKE, C. WALKER, B. (2001). “Catastrophic shifts in ecosystems”. *Nature* 413. p. 591-596.

Disponible en: <http://bio.classes.ucsc.edu/bioe107/Scheffer%202001%20Nature.pdf>  
<sup>6</sup>SCHLESINGER, W.H. (2009). “Planetary boundaries: Thresholds risk prolonged degradation”. *Nature Reports Climate Change* 3. p. 112-113.

Disponible en: <http://www.nature.com/reports/climatechange>

<sup>5</sup> Información disponible en: <http://storymaps.esri.com/globalfootprint/>

<sup>6</sup>Homo economicus (Hombre económico en latín), es el concepto utilizado en la escuela neoclásica de economía para modelar el comportamiento humano. Esta representación teórica representa el comportamiento de forma racional ante estímulos económicos siendo capaz de procesar adecuadamente la información que conoce y actuar en consecuencia.

utilizadas a pesar de la dificultad que el medio ambiente posee para ser medido en términos monetarios a través del mercado.

Los economistas llevaron el instrumental de la economía hacia la valoración de las externalidades medioambientales, logrando de esta forma introducir los antiguos bienes libres al redil de la ciencia económica establecida, sometiéndolos a la lógica tradicional de costo-beneficio. Se generalizó el uso de una fórmula ideológica con la que los gobernantes, tecnócratas e industriales esperan poder continuar su productivismo capitalista de siempre tras haber efectuado “las correcciones ecológicas del sistema industrial” que ellos ya han visto que son imprescindibles, y que esperan poder minimizar. La fórmula llamada desarrollo sustentable, acuñada en 1987 en el informe “Nuestro Futuro Común” (Informe Brundtland), de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo.

El concepto de desarrollo sustentable, según el informe Brundtland, expresa la importante idea de lograr satisfacer nuestras necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, es decir, no debemos vivir hipotecando el futuro de nuestros nietos.

Como ha señalado Joan Martínez Alier:

*"Podría escribirse la historia ecológica de Latinoamérica no como una historia de degradación causada por un exceso de población, sino como una historia de producción de exportaciones a expensas del capital natural, una historia de "dependencia ecológica"7.*

*"A pesar de que no todos los países pueden, al mismo tiempo, aumentar los límites de su capacidad de sustentación mediante el uso de recursos que provienen de ecosistemas de otros países, sí pueden hacer simultáneamente un uso selectivo de algunos productos de los ecosistemas de otros países, porque el factor limitante en un país puede hallarse en exceso en otro. La capacidad de sustentación mundial es mayor que la suma de las capacidades de sustentación nacionales"8*

El principal mérito de este informe estriba en el análisis de las interrelaciones y los mecanismos de causación recíproca entre despilfarro en el Norte del planeta, pobreza en el Sur y la destrucción de la biosfera. Sin embargo, se afirma que para

---

<sup>7</sup> MARTINEZ, A. (1992). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona. Icaria. p. 74

<sup>8</sup> MARTINEZ, A. (1992). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona. Icaria. p. 79

conseguir este desarrollo sostenible es menester que continúe el crecimiento económico tanto en los países pobres del Sur del planeta como en los ricos del Norte, además de la continua intervención del Norte sobre el poseedor de los recursos naturales, el Sur.

Resulta evidente que de poco servirán las reformas para "ecologizar" la producción, si no se frena el crecimiento material en nuestras sociedades sobredesarrolladas. En otras palabras, de nada sirve mejorar la eficiencia energética o el ahorro de materiales un 1% o un 2% anual, si el objetivo económico sigue siendo crecer un 3 ó 4% anual, lo cual impulsa a que el impacto devastador sobre la biosfera continúe en aumento.<sup>9</sup> Nuestro objetivo tiene que ser detener selectivamente el crecimiento material en nuestras sociedades sobredesarrolladas (lo cual está muy lejos de equivaler a detener el desarrollo humano).

El modo en que se satisfacen las necesidades y aspiraciones humanas por medio del desarrollo está sometido, entre otras, a dos tipos de restricciones: restricciones ecológicas y restricciones morales. Como vemos, las restricciones ecológicas vienen impuestas por la necesidad de conservar la capacidad de sustentación del planeta Tierra y las restricciones morales nos las imponemos a nosotros mismos al renunciar a los niveles de consumo "a los que no todos puedan aspirar razonablemente.

*"Los niveles de vida que trascienden el mínimo básico son sostenibles si los niveles de consumo tienen en cuenta en todas partes la sostenibilidad a largo plazo. Pero muchos de nosotros vivimos por encima de los medios ecológicamente aceptables. Las necesidades conocidas están determinadas social y culturalmente, y el desarrollo sostenible requiere la promoción de valores que alienten niveles de consumo que permanezcan dentro de los límites de lo ecológicamente posible y a los que todos puedan aspirar razonablemente"<sup>10</sup>.*

Lo paradójico es pretender resolver el problema forzando la valoración monetaria de lo que ha quedado fuera del recinto de lo "económico". Se ha asumido que el

---

<sup>9</sup> **BROWN. L.** (1992). *La salvación del planeta*. Barcelona. Apóstrofe. p.113

<sup>10</sup> **BRUNDTLAND, H.** (1988). *Nuestro futuro común*. Madrid. Alianza. p.68.

medio ambiente es una variable más dentro del sistema económico, de esta forma se convierte a los ecosistemas en subsistemas de un sistema más amplio que sería el económico.

El mensaje ecológico esencial de mesura, de autolimitación, se aprecia en su verdadera profundidad cuando se reflexiona sobre el hecho de que incluso los recursos naturales inagotables no pueden explotarse ilimitadamente. La sustentabilidad dependerá en parte de que la tasa de recolección sea igual a la tasa de regeneración de estos recursos.

Ahondar en esta cuestión nos llevaría a examinar las consecuencias de la ley de la entropía (el segundo principio de la termodinámica que formuló en 1865 el físico alemán Rudolf Clausius) para la economía humana. Con el objetivo de llegar a un mundo donde las necesidades básicas de todos se vean satisfechas equitativamente, el énfasis ha de ponerse mucho más en redistribuir que en crecer. Se tiene que repetir una y otra vez que no es posible el crecimiento económico indefinido dentro de una biosfera finita.

Frente a las ideas clásicas se abre una nueva visión para repensar la economía desde el medio ambiente, mediante la economía ecológica. La economía ecológica, plantea que el sistema más amplio es la Biosfera por lo que el subsistema será el sistema económico. En esta relación la dinámica está restringida y debe de ser compatible con las leyes que gobiernan a la biosfera (leyes de la termodinámica). En esta nueva forma de percibir el proceso económico incorporando los recursos naturales antes de ser valorados así como sus residuos una vez que han perdido su valor. Desde el punto de vista metodológico se obliga al economista a introducirse en otros campos. Es por ello que la economía ecológica toma de forma escéptica el término de sostenibilidad, pero está empeñada en comprender y evaluar dicha sostenibilidad desde un punto de vista fuerte.

En otras palabras, la economía ecológica no pierde de vista que tanto en el trabajo como en la naturaleza existe algo más que mercancías a las que se les imputa

unidades económicas arbitrarias, puesto que esto ha demostrado no ser un factor de racionalidad en el uso de los recursos.

Es por ello que este trabajo pretende brindar la importancia de estudio que tiene reconocer el impacto devastador que tenemos los seres humanos sobre el planeta mediante el modo de producción actual.<sup>11</sup> Sobre todo brindar la importancia que posee este nuevo indicador económico conocido como la “huella ecológica”.

La huella ecológica es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Representa el área de tierra o agua (e idealmente también el volumen de aire) ecológicamente productivas (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos), necesarios para generar recursos y además para asimilar los residuos producidos por cada población determinada de acuerdo a su modo de vida, de forma indefinida. La medida puede realizarse a muy diferentes escalas: individuo (la huella ecológica de una persona), poblaciones (la huella ecológica de una ciudad, de una región, de un país,...), comunidades (la huella ecológica de las sociedades agrícolas, de las sociedades industrializadas, etc). El objetivo fundamental de calcular las huellas ecológicas consiste en evaluar el impacto sobre el planeta de un determinado modo o forma de vida y, compararlo con la biocapacidad del planeta.

El desarrollo de una metodología de cálculo para un indicador biofísico como la Huella Ecológica es una importante contribución para lograr una mejor comprensión de los impactos de nuestro consumo. La ventaja de medir la huella ecológica para entender la apropiación humana está en aprovechar la habilidad para hacer comparaciones. Es posible comparar, por ejemplo, las emisiones producidas al transportar un bien en particular con la energía requerida para el producto sobre la misma escala (hectáreas).

---

<sup>11</sup> Ello no pretende insinuar que los modelos de producción anteriores no fueron contaminantes, es decir, se pretende hacer énfasis en el aumento del impacto devastador que impulsa el modelo actual.

En el primer capítulo se analiza la manera en que se realizan las concepciones de la naturaleza desde los fisiócratas hasta los marginalistas que marcan la relación sociedad-biosfera con un criterio dicotómico, como si el hombre estuviera fuera del ambiente y como si el ambiente fuera solo el “medio” y no la totalidad entre naturaleza y sociedad.

En el segundo capítulo se presenta la forma en que se ha introducido la ecología a la preocupación económica mediante dos teorías: la economía ecológica y ambiental. El enfoque tradicional ha tendido a oscurecer la naturaleza de la elección que hay que hacer. En el tercer capítulo se realiza una explicación en profundidad del Indicador de huella ecológica. Por último, en el cuarto capítulo se realizan el estudio del indicador en México.

*“Es clara la existencia de un conflicto entre la destrucción de la naturaleza para ganar dinero y la conservación de la naturaleza para poder sobrevivir.”<sup>12</sup>*

Es por ello que tenemos no solamente que satisfacer las necesidades de una población mundial creciente, buscando no solamente obtener cada vez más de menos sino que consumir los recursos de la Tierra en términos y a escala de la naturaleza.

*“¿Cuánto tiempo van a seguir los investigadores que trabajan en campos afines, como la demografía, la sociología y la ciencia política, por un lado, y la ecología, la biología, las ciencias de la salud, la ingeniería, y otras ciencias naturales aplicadas, por el otro, sin manifestar sus serias preocupaciones sobre el estado de equilibrio estable y estacionario y el espléndido aislamiento en el que la economía académica se encuentra? Este estado es probable que se mantenga mientras los miembros de los principales departamentos de economía continúen ejerciendo un estrecho control sobre la formación, la promoción y la investigación de los profesores más jóvenes, así como a través de los evaluadores científicos sobre el resto de los profesores. Los métodos utilizados para mantener la disciplina intelectual en los departamentos de Economía más influyentes de las universidades estadounidenses pueden, a veces, recordar a los usados por los marines para mantener la disciplina en Parris Island”.<sup>13</sup>*

---

<sup>12</sup> MARTINEZ, A. (1992). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona. Icaria. p.129

<sup>13</sup> LEONTIEF, W. (1982). “Academic Economics”. Science. vol.217. p.107.



**CAPÍTULO PRIMERO**  
**ECONOMÍA Y ECOLOGÍA**

# CAPÍTULO PRIMERO

## ECONOMÍA Y ECOLOGÍA

### Introducción

La relación sociedad-biosfera ha sido analizada con un criterio dicotómico, como si el hombre estuviera fuera del ambiente y como si el ambiente fuera solo el “medio” y no la totalidad entre naturaleza y sociedad.

El término de economía proviene de la palabra *oikonomos*, que significa “el que administra el hogar”. La economía puede ser definida como el estudio del modo en que la sociedad asigna los recursos escasos para satisfacer las necesidades y deseos humanos.

En forma paralela, la ecología (proveniente del griego *oikos* =”casa” y de *logos* =conocimiento), es la ciencia que estudia a los seres vivos, su ambiente, la distribución, la abundancia y como esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y su ambiente.<sup>1</sup> En la historia de la ciencia de la naturaleza moderna, el primero en utilizar este concepto fue el naturalista alemán Ernst Haeckel (1834-1919), quien define como “la ciencia global de las relaciones de los organismos vivos animales y plantas con el mundo exterior circulante donde puede incluirse en un amplio sentido todas las condiciones de la existencia”<sup>2</sup>.

A menudo se recalca la proximidad etimológica existente entre los términos economía y ecología. Sin embargo, es claro que fue explícita referencia a la economía que el biólogo alemán Ernst Haeckel creó el término de ecología en 1866.<sup>3</sup>

La economía y la ecología son dos disciplinas que poseen una forma de razonar que, bien vistas, discrepa una de la otra. Mientras la ecología al igual que la economía de la naturaleza del siglo XVIII, razona sobre el conjunto de la biosfera y

---

<sup>1</sup> MARGALEF, R. (1998). *Biología de los ecosistemas*. Barcelona. Ed. Omega. 9ª edición. p. 2

<sup>2</sup> MAGALLÓN, A. (2007). *Problemas teóricos y metodológicos de la ecología, el medio ambiente y el desarrollo sustentable*. México. PVEM. p.1-2

<sup>3</sup> ACOT, P. GODRON, A. PRIETO DEL POZO, L. (1990). *Historia de la ecología*. Madrid. Ed. Taurus. p. 5-7.

los recursos que componen la Tierra, la economía suele razonar sobre un conjunto más restringido de objetos que son apropiables, valorables y producibles.

Entonces, mientras la economía suele trabajar con una noción de sistema permanentemente equilibrado aislado de un mundo físico plasmándose en el mero campo del valor, la ecología, trabaja con sistemas físicos abiertos permanentemente desequilibrados que se encuentran en un intercambio continuo de materiales y energía con su entorno.

*“Los economistas y los ecologistas difieren frecuentemente con relación a las funciones de sus respectivos propósitos. Los economistas asumen que tienen una función objetivo bien definido, mientras que los ecologistas no presumen conocer dicha función. La van descubriendo poco a poco a medida que comprenden la dinámica de los elementos naturales.”<sup>4</sup>*

La idea de la existencia de una relación entre economía y medio ambiente no es reciente, las primeras concepciones de la naturaleza se pueden ver ya manifestadas en autores como Petty, Cantillon, Hume, Quesnay, entre otros.

William Petty (1623-1687), por ejemplo, intentó desarrollar una nueva forma de investigación llamada “aritmética política”, en la cual pretendía introducir métodos cuantitativos en el estudio de los fenómenos sociales. Este autor valoraba más el trabajo que la tierra por lo que mayor población significaba mayor riqueza.

Cantillon (1680-1734), a su vez, en su explicación del binomio tierra-trabajo, afirmaba que el valor intrínseco de una cosa es la medida de tierra y de trabajo que intervienen en su producción, teniendo en cuenta la fertilidad de la tierra y la calidad del trabajo. Este autor enfatiza los límites físicos tanto del crecimiento de la población como de la actividad económica que se desarrolla en los pueblos y ciudades.

Estos autores muestran que el factor tierra-naturaleza tiene un peso importante, dado que establecían un paralelismo entre la renta de la tierra y el tipo de interés.

---

<sup>4</sup> **JASON, F. CLIFFORD, N.** (1992). *“Economics and ecology: a comparison of experimental methodologies and philosophies”*, Ecological Economics. Elsevier Publishers B.V. Amsterdam, the Netherlands .5. p. 101-106.

Los fisiócratas, por su parte, representaban el funcionamiento de la actividad económica como un flujo circular, en donde el lugar central lo ocupaba la agricultura. La agricultura era el único sector generador de producto neto, es decir, las posibilidades de aumentar la actividad económica eran mediante el aprovechamiento de la naturaleza, ya que la manufactura y el comercio se dedicaban únicamente a transformar y distribuir lo que era proporcionado por la agricultura. Su más importante exponente, ya lo planteaba así:

*“Que el soberano y la nación jamás pierdan de vista que la tierra es la única fuente de recursos y que es la agricultura la que los multiplica”<sup>5</sup>*

Como puede advertirse, los fisiócratas le brindan un lugar central en su reflexión económica a las actividades agrícolas, es decir, son los primeros en construir un modelo sobre las complejas interrelaciones que tienen lugar en la economía basados en la agricultura.

*“La economía insume de los ecosistemas energía en forma de materias primas y energía útil (fósil, hidráulica, etc.) y produce dos tipos de residuos: calor disparado (por la segunda ley de la termodinámica) y residuos materiales (potencialmente reciclables).”<sup>6</sup>*

Entonces la extracción o producción económica no sólo debe preocuparse por el agotamiento de los recursos sino por la “resiliencia” y la contaminación de los ecosistemas. Cuando la magnitud e intensidad de la expansión económica es superior a la resiliencia de los ecosistemas, existe un excesivo crecimiento económico (en función de la resiliencia), lo cual se verá reflejado en un daño ambiental.

Sin embargo, la visión de la economía tradicional en la cual la economía es vista como un sistema aislado que no tiene relación con el entorno sino que se visualiza como un flujo circular de producción-consumo en donde nada entra del exterior y nada sale. El “circuito económico básico”, relaciona el funcionamiento de los

---

<sup>5</sup> QUESNAY, F. (1974). *El “Tableau Economique” y estudios económicos 1756-1767*. Madrid. Ediciones de la revista de trabajo. p.200

<sup>6</sup> RAYEN, Q. (2003) *“Naturaleza, culturas y necesidades humanas”*. México. PNUMA. Universidad Bolivariana. p. 62

productores (empresas), y los consumidores (familias), en la producción de mercancías e intercambio de factores de la producción (tierra, trabajo, capital).

En este circuito, las familias que son dueñas de los factores productivos como la tierra, el trabajo y el capital, le proveen a las empresas dichos factores a cambio de una retribución (rentas, salarios, intereses), y al mismo tiempo, las empresas se encuentran produciendo mercancías y servicios que se le venden a las familias a cambio de un cierto valor monetario en el mercado.

Este circuito nos brinda una completa simplificación de la realidad en la que parece no generar ni desechos ni externalidades negativas. Es imposible en un esquema tan simplificado visualizar que el funcionamiento de la economía humana se alimenta de la única fuente de energía con que cuenta la biosfera: energía solar (directa o indirecta).

Las relaciones que mantienen a la economía y ecología se encuentran opuestas a la realidad. Como han demostrado autores como Karl Polanyi(1994) o Luis Dumont (1977), la historia de las disciplinas económicas deja de lado los campos de lo político y lo moral para acceder a una esfera y lógica propias en donde se tiene un reconocimiento de una “institución natural” conocida como mercado. Este mecanismo, se considerara como el más apto para conciliar la búsqueda del interés personal y el colectivo.

*“Los planteamientos en teoría económica se hacen en forma abstracta de la realidad y sin un enfoque interdisciplinario que conducen fácilmente a la creación de posiciones utópicas. Por ejemplo, se pretende transformar la estructura productiva sin conocer a fondo los procesos de producción, sobre todo naturales.”<sup>7</sup>*

Existen autores como Soderbaum que afirman que “la teoría neoclásica” parece ser una excelente base para aquellos que desean centrar su atención en los mercados postergado a una instancia secundaria los impactos ambientales y sociales de diferente tipo. La doctrina neoclásica dado que se ajusta

---

<sup>7</sup> **DOUROJEANNI, A.** (1989). “Los procesos naturales y artificiales en la transformación de la estructura productiva con equidad”. Artículo inédito. presentado en el Primer Congreso Mundial de Profesionales en Agronomía. 5 al 8 de septiembre. Santiago de Chile.

adecuadamente a las teorías e ideologías imperantes de globalización y liberalización del mercado, ha permitido la dominación y exclusión, impulsada por la búsqueda de ganancias individuales resultantes de la apropiación del trabajo humano y de la sobreexplotación de la naturaleza.

Según Nathan Keyfitz, la desvinculación entre economía y los biólogos es reciente:

*“Por 150 años los economistas clásicos estuvieron unidos a los biólogos al aceptar que hay límites naturales al crecimiento de la población. El contemplar la economía haciendo abstracción de la ecología fácilmente permite concluir que la población puede crecer indefinidamente. Este es un error que los economistas clásicos debía evitar”<sup>8</sup>*

Para nuestra perspectiva, la economía es siempre política e ideología aún cuando se sustente en aproximaciones científicas. Es por ello que la economía no debe convertirse en una doctrina de “economía pura” o simplemente en “economía matemática”.

## **1.1 Historia del pensamiento económico**

La historia del pensamiento económico pone de manifiesto como la ciencia económica se consolidó dejando de lado la realidad física y social en la que transcurre la vida de los hombres. Este distanciamiento se refleja en la limitación del universo acotado a un sistema económico y a la reducción del concepto de riqueza.

Fue en el renacimiento cuando aparece un cambio sustantivo de pensamiento en el que el ser humano cobra un nuevo papel por fuera y por encima de la naturaleza. La descripción metafórica es remplazada por la simbolización geométrica o matemática, apelando a una abstracción creciente. Se manipula y apropia de la naturaleza como condición para atender los requerimientos del

---

<sup>8</sup> NATHAN, K. (1989). “El crecimiento demográfico”. Invest. Ciencia. P. 72-84.

progreso perpetuo. La naturaleza, por lo tanto, quedó reducida en los primeros estudios de economía al factor “tierra”.

## 1.2 Concepciones Fisiocráticas de la Naturaleza

En la antigüedad, la preocupación económica se encontraba unida a argumentos morales y a la concepción organicista, es decir, se consideraba todo como una entidad biológica que no podía explicarse separadamente.

El desarrollador más importante de la escuela fisiocrática fue F. Quesnay. Los fisiócratas, como se sabe, son representantes de la economía política burguesa en la Francia del siglo XVIII. La parte central de la doctrina económica de los fisiócratas corresponde al problema del producto neto (un excedente sobre el costo necesario de producción), rechazando la idea mercantilista de la riqueza concebida como siempre acumulación de dinero; es decir, consideraban que la única fuente de riqueza es la naturaleza y sólo de esta se puede crear el producto neto.

Por lo tanto, la agricultura es la única rama en que se crea tal producto neto, llevando a la consideración de que la única clase productora será la ocupada en la agricultura. Las posibilidades de aumentar la actividad económica se debían al aprovechamiento de la naturaleza, debido a que la manufactura y el comercio se limitaban a transformar y distribuir lo que era proporcionado por la agricultura.

*“Los fisiócratas estaban interesados en subrayar no sólo la productividad de la agricultura en términos físicos, sino también su productividad en términos de valor. Del mismo modo que la productividad física de la agricultura quedaba demostrada por la existencia de clases no agrícolas, su productividad en valor, según los fisiócratas, quedaba demostrada la renta de la tierra [...]. La agricultura, en su opinión, es productiva en ambos sentidos, es decir, es inherentemente capaz de rendir un excedente físico, el cual, en las condiciones de una economía de mercado, es inherentemente susceptible a convertirse en un excedente de valor.”<sup>9</sup>*

Los fisiócratas pretendían mirar la realidad económica:

---

<sup>9</sup> MEEK, R. L. (1975). *La fisiocracia* [1962]. Barcelona. Ariel. p.239

*“Mezclando el enfoque físico con la expresión monetaria de sus resultados”<sup>10</sup>.*

Según Quesnay:

*“Lo relevante era que coincidieran los valores de uso con los valores de cambio, es decir, que las mercancías con “valor vital” fueran abundantes y tuvieran alto precio”<sup>11</sup>.*

Algunos autores consideran que si se logran expresar las ideas de los fisiócratas en unidades puramente físicas se lograría presentar a estos como modernos economistas ecológicos. En el enfoque fisiocrático la agricultura era la actividad en la que el producto bruto excedía de forma manifiesta a los avances materiales y energía hechos directa o indirectamente por el hombre<sup>12</sup>.

### **1.3 El papel de la Tierra en la Escuela Clásica**

La escuela clásica arranca con “La Riqueza de las Naciones” (1776) de Adam Smith, teniendo de epicentro la Revolución Industrial. A pesar de ello los recursos naturales estuvieron muy presentes en las reflexiones económicas de los clásicos. Smith entendía al hombre como una criatura que deseaba continuamente mejorar su situación terrenal, por lo que el progreso social debía de reflejarse en un incremento continuo de la riqueza material. La búsqueda del progreso material llevó a los clásicos a preocuparse por el crecimiento económico y dejar de lado la degradación ambiental.

*“A medida que las artes y el comercio se extienden sobre una mayor superficie de la Tierra, la búsqueda de nuevas minas, al desplegarse sobre un área mayor, tendrá más posibilidades de éxito”<sup>13</sup>*

---

<sup>10</sup> **NAREDO, J. M.** (1987). *La economía en evolución. Historia y categorías básicas del crecimiento económico*. Madrid. Siglo XXI. 2º Edición. p.105

<sup>11</sup> **SANTOS REDONDO, M.** (1994). *Los límites físicos de la economía en la historia del pensamiento económico antes de la revolución marginal*. Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense. Documento de trabajo N. 9413. p.6-7

<sup>12</sup> **NAREDO, J. M.** (1987). *La economía en evolución. Historia y categorías básicas del crecimiento económico*. Madrid. Siglo XXI. 2º Edición. p.104-105.

<sup>13</sup> **SMITH, A.** (1994). *La riqueza de las naciones* [1776]. Madrid. Alianza. Edición a cargo de Carlos Rodríguez Braun. p. 326 y 479.



Malthus entiende que la agricultura beneficia de forma inmediata e indiscutible a la sociedad, mientras la industria y el comercio pueden beneficiarla o perjudicarla. Se le categoriza como ecológico debido a su teoría de las necesidades, en la cual se distinguen las necesidades vitales o primarias de aquellas que no lo son. Los bienes que responden a las necesidades vitales no se pueden aumentar de forma ilimitada, debido a que la agricultura y la ganadería terminan enfrentándose con ciertos obstáculos imposibles de superar.

*“Hay que recordar siempre que existe una esencial diferencia entre los alimentos y aquellos productos manufacturados cuyas materias primas abundan. Una demanda de estas mercancías origina siempre su producción en la cuantía que se desea. La demanda de alimentos no tiene en absoluto esa misma potencia creadora, (...) entre plantas y entre los animales, el mejoramiento tiene un límite, aunque no sepamos exactamente en donde se encuentra”<sup>14</sup>*

Para Malthus la población crecía a una tasa mucho mayor que los alimentos, por tanto, (bajo el supuesto de rendimientos decrecientes de la tierra) se tendería hacia una sociedad de miseria y muerte, es decir, hacia una sociedad de subsistencia. Al sostener que los recursos vitales no pueden crecer indefinidamente ni geométricamente se muestra la postura en la que Malthus insiste en los límites físicos.

Los límites del crecimiento de Meadows (1972), dicho así, tiene un sentido malthusiano al negar la viabilidad del crecimiento económico a largo plazo, dado el límite físico y absoluto que imponen los recursos no renovables y que acaban constriñendo toda expansión de la actividad económica.<sup>15</sup>

Según Pearce y Turner, la postura neomalthusiana sería similar, poniendo énfasis en los límites “medioambientales” a la explotación de los recursos (costos crecientes de extracción en términos de input energéticos, costos de contaminación, etc.).

---

<sup>14</sup> **MALTHUS, T. R.** (1979). *Primer ensayo sobre la población* [1798]. Madrid. Alianza. Pp.99, 143, 144.

<sup>15</sup> **MEADOWS, D. H. et al.** (1972). *Los límites al crecimiento* [1972] (Primer Informe del Club Roma). México. FCE. Pp. 219

Para David Ricardo (1772-1823), la renta de la tierra es un componente diferencial, un elemento de monopolio, es decir, un pago que obedece únicamente a la escasez de la tierra y no a sus facultades productivas en sentido físico.

*“No hay absolutamente ganancia alguna para la sociedad por la existencia de la renta: se trata sólo del beneficio de una clase social a costa de las otras. La idea de que la agricultura da un producto, y, en consecuencia una renta, es porque la Naturaleza concurre con el trabajo humano en el proceso de cultivo, cosa que es una mera fantasía. La renta no nace del producto, sino del precio al cual el producto es vendido; y este precio se obtiene no porque la Naturaleza colabore en la producción, sino porque es el precio que ajusta la demanda a la oferta.”<sup>16</sup>*

Ricardo separa nítidamente el análisis en términos físicos del análisis en términos de valor, pero construye un sistema en que los límites físicos están claramente presentes.

En el modelo ricardiano la tierra cultivable se encontraba como factor limitado y la ley de los rendimientos decrecientes en la agricultura imponía límites físicos a la actividad económica, lo que al final del día se traduciría en un estado estacionario.

Según Ricardo, los rendimientos decrecientes de la tierra se deben a la extensión de los cultivos, a tierras de peor calidad o a la intensificación del cultivo en las ya existentes (empleando unidades sucesivas de trabajo y capital sobre la misma tierra). Como consecuencia del principio de los rendimientos decrecientes, el precio del grano comienza a subir y de igual manera va en aumento la proporción de producción que debe de entregarse a los terratenientes en forma de renta. Los salarios permanecen al nivel de subsistencia por lo que los beneficios van reduciéndose pues la remuneración del capital viene dada por la productividad marginal de la peor tierra, desembocando en un estado estacionario.

*“La tendencia natural de los beneficios es al descenso, pues con el progreso de la sociedad y el aumento de la riqueza, la cantidad adicional de alimentos que se requiere es obtenida con un trabajo cada vez mayor. Esta tendencia [...] es refrenada felizmente, en periodos repetidos, por mejoras en la maquinaria empleada en la producción de cosas necesarias, así como por descubrimientos en la ciencia agrícola que nos permiten prescindir de una parte del trabajo*

---

<sup>16</sup> RICARDO, D. (1973). *Principios de economía política y tributación* [1817] (versión de Valentín Andrés Álvarez). Madrid. Seminarios y Ediciones. p. 61

*requerido antes, y, por tanto, bajar el precio de los artículos de primera necesidad.”<sup>17</sup>*

Ni siquiera estos autores, que pensaban que los rendimientos decrecientes habían sido contrarrestados históricamente por los avances tecnológicos, creían en el “motor de movimiento continuo”<sup>18</sup>, es decir, no dejaron de lado el límite físico.

Los actuales manuales de economía analizan la actividad económica en términos de valor mediante la construcción de modelos simplificados que ignoran cualquier tipo de límite físico. Así, por ejemplo, la “frontera de posibilidades de producción” con la que nos iniciamos en el estudio de la economía representa un límite puramente tecnológico.<sup>19</sup>

Otro gran economista que vale la pena mencionar es John Stuart Mill (1806-1873), con su influyente obra de economía política publicada desde 1848, en la cual señalaba las ventajas del progreso perpetuo y el dominio de la naturaleza como su aspecto privilegiado, además de que él, entre los clásicos, destaca por haber resaltado la científicidad temática de la búsqueda de una “economía en estado estacionario” como elemento racionalizador y estrategia de freno implícitamente ecológica del crecimiento por el crecimiento mismo.

*“Toda alabanza de la civilización, del arte, de la invención, equivale a una censura contra la naturaleza, a una admisión de que esta es imperfecta y de que es tarea del hombre, y su mérito, el estar siempre tratando de corregirla o mitigarla.”<sup>20</sup>*

Este autor muestra que los seres humanos habitualmente tienden a alterar el orden natural en su esfuerzo por mejorar la naturaleza.

---

<sup>17</sup> **RICARDO, D.** (1973). *Principios de economía política y tributación* [1817](versión de Valentín Andrés Álvarez). Madrid. Seminarios y Ediciones. p. 98-99

<sup>18</sup> **SANTOS REDONDO, M.** (1994). *Los límites físicos de la economía en la historia del pensamiento económico antes de la revolución marginal*. Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense. Documento de trabajo N. 9413. p. 17

<sup>19</sup> **BLAUG, M.** (1985). *Teoría económica en retrospectiva*. México. FCE. p. 119-120.

<sup>20</sup> **MILL, J. S.** (1998). *La Naturaleza* [1848]. Madrid. Alianza. p. 42.

#### **1.4 Moses Mordecai Marx Levy (Karl Marx)**

Karl Marx, economista con gran influencia en todos los tiempos, fue el crítico más importante de la escuela de la economía clásica, por sacar a la luz las contradicciones y la explotación que esconde el sistema capitalista. El pensamiento de Marx incorpora, como se sabe, elementos de historia y filosofía además de combinar el materialismo histórico y dialéctico, creando categorías propias que resultan en una nueva epistemología.

Lo que diferencia a una sociedad de otra no es lo que ella produce, sino como se produce. Los modos de producción están compuestos por una base económica determinante que se caracteriza por la explotación y la apropiación privada del excedente económico.

Marx estableció, en su libro “El Capital. Crítica de la Economía Política” (1867), que la explotación del trabajo de los obreros es parte del modo de producción capitalista debido a que se arrebatan los medios de producción de los obreros, obligando a los mismos a vender lo único que les queda: su fuerza de trabajo. Esta fuerza de trabajo es vendida a la industria y al mismo tiempo aprovechada por los capitalistas.

El capitalista fijará un salario mínimo de subsistencia, es decir, un salario que permita al trabajador continuar con la jornada de trabajo pero que también sea inferior al valor producido en esa jornada. La propiedad de los capitalistas de los medios de producción le permite al capitalista apropiarse del plusvalor, lo que permite la acumulación de ganancias. Sin embargo, en el núcleo del capitalismo existen contradicciones que conducirán al sistema capitalista a su propia destrucción.

Marx pensaba que era necesario construir un nuevo modo de producción y distribución en donde se realice la socialización de los medios de producción, es decir, la colectivización del trabajo humano. Para Marx los mercados se fundamentan en relaciones de explotación, los precios y los salarios no se

determinan por las libres fuerzas de oferta y demanda sino por la imposición de los poseedores de los medios de producción.

Marx también ha sido visto como un pionero del medio ambiente debido a la interpretación que se le da a ciertos fragmentos de su obra:

*“Todo progreso de la agricultura capitalista no es solo un progreso en el arte de esquilmar al obrero, si no a la vez en el arte de esquilmar el suelo; todo progreso de su fertilidad en un periodo determinado, significa a la vez un progreso en la ruina de las fuentes permanentes de esa fertilidad [...]. La producción capitalista perturba el metabolismo entre el hombre y la tierra, esto es, el retorno al suelo de aquellos elementos constitutivos del mismo que han sido consumidos por el hombre bajo la forma de alimentos y vestimenta, retorno que es condición natural eterna de la fertilidad permanente del suelo.”<sup>21</sup>*

Cabe destacar que los conocimientos de la física habían avanzado lo suficiente como para introducir los límites físicos en el sistema capitalista, es decir, ya disponía de información científica novedosa como lo era la segunda ley de la termodinámica (Ley de la entropía<sup>22</sup>). Sin embargo, para Marx y Engels la Ley de la termodinámica fue rechazada debido a que parecía tener implicaciones antiprogresistas y religiosas, además de que no cuadraba con la idea de la conservación de la energía, es decir, si el proceso entrópico sería constante e irreversible, entonces debería existir un divino relojero que pusiera todo en marcha:

*“Hay que darle cuerda al reloj del mundo y entonces sigue funcionando hasta que llega a un estado de equilibrio, a partir del cual solo un milagro puede volver a ponerlo en movimiento”<sup>23</sup>*

En la medida en que el hombre se sitúa de antemano como propietario frente a la naturaleza, primera fuente de todos los medios y objetos de trabajo, y la trata

---

<sup>21</sup> **MARX, K.** (1979). *El Capital*. Tomo I. Vol. 1. Madrid. Siglo XXI. p. 612-613.

<sup>22</sup> Como explica **GEORGESCU ROEGEN, N.** (1996). *La ley de la entropía y el problema económico*. Madrid. Fundación Argentaria-Visor. p. 49-50. Al quemar un trozo de carbón, este se convierte en cenizas; de acuerdo con la primera ley de la termodinámica no se ha alterado la cantidad total de materia y energía, pero de acuerdo con la segunda ley se ha producido un cambio cualitativo: ha aumentado la entropía. Al principio, la energía química del carbón es libre, en el sentido de que está disponible para producir un trabajo mecánico; sin embargo, en el proceso de la quema de carbón la energía libre se degrada hasta convertirse en disipada, es decir, en energía que ya no puede utilizarse para ese mismo propósito.

<sup>23</sup> **ENGELS, F.** (1978). *Dialéctica de la naturaleza*. Madrid. Akal. p.226.

como posesión suya, su trabajo se convierte en fuente de valores de uso, y por tanto, en fuente de riquezas.<sup>24</sup> Sin embargo, el valor de cambio, posee un carácter estrictamente social por lo que la naturaleza no desempeña ningún papel para su creación. Para Marx los valores de cambio son el objeto de atención de la economía política por lo que la naturaleza queda fuera del ámbito económico, es decir, este será un aspecto relevante que permitirá reafirmar la separación de lo físico y lo económico.

Engels admite que el hombre, a diferencia de los animales, domina el ambiente en el que vive, pero siempre le ha sido imposible controlar por completo los resultados de sus acciones, que a menudo le han deparado efectos negativos sobre el medio.

*“No nos jactemos demasiado de nuestras victorias humanas sobre la naturaleza. Pues, por cada de esas victorias, esta se venga de nosotros.”<sup>25</sup>*

A partir de Marx el mundo cambia y la economía se separa en dos ramas, por un lado se continuaba la tradición de Ricardo y por el otro se irán expandiendo los fundamentos de Marx.

### **1.5 La escuela neoclásica liberal (El marginalismo)**

Después de los fundamentos de Marx surge una respuesta tradicional desde la economía burguesa conocida como la escuela neoclásica. Estos economistas entre los que resaltaba Alfred Marshall, como uno de los economistas que trataban de continuar con el argumento liberal de la economía.

Se habla de una “Revolución marginal”, en la cual se sustituye a la Escuela Clásica por el marginalismo, es decir, se aportó fuertemente a la teoría microeconómica optando por temas lejanos a la economía política, dejando esas variables de fuera del campo de la investigación y discusión económica. Los neoclásicos se encuentran embelesados por las ciencias como la física y la

---

<sup>24</sup> **MARX, K.** (1875 ó 1966), *Critica al programa de Gotha*. Obras escogidas. Moscú. Progreso

<sup>25</sup> **ENGELS, F.** (1978). *Dialéctica de la naturaleza*. Madrid. Akal. p.226

matemática como ciencias duras, por lo que consolidan el desarrollo de la economía sobre un empleo instrumental matemático.

Los neoclásicos comienzan a tecnificar y neutralizar el pensamiento económico, es decir, la economía deja de lado cualquier pensamiento político, de las ciencias sociales y sobre todo de valores humanos. Retomaron el pensamiento liberal estableciendo matemáticamente los mecanismos del mercado mediante los cuales hacen creer que se logra generar “equilibrios estables”, ahí donde se generan precios que igualan la oferta con la demanda, es decir, que se logra una asignación eficiente y óptima de los recursos. Se acepta que cualquier decisión incorrecta por parte de los agentes será corregida mediante ese mercado de precios eficiente por lo que la actuación del Estado solo genera distorsiones sobre el mercado, es decir, la participación del Estado afecta al mercado de tal forma que se convierte en un elemento indeseable para el correcto funcionamiento del mercado. Es por ello que “depuraron”, no sin extravíos importantes, la definición de lo económico dejando los recursos ambientales y naturales fuera del estudio de la economía.

Los textos de los economistas marginalistas realizan un análisis formal sin límites físicos donde la analogía mecánica se vuelve parte fundamental del pensamiento. En ellos existe una confianza en la posibilidad de sustituir factores mediante la tecnología y donde existe completa reversibilidad de cualquier tipo de acontecimiento.

Walras delimita con gran rigor el concepto de riqueza:

*“Llamo riqueza social al conjunto de cosas materiales o inmateriales que son escasas, es decir, por una parte nos son útiles y por otra existen a nuestra disposición en cantidades limitadas”.<sup>26</sup>*

En otras palabras, introduce al concepto de riqueza los términos de escasez y utilidad, aunque para él los recursos naturales son útiles pero no forman parte de la riqueza social porque no son escasas. Es una tautología, nos parece, tomar el

---

<sup>26</sup> WALRAS, L. (1987). *Elementos de economía política pura o teoría de la riqueza social*. Madrid. Alianza. p. 155-156.

valor de cambio como medida combinada de utilidad y escasez, a la vez que se equipará el conjunto de lo útil y lo escaso con el de aquello que tiene o dispone de un quantum.

Carl Menger, definía los bienes económicos como aquellos:

*“Cuya cantidad disponible es menor que la necesidad que se tiene de ellos” y por tanto “una continua multiplicación de los bienes puestos a disposición de los agentes acabaría por despojarlos de su carácter económico, de modo que las partes constitutivas de la riqueza tendrían que ir disminuyendo continuamente”.*<sup>27</sup>

Por su parte Alfred Marshall concluye que los bienes dentro del alcance de la ciencia económica comprenden:

*“Todas aquellas cosas externas al hombre [...] que le pertenecen y son susceptibles de ser medidas en dinero”.*<sup>28</sup>

En la nueva concepción de lo económico queda poco espacio, por no decir alguno, para los recursos naturales; es decir, los economistas se concentrarán en refinar el instrumental analítico construido en el cual solo se analizarán los bienes económicos.

## **1.6 Dos visiones**

Antes de la industrialización, las fuentes de energía eran energía solar directa aprovechada por la fotosíntesis, o energía solar transformada en viento (que mueve molinos), o caídas de agua (usada en molinos) previamente evaporada por la energía solar.

Con la industrialización, se añadió una fuente de energía nueva, el carbón, y más tarde (desde finales del siglo XIX) el petróleo y el gas. Esas energías también proceden de la energía solar de épocas geológicamente remotas, y lo que ahora hacemos es extraer esos combustibles fósiles y quemarlos a un ritmo mucho más rápido que el de su producción geológica.

---

<sup>27</sup> **MENGER, C.** (1983). *Principios de economía política*. Madrid. Unión Editorial. p.97-98.

<sup>28</sup> **MARSHALL, A.** (1961). *Principles of economics*. Londres. Mcmillan, reimpresión de la 8° edición. p. 47



Las relaciones entre el tiempo biológico y el tiempo económico son muy distintas, es decir, la naturaleza proporciona unos ciclos biogeoquímicos de reciclaje de elementos químicos, como el ciclo del carbono, o los ciclos del fósforo. Lo que hacemos en la economía actual es acelerar esos ciclos, de manera que ponemos en la atmósfera más dióxido de carbono que el que la fotosíntesis aprovecha o los océanos absorben, con lo cual hacemos aumentar el efecto invernadero; o ponemos demasiado fósforo en el mar (por los fertilizantes y detergentes), de una forma acelerada que puede ser reciclado naturalmente, con lo que provocamos una contaminación.

El petróleo (o el carbón, o el gas) no se produce, porque ya se produjo; se extrae y se destruye. La primera ley o postulado de la termodinámica (ciencia de la energía y de sus transformaciones), que fue enunciado hacia 1840, dice que la energía se conserva, por tanto la energía del petróleo (o del carbón, o del gas) quemado, no se pierde pero se transforma en calor disipado (por la segunda ley o postulado de la termodinámica, que fue enunciado hacia 1850). Ese calor disipado es incapaz ya de proporcionar una energía de movimiento.

La economía neoclásica analiza los precios y tiene una concepción metafísica de la realidad económica que funciona como un *perpetuum mobile* lubricado por el dinero. Las empresas venden bienes y servicios, y con esto remuneran los factores de producción (tierra, trabajo y capital).

La economía ecológica ve al planeta Tierra como un sistema abierto a la entrada de energía solar. La economía necesita entradas de energía y materiales. La economía produce dos tipos de residuos: el calor disipado (por la Segunda Ley de la termodinámica), y los residuos materiales, que mediante reciclaje pueden volver a ser parcialmente utilizados. El funcionamiento de la economía exige un suministro adecuado de energía y materiales (y el mantenimiento de la biodiversidad), y también exige el poder disponer de los residuos de manera no contaminante.

Los servicios que la naturaleza presta a la economía humana no están bien valorados en el sistema de contabilidad crematística propio de la economía neoclásica.

Hay una asimetría en la forma de tratar la depreciación del capital y el desgaste o pérdida de recursos naturales. Es distinto el tratamiento que se da al capital (es decir, medios de producción producidos, como máquinas de una fábrica o tractores de una granja), y el tratamiento que se da a los recursos naturales, ya que en el primer caso se aplica la amortización y en el segundo, no. Por lo tanto, para pasar del cálculo del PIB (producto interno bruto), al PIN o ingreso nacional, se resta del PIB el valor de la depreciación del capital. Así tenemos una medida del ingreso, es decir (según la definición de Hicks), lo que podríamos dedicar íntegramente al consumo sin empobrecernos, sin descapitalizarnos. (Otra cosa es que dediquemos el Ingreso íntegramente al consumo, o que más bien dediquemos una parte a la inversión neta, para aumentar posteriormente al consumo. Pero podríamos consumir íntegramente el ingreso sin que la economía pierda sustancia, se descapitalice: ésa es la definición de ingreso).

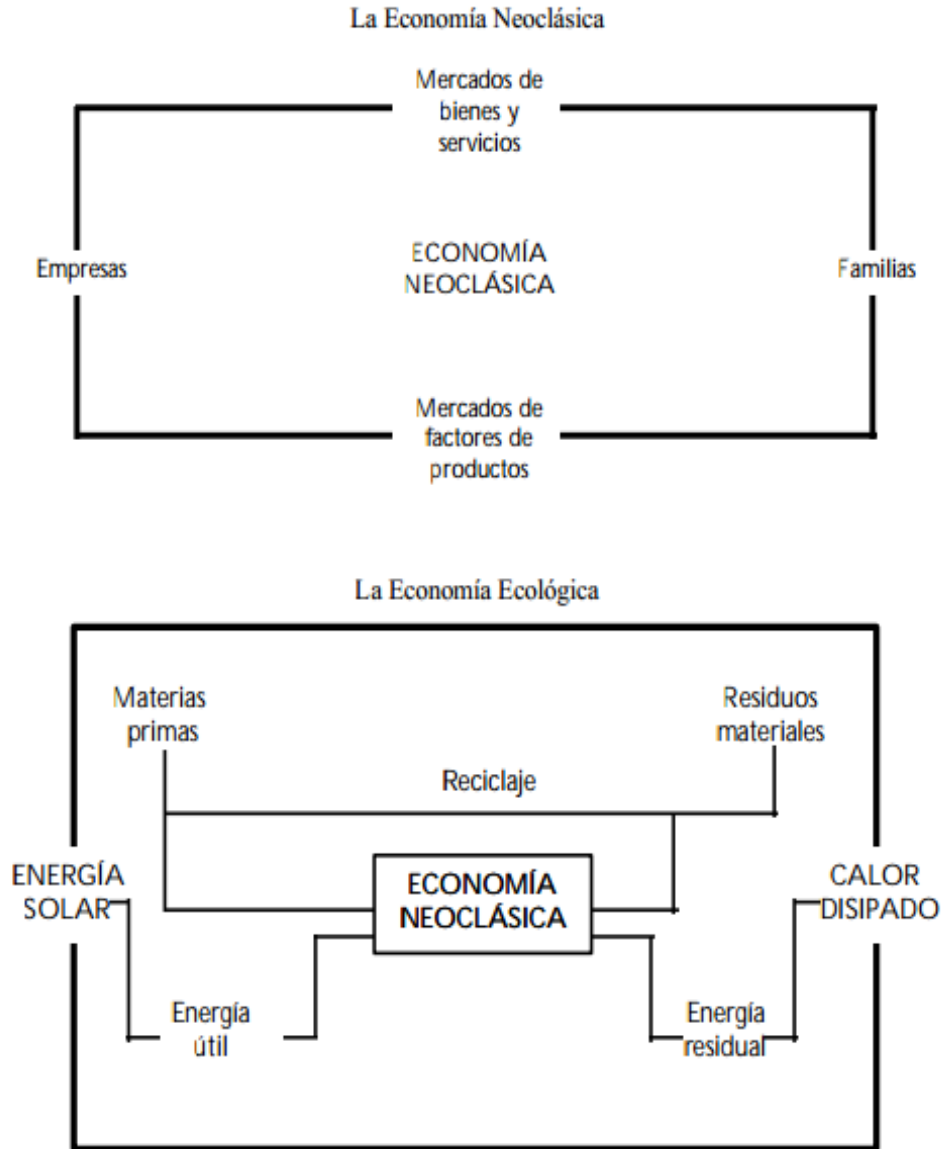
En cambio, cuando perdemos una parte de los recursos naturales o del patrimonio natural, no se aplica una depreciación (ni una amortización que la compense) sino que una disminución de patrimonio aparece por el contrario como ingreso (pues existe la convención contable, basada en una curiosa visión de la naturaleza como fuente inagotable, que el gasto de recursos naturales es compensado con el descubrimiento de nuevas reservas: esos aumentos de inventarios tampoco son incluidos, es decir no son sumados al PIB).

Por eso, al usar el término capital natural en vez de recursos naturales o de patrimonio natural se ha insistido en llamar la atención al distinto trato contable a la pérdida de ambas formas de recursos, los naturales y los producidos por los humanos; ahora bien, ese salto terminológico de recursos naturales a capital natural puede también responde a un deseo de introducción de la naturaleza al sistema de mercado.

El debate entre esas dos visiones de la economía, ha cobrado un gran ímpetu en años recientes, pero de hecho sus orígenes se remontan a más de cien años atrás, cosa fácilmente comprensible si recordamos que la química, la física y la biología necesarias para entender cómo la economía está inmersa en ecosistemas mucho más amplios, estaban ya disponibles desde hace ciento cincuenta años. En pocas palabras, la escuela de economistas llamados Fisiócratas, en la Francia del siglo XVIII, o Adam Smith (quien publicó *La Riqueza de las Naciones* en 1776, o David Ricardo, o Thomas Robert Malthus) escribieron antes de que se establecieran los postulados de la Termodinámica, pero eso no se aplica ni a Marx, ni a los economistas neoclásicos como Walras o Jevons, todos ellos autores de la segunda mitad del siglo XIX. Es sorprendente esa ceguera y ensimismamiento persistentes de los economistas, hasta la reciente eclosión de una nueva escuela de economía ecológica.

**FIGURA 1.1**

**DOS VISIONES DE LA ECONOMÍA**



**FUENTE: MARTÍNEZ, A. (1995), *Lecturas de economía ecológica*.**

## **CAPÍTULO SEGUNDO**

### ***ECONOMÍA AMBIENTAL VS ECONOMÍA ECOLÓGICA***

## CAPÍTULO SEGUNDO

### ECONOMÍA AMBIENTAL VS ECONOMÍA ECOLÓGICA

#### Introducción

La actividad económica, como conjunto de procesos de trabajo que los humanos realizan con el fin de asegurar la reproducción material de las sociedades, depende de la biosfera. En este capítulo se expondrán algunos autores representan una corriente alternativa frente a la economía ortodoxa.

La toma de conciencia generalizada sobre las repercusiones ambientales de la actividad económica ha puesto de manifiesto la necesidad de incluir toda la problemática derivada de las relaciones entre economía y ecología en la toma de decisiones económicas. La percepción social de los problemas ecológicos no es reciente dado que la crítica ecológica a la economía ortodoxa tuvo sus inicios hace poco más de cien años. Derivado de la inclusión del medio ambiente se crean dos disciplinas.

Por un lado, la reacción neoclásica consistente en la extensión de su aparato conceptual a un nuevo objeto de estudio (el medio ambiente), conocida como la Economía Ambiental<sup>1</sup>. La base de esta disciplina se encuentra plasmada en la teoría de las externalidades de Marshall y Pigou, la teoría de los bienes públicos de Wicksell y Bowen, la teoría del equilibrio de Walras y el campo de aplicación del análisis coste-beneficio.

Por otro lado, se encuentra la reconstrucción de los fundamentos biofísicos del proceso económico lo que implica una permutación conceptual de la economía, es decir, la consideración de la economía como sistema abierto y en relación con lo social y lo ecológico, conocida como la Economía Ecológica. Según Naredo, esta disciplina muestra las exigencias de la gestión del aparato analítico de disciplinas

---

<sup>1</sup> Definida por Kneese y Russell como “un nuevo campo, creado básicamente por la generación actual de Economistas”. **KNEESE, A.V. RUSSELL, C. S.** (1987). *Environmental Economics*. En *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*. Eatwell. Londres. Macmillan.

que, como la ecología o la termodinámica, se preocupan ya de aclarar lo ocurrido en esa parte oscura del proceso económico.

No es posible ignorar la base natural para la producción de bienes materiales que son indispensables para la reproducción de la sociedad, por el simple hecho de que la economía se encuentra sustentada en el intercambio de materia y energía en un ecosistema finito. La economía continuamente consume de los ecosistemas energía en forma de materias primas y mediante las transformaciones necesarias produce bienes y servicios con los que satisface las necesidades humanas. En consecuencia, se devuelven al ecosistema residuos, la mayor parte de las veces perniciosos.

En los setenta los problemas ambientales se hicieron más evidentes motivando algunas visiones pesimistas del porvenir de la sociedad. Se comienza a analizar la necesidad de superar la contradicción entre las decisiones y actividades económicas realizadas en el corto plazo frente a las implicaciones de las mismas en el largo plazo sobre todo cuando implican el sistema natural.

El auge de la búsqueda del crecimiento y del ascenso del consumo muestran el proceso de concentración de los capitales mundiales en la búsqueda de mejores tasas de ganancia. Esta situación exacerba el ímpetu expansionista de la economía incidiendo, en forma destructiva, directamente sobre los ecosistemas debido al aumento en los desechos.

Aunque los problemas ambientales se pueden observar desde tiempos anteriores al capitalismo ha sido en los últimos decenios cuando se han observado la destrucción de la capa de ozono, pérdida de biodiversidad, efecto invernadero, entre otros. Han surgido preguntas acerca de la relación entre la actividad humana y el medio natural, así como algunas teorías de las posibles soluciones e instrumentos a utilizar.

## 2.1 Economía Ambiental

*“La economía ambiental parte del supuesto de que toda externalidad, toda apropiación de un recurso o servicio ambiental no incluido en el mercado puede sin embargo recibir una valoración monetaria convincente”<sup>2</sup>*

La economía ambiental es la interpretación de la escuela del pensamiento económico neoclásico, en la cual se incorpora el medio ambiente como un objeto de estudio originalmente externo. Esto significa que la economía ambiental se encuentra basada en los mismos conceptos y supuestos básicos de la teoría neoclásica, es decir, realiza el análisis considerando a los bienes escasos como bienes económicos derivado de su rareza o escases. Por lo tanto, los bienes que no son escasos no se encuentran considerados como bienes económicos dada su abundancia.

Para la economía neoclásica, el mercado sólo se forma cuando los bienes son escasos, supone un comportamiento racional (maximización del bienestar) de los agentes económicos (productores y consumidores). Según esta teoría el comportamiento racional individual es deseable y la intervención gubernamental debe realizarse solo en caso de existencia de una falla de mercado. Con un razonamiento general de que si algo es bueno para el individuo también lo será para la colectividad.

La teoría neoclásica se considera a sí misma con falibilidad como “neutra” y sin “juicios de valor”; es decir, no le importa si es justo que algunos individuos posean más y otros menos recursos; lo que le importa es que con lo que poseen logren su máximo bienestar.

La introducción del medio ambiente al análisis económico es la consecuencia de que muchos de los recursos naturales han dejado de ser abundantes, es más, existen algunos que han llegado casi al límite de su factible agotamiento como lo son el agua y algunas fuentes de energía no renovables.

---

<sup>2</sup> MARTINEZ, A. (1992). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona. Icaria. p.56



A pesar de que los bienes naturales resultan indispensables para el proceso productivo, estos se han caracterizado por la falta de dueño y de precio. En otras palabras, los bienes naturales poseen características de bienes no económicos, provocando que el medio ambiente se encuentre de forma externa al mercado.

Sin embargo, la economía ambiental ha logrado presentar el medio ambiente como un bien económico, es decir, ha logrado que este obtenga una valoración económica. Esta valoración se ha realizado a través de un procedimiento de internalización de externalidades con precios asignados para que de esta forma el ambiente logre obtener precio y propiedad.

Entendiéndose por externalidad como una acción realizada de forma involuntaria que logra obtener un efecto positivo o negativo en el bienestar de las personas y empresas. Por lo tanto, existen externalidades positivas y negativas. Las positivas nos hablan de un efecto involuntario que beneficia. Mientras que las negativas nos hablan de un efecto involuntario que perjudica. Dado que las externalidades positivas no generan problemas, lo que importa introducir son las externalidades negativas, es decir, se necesita introducir esos costos individuales que quedaron fuera del mercado.

Los economistas neoclásicos se equivocan cuando no ven contradicción alguna entre la lógica del desarrollo económico y la de la biosfera, debido a que estos atribuyen que el medio ambiente comienza a escasear por la degradación generada a causa de la falta de reglas y regulación sobre el medio ambiente. Entonces, para ellos, el problema será resuelto en el momento en el que se logre asignar un valor a los bienes y servicios ambientales, dado que esto permitiría que se traten estos bienes como cualquier otro bien económico. Fingen desconocer, precisamente, que los bienes ambientales no son bienes como cualquier otro.

La economía ambiental estudia el problema de las externalidades con las bases conceptuales de Pigou y Coase.

### 2.1.1 Modelo de Pigou

Arthur Cecil Pigou (1877-1959), escribió en 1920 “The Economics of Welfare” (La economía del bienestar), en donde por primera vez se definió el concepto de internalización de las externalidades. Pigou se sitúa en la vieja tradición de maximización del bienestar que partía del utilitarismo de Bentham. Sin embargo, la economía ambiental se constituye como disciplina interesada en las externalidades ambientales hasta 1970.

La mano invisible de Adam Smith no es un *des ex machina* con precedencia sobre las instituciones políticas, al contrario, funciona solo gracias a que estas instituciones se han creado con objeto de controlar y dirigir sus movimientos (quizá para defender los intereses de una clase o grupo dominante, quizá para el bien general).

Entonces, para Pigou, la presencia del Estado es fundamental debido a que en la economía se debe de reglamentar y disciplinar todos los efectos externos, es decir, busca la participación Estatal para lograr la modificación del marco institucional en el que se mueve la economía. Sobre este particular, nos dice:

*“Hasta qué punto el libre juego de los intereses particulares, actuando bajo el sistema legal existente, tiende a distribuir los recursos del país del modo más conveniente para la generación de una gran renta nacional, y hasta qué punto la actuación del Estado puede mejorar estas tendencias ‘naturales’”.*<sup>3</sup>

Como se ve, Pigou intenta demostrar que existen una serie de situaciones en las que el mercado no permite una correcta asignación de los recursos. Sin embargo, no rechaza la idea de que en un estado de competencia perfecta el Estado deba de estar sin participación alguna, pero este estado de competencia perfecta es casi imposible no solo de mantener sino también de encontrar. Así, para él:

*“Las formas en las que hoy es posible [...] para los gobiernos controlar el juego de las fuerzas económicas de modo que se promueva el mayor bienestar económico”*<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> **PIGUO, A. C.** (1950). *The Economics of Welfare* [1920]. Londres. Macmillan. XII. p. 168-169

<sup>4</sup> **PIGUO, A. C.** (1950). *The Economics of Welfare* [1920]. Londres. Macmillan. p.129-130

En pocas palabras, el Estado debe de existir para resolver las fallas existentes en el mercado debido a que estas provocan que la maximización del bienestar privado no coincida con la maximización del bienestar social.

Pigou es el primero en tratar los problemas de efectos externos, los cuales definió como divergencias entre los productos marginales netos sociales y privados. Entendiendo el producto marginal como aquella parte del aumento de la producción total debida:

*“El incremento marginal de los recursos invertidos en un empleo o lugar dados, sin tener en cuenta a quienes revertirán las partes de que se compone ese producto. Podría suceder que los costes recayesen sobre gentes indirectamente interesadas; por ejemplo, el daño no compensado que se causa a un bosque vecino por las chispas de una locomotora. Todos estos efectos deben ser incluidos –unos como elementos positivos y otros como negativos- al fijar el producto neto social”<sup>5</sup>*

Pigou resalta la importancia de un Estado para lograr la internacionalización de las externalidades mediante la introducción de un impuesto que corresponda con el valor del costo social infringido a la colectividad, es decir, el que contamine que pague (Polluter’s Pays Principle).

El impuesto provoca un aumento en el costo de producción de la empresa contaminadora por lo que disminuye el beneficio en la misma medida, exceptuando los casos en los que la empresa logra pasar el valor del impuesto al consumidor (aumentando el precio final del producto). Esta sería la forma de introducir el medio ambiente al mercado.

Pigou señalaba que el Estado tenía la capacidad de impulsar o restringir de un modo extraordinario las inversiones en las actividades generadoras de externalidades.

*“Las formas más conocidas de impulsar o restringir las inversiones pueden revestir el carácter de primas o impuestos”.<sup>6</sup>*

---

<sup>5</sup> PIGOU, A. C. (1950). *The Economics of Welfare* [1920]. Londres. Macmillan. p 134

<sup>6</sup> PIGOU, A. C. (1950). *The Economics of Welfare* [1920]. Madrid. Aguilar p.192

Aunque esta no era la única forma en que Pigou visualizaba una solución, es decir, también se refirió a la existencia de acuerdos voluntarios entre las partes afectadas. Concretamente, se refería a los acuerdos alcanzados entre arrendadores y arrendatarios de tierras, introducidos en los contratos anuales para lograr un cultivo más eficiente. Los contratos normales tendían a generar una divergencia entre el producto social y el privado, dado que el arrendatario no tenía incentivos para introducir mejoras. Sin embargo, los acuerdos voluntarios entre las partes podrían evitar el mal uso de la tierra.

### **2.1.2 Modelo de Coase**

Ronald Coase, economista inglés que procuró desmontar la teoría pigouviana con su artículo “The Problem of the Social Cost” (“El problema del costo social”, 1960), en el que muestra que un efecto externo no enfrenta un interés privado a un interés público, sino un interés privado se enfrenta a otro interés privado.

En otras palabras, cambia el pensamiento de que el contaminador es el responsable de pagar el daño que está generando a un pensamiento de visualización de la sociedad como un todo en donde lo importante no radica en quién pague por el daño generado (neutralidad).

Para Pigou las externalidades tenían un carácter unidireccional, es decir, el agente causante del efecto externo es el que debe de hacer frente a algún tipo de penalización. Coase plantea el problema de otra forma, es decir, si el contaminado es el propietario del recurso, en quien radica la responsabilidad de pagar es en el contaminador para que de esa forma se logre compensar la contaminación o degradación causada. Pero si el contaminador es el propietario, quien paga es el contaminado de manera que este pago permita al contaminador reducir sus beneficios con la reducción o interrupción de la producción.

En otras palabras, para dar una respuesta satisfactoria habría que medir “el valor de lo que se consigue y de lo que se deja de conseguir”<sup>7</sup>, en cada situación concreta, eligiendo aquella en la que se evite el mayor daño. En el momento en

---

<sup>7</sup> COASE, R. H. (1994). *La empresa, el mercado y la ley*. Madrid. Alianza. p. 122

que se está suscitando la contaminación se podría llegar a una solución en la cual se decida que la empresa no producirá más o que tiene que reducir su producción. Sin embargo, cualquiera de estas soluciones nos podría causar un daño a la colectividad.

Coase habla de una negociación privada entre las partes en disputa ya sean entre individuos o colectividades (contaminador vs contaminado). La solución radica en el conocimiento de quien es el poseedor del derecho de propiedad sobre el recurso en cuestión para posteriormente lograr negociar una solución.

Sin embargo, si los costos de transacción son altos, la negociación ya no resulta viable. Por lo que solo en estos casos la intervención estatal se encuentra justificada. El Estado puede definir mediante regulaciones obligatorias que es lo que la gente puede o no hacer, aunque la actuación pública siempre conlleva altos costos y puede incluir errores.

Entonces para Coase la solución de una externalidad negativa se encuentra en la maximización del producto colectivo, es decir, el interés del conjunto de la sociedad debe de estar por encima del interés de las víctimas directas, en conclusión lo importante no es la justicia sino la eficiencia de la solución.

En esta misma línea Garret Hardin, publico en 1968 "The Tragedy of the Commons" ("La tragedia de los bienes públicos") en la revista Science, en la cual explica que los bienes públicos son una tragedia debido a que los recursos que pertenecen a todos en realidad no pertenecen a nadie y es por ello que nadie se siente con la responsabilidad de cuidar de ellos.

Coase defiende la propiedad privada ya que ésta es exclusiva y transmisible, lo que acaba con los impasses, volviéndose pasible de negociación. Es por ello que recomienda la privatización extrema del medio ambiente, lo cual genere una "ecología de mercado".

Por ejemplo:

El razonamiento de Coase funciona bien siempre que podamos identificar a todos los afectados y que éstos adjudiquen valores monetarios. Si la externalidad hace sentir sus efectos en el futuro, interviene entonces la cuestión de la tasa de descuento o actualización. En el ejemplo que aquí considere, la empresa B valora en  $30a$  el costo de descontaminación del agua. No se preocupa de si el agua tiene aún algún residuo nocivo después de esta contaminación, que sólo alcanza el grado necesario para los propósitos de B.

Existe pues, por hipótesis, una tecnología que convierte en reversible la contaminación del agua por la empresa A, en un tiempo corto, a un costo objetivamente igual a  $30a$ . Consideremos ahora cuáles son las cantidades producidas por ambas empresas, por separado, que maximizan sus ganancias o beneficios. Sabemos que estas cantidades son aquellas para las que se igualan ingresos marginales y costos marginales. Así, la empresa A maximiza  $80a - a^2$ , es decir,  $80 - 2a = 0$ ; por tanto,  $a=40$ . La empresa B maximiza  $100b - (b^2 + 30a)$ , es decir,  $100 - 2b = 0$ ; por tanto,  $b=50$ . Así,  $a=40$ , y si  $b=50$ .

Si ambas empresas se fusionaran, la despreocupación ecológica de la cual la empresa A no se preocuparía por la contaminación del agua, que realiza una producción conjunta de  $a$  y  $b$ . La nueva empresa internaliza las externalidades dentro de sus costos, y su programa de maximización de ganancias es: maximizar  $80a - a^2 + 100b - b^2 - 30a$

La producción de  $a$  bajaría ahora hasta  $a=25$ , ya que ahí los costos marginales son iguales a 80 y coinciden con el precio de  $a$ . La producción de  $b$  seguiría siendo de 50 unidades. El nivel de contaminación sería menor y las ganancias totales serían mayores.

Ahora bien, supongamos que no se fusionan, sino que los derechos de propiedad o títulos jurídicos sobre el ambiente están bien definidos. Supongamos que está establecido que la contaminadora paga, es decir, no se puede contaminar. Entonces, la empresa B aceptará que el agua esté contaminada en la medida que

la empresa A le pague la descontaminación. Si la producción de  $a$  es inferior a 25 unidades, A puede fácilmente compensar a B. Por ejemplo, al pasar de  $a=20$  a  $a=21$ , la ganancia marginal de A es de 39 unidades monetarias y el costo marginal para B es sólo de 30 unidades monetarias. Así, la negociación llevaría a una internalización de la externalidad. Ese resultado se conoce con el nombre de “Teorema de Coase”.

El mismo resultado se conseguiría con otra atribución de títulos jurídicos sobre el ambiente. Supongamos que la empresa A tuviera derecho a contaminar por ser propietaria del curso de agua. Si la producción de  $a$  es, por ejemplo, de 30 unidades, la empresa B pagará para que se reduzca la producción de  $a$  y por tanto la contaminación, hasta el nivel  $a=25$ .

Supongamos que la situación inicial es  $a=40$ . Al reducir la producción de  $a=40$  a  $a=25$ , la empresa A pierde una ganancia igual al área C pero la empresa B se ahorra un costo igual a  $D + C$ . Es decir, la empresa B puede compensar a la empresa A por su menor ganancia, y salir aún ganando. Si los costos de transacción de tales negociaciones no existen o no son muy grandes (por ejemplo, comisiones de intermediarios), entonces todo lo que hace falta para internalizar la externalidad es que ésta tenga un valor monetario y que haya derechos de propiedad (o títulos jurídicos) sobre el ambiente claramente definidos, y da lo mismo si el propietario del ambiente es el contaminador o el contaminado. Es importante darse cuenta de los supuestos restrictivos que hacen posible, en este caso, una negociación coasiana exitosa.

En resumen, la teoría de Coase es una concepción más liberal que el modelo centralizado de Pigou que observa sobre el papel del Estado como regulador de las externalidades. En la representación del mercado de Coase se acentúa el derecho de propiedad mientras que en el de Pigou se acentúa el precio. Las políticas de gestión ambiental de Pigou son muy onerosas y tienen eficacia relativa, dependiendo de las instituciones del Estado.

Por otro lado, las políticas liberales de Coase habilitan actualmente los mercados de derechos a contaminar como lo son los bonos de emisiones de CO<sub>2</sub>, los cuales han demostrado ser instrumentos para legitimar y reforzar la contaminación no para reducirla.

Añadiendo a esto que la aplicación de estos métodos resulta difícil debido al carácter subjetivo de asignarle un valor monetario a las externalidades (costo social), la dificultad de definir el derecho de propiedad de los bienes ambientales. En otras palabras, la mayor dificultad de llevar a la práctica la corrección de externalidades negativas radica en cuantificar el valor del daño marginal neto, debido a que para ello se requiere una cantidad de información que resulta casi imposible obtener.

El discurso económico imperante en estos modelos más que servir para solucionar los problemas generados en los ecosistemas, sirve para encubrir la degradación de los mismos. Sin embargo:

*“La asignación de recursos a través del mercado lleva a la depreciación del medio ambiente ya que el mercado no valora las externalidades y los métodos de valoración que sustituyen o complementan al mercado desde la perspectiva de la economía neoclásica son incapaces de dar valores actualizados a las externalidades futuras e inciertas”<sup>8</sup>*

Hay otras escuelas económicas que trabajan la cuestión ambiental desde una perspectiva multidimensionalidad del medio ambiente, como consecuencia de que el medio ambiente no es sólo la biosfera sino que también se deben de considerar otros aspectos como lo son la sociedad y su economía.

---

<sup>8</sup> MARTINEZ, A. (1992). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona. Icaria. p. 73



## **2.2 Economía Ecológica**

Es indiscutible que el proceso económico se encuentra íntimamente ligado al medio ambiente, pero introducir la conciencia de lucha por los recursos naturales resulta difícil aunque no imposible ya que logra ser plasmada en la economía ecológica.

La crisis ecológica global ha venido agravándose a marchas forzadas desde los inicios de la Revolución Industrial bajo la dinámica económica capitalista. En otras palabras, la dinámica capitalista ha potencializado la destrucción de los recursos naturales, la degradación de los ecosistemas y de las fuerzas sociales de producción.

Enfrentar esta crisis ecológica global es indispensable para el mantenimiento de la vida en nuestro planeta. La actividad económica hasta la actualidad ha permitido asegurar la satisfacción de necesidades de una sociedad mediante la producción de bienes. Cabe destacar que esta reproducción materialista de la sociedad depende del medio natural, el cual se desenvuelve de forma independiente a la organización económica.

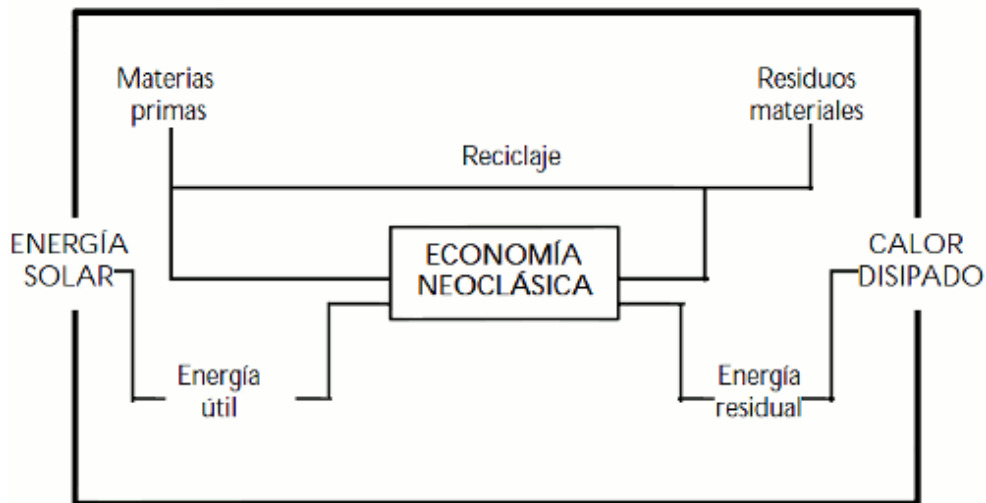
Esta crítica ecológica nacida gracias a Georgescu-Roegen (1906-1994), comienza con la preocupación de las cuestiones ecológicas. Este autor realiza una crítica a la economía ecológica desde la perspectiva de la segunda ley de la termodinámica. Es aquí donde se crea el concepto de la producción como un proceso de transformación productiva de masa y energía que se encuentra sujeta a la degradación irreversible de energía útil.

La economía ecológica ve al planeta Tierra como un sistema abierto a la entrada de energía solar, por lo que considera que todos los recursos y la biosfera puedan ser escasos y útiles. De acuerdo con esta interpretación la economía produce dos tipos de residuos: el calor disparado (La segunda Ley de la Termodinámica) y los

residuos materiales que se pueden reciclar y pueden volver a ser parcialmente utilizados.

**FIGURA 2.1**

**ECONOMÍA ECOLÓGICA**



**FUENTE:** MARTINEZ, A. (1995). *Lecturas de economía ecológica*.

Es por ello que la economía ecológica será la encargada de contabilizar los flujos de energía y ciclos materiales en la economía, esforzándose en el análisis de la contradicción entre el tiempo económico y el tiempo natural (biogeoquímico), es decir, la economía ecológica no solo estudia la economía ambiental sino que trasciende el estudio mediante la inclusión de los impactos ambientales de la economía humana.

Mientras la economía ambiental se encuentra preocupada por la realización del análisis costo-beneficio, la economía ecológica busca la gestión de los bienes naturales bajo la lógica que los rige. Las relaciones entre el tiempo bioquímico (ciclo de carbono y ciclo de fósforo) y el tiempo económico son muy distintas en ambos tipos de producción, lo que realiza la economía actual es la aceleración de

estos procesos de manera que ponemos en la atmósfera más dióxido de carbono que la fotosíntesis pueda aprovechar o que los océanos puedan absorber con lo que impactamos fuertemente en la contaminación de nuestro planeta Tierra. Se privilegia al medio ambiente desde el punto de vista de las ciencias de la naturaleza, basándose en los grandes ciclos biogeoquímicos y el intercambio de energía.

La contradicción del capitalismo según James O'Connor no solo se encuentra en la acumulación del capital<sup>9</sup> sino que también estropea sus condiciones de producción mediante la contaminación y devastación de los recursos naturales. Si estos recursos naturales comienzan a ser escasos se generara un aumento en el precio de los mismos, perjudicando de esta forma existirá una nueva presión sobre las ganancias.

La teoría económica vigente no previó la crisis ambiental, dado que la visión económica siempre se visualizó en un sistema cerrado en donde solo intervienen las empresas, las familias y los mercados de factores de producción de bienes y servicios. Sin embargo, los sistemas económicos son abiertos y se encuentran influidos por el orden natural.

Todas las explicaciones de los fenómenos económicos son en esencia mecanicistas. Cuando la oferta o la demanda se desplazan hacia arriba o hacia abajo, el mercado también varía, pero éste siempre vuelve a la misma posición si la curva vuelve también a su antigua posición. La teoría económica que apreciamos no permite que ningún cambio deje su marca en el proceso económico, sea el cambio una sequía, una inflación o una crisis bursátil.

Entonces los modelos de desarrollo se encontraban sobre los análisis convencionales del estudio de modelos cerrados o semicerrados. Existen economistas como los marxistas, los cuales han criticado esta visión. Sin embargo, la economía ecológica no es necesariamente pesimista respecto al crecimiento económico, solo señala que no es posible pronosticar si habrá o no

---

<sup>9</sup> La contradicción expuesta por Karl Marx, por ejemplo, en la que se ve reflejada en el aumento de la capacidad productiva y el escaso poder de compra de los asalariados.

crecimiento económico, a partir de modelos económicos en los que el flujo de energía y materiales está ausente.

*“La cuestión real es que tanto la destrucción como la mejora del medio ambiente nos implica decisiones que tienen consecuencias a largo plazo sumamente heterogéneas y que, además, son decisiones de una generación con consecuencias sobre las próximas generaciones. El poner un valor monetario y aplicar una tasa de descuento a las utilidades o desutilidades futuras para obtener su actual valor capitalizado, puede darnos un cálculo monetario preciso pero no nos saca del dilema de la elección y del hecho de que estamos poniendo en peligro la salud humana y la supervivencia. Por esta razón me inclino a considerar que los costos sociales y los beneficios sociales simplemente en términos de valores monetarios o mercantiles están condenado al fracaso. Los costos y beneficio sociales deben verse como fenómenos extra-mercantiles, acreditados a toda la sociedad o sufridos por toda la sociedad; son heterogéneos y no pueden ser comparados cuantitativamente entre sí, ni tan solo teóricamente”<sup>10</sup>*

La crisis ambiental, en todo caso, ha forzado en cierta medida a los economistas a reconocer las limitaciones de los enfoques metodológicos. Se necesita un enfoque que permita manejar las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y los sistemas físico y social. La economía ecológica va en contra del planteamiento de la teoría ortodoxa y es aliada de la economía política o de la economía institucionalista.

La ecología realiza estudios muy precisos cuando se habla de animales y plantas, pero hasta ahora no se ha realizado un estudio concreto de una ecología humana que logra identificar todas esas interdependencias entre todos los sistemas.

Queda claro que la economía es un sistema abierto en el cual entra energía solar, la cual es transformada y aprovechada de varias maneras como energía útil. Esta energía es utilizada para la producción, por lo que puede ser reciclada hasta cierto punto pero al mismo tiempo se está degradando la energía, la cual saldrá disparada en forma de calor disipado, es decir, la generación de residuos.

Se logra percibir que todas estas interdependencias representan costos sociales que hasta el momento no han logrado completamente contabilizados y mucho menos pagados. Debido a que estas son condiciones extramercados que salen de

---

<sup>10</sup> **KAPP, W.** (1978). *El carácter del sistema abierto de la economía y sus implicaciones*. p. 49

las unidades de producción y familiares y pasan por el medio ambiente para retornar de este último al primero.

La energía solar es el motor de la vida en nuestro planeta dado que toda fuerza es una transformación del sol que se ha almacenado en la tierra (seis formas de energía mecánica, térmica, eléctrica, química, nuclear y solar).

La tendencia espontánea del sistema puede explicarse por el fenómeno de la entropía:

- Toda forma de energía tiende a degradarse espontáneamente en calor.
- Toda utilización de una de esas formas se acompaña de una desestructuración.

Estas corrientes físicas fuera de mercado plantean importantes problemas de causalidad acumulativa circular que deben reconocerse como características típicas de los procesos económicos.<sup>11</sup> Son fenómenos extramercado y los precios de mercado no proporcionan criterios adecuados para su evaluación.

Según los economistas ecológicos, la economía no se tiene que ver como una corriente circular o espiral de valor de intercambio, sino que se tiene que percibir el flujo entrópico de energía y materiales de dirección única. Observar a la economía desde esta perspectiva no significa que se tenga que dejar de lado la anti entropía existente en la vida.

### **2.2.1 Bases teóricas de la economía ecológica**

1. La economía ecológica se deriva de concebir a la economía como un proceso abierto dentro de un sistema mayor. Eso significa que la economía no debe ser analizada en sí misma, sino en su interrelación con los ciclos

---

<sup>11</sup> Hasta ahora se ha prestado muy poca atención a estos procesos causales acumulativos. Para un análisis de sus conceptos clave de interdependencia circulares y causalidad acumulativa dentro del contexto de la economía como subsistema del sistema compuesto institucional sociocultural, ver **KAPP, W.** (1968). *"In Defense of Institutionalism"*, Swedish Journal of Economics, vol. LXX, núm. I p. 1-18.

biogeoquímicos. La economía ecológica analiza los efectos de las actividades humanas.

2. La economía ecológica sostiene que el ecosistema Tierra es cerrado en materiales, aunque abierto en energía solar. Esto significa que la economía no puede crecer ilimitadamente, como la economía neoclásica-keynesiana lo propone, es decir se encuentra limitado por razones físicas, antes que económicas.

3. Necesidad de realizar una utilización más eficiente de los recursos, la sustitución de recursos no renovables por renovables, y la reducción de los contaminantes que alteran los ciclos biogeoquímicos. Se descubre una nueva barrera al crecimiento ya no interna a la sociedad humana, sino externa en los límites físicos naturales.

### **2.2.2 El proyecto interdisciplinario**

La ambición de un saber absoluto ha conducido a la búsqueda de un proyecto interdisciplinario. Este proyecto busca centrarse en un método capaz de converger los puntos de vista de los saberes disciplinarios en una sola realidad, es decir, pretende eliminar las barreras que de los territorios científicos para unirlos en un mundo unitario.

Este proyecto se encuentra orientado por un objetivo práctico de las diferentes campos del saber. La interdisciplinariedad es una práctica intersubjetiva que produce una serie de efectos, su eficacia proviene de la especificidad de cada campo disciplinario, además del juego de intereses y relaciones de poder que mueven el intercambio subjetivo e institucionalizado del saber.

Los efectos de la aplicación de proyectos interdisciplinarios en sus campos experimentales y en la transformación de la realidad pueden plantear algunos problemas teóricos y generar un proceso de asimilación de nuevos conceptos y metodologías de investigación. La necesidad de descubrir y construir algo real más allá del estricto horizonte de la realidad ha llevado a la economía ecológica a buscar esa interdisciplinariedad en su estudio de las interrelaciones entre los seres

humanos y la biosfera. Esto con el objeto de lograr una comprensión más exacta de estas interrelaciones.

### **2.2.3 Crítica de la economía ecológica a la ambiental**

La economía ecológica realiza varias críticas a la teoría ambiental:

- La primera que ya fue mencionada anteriormente es el esquema abierto debido a que se recibe del extra mercado energía solar mientras que se disipa calor y lanza desperdicios al medio ambiente. De aquí se deriva la causa de que la depreciación ambiental se origina gracias a que se utilizan los recursos naturales a un ritmo no recuperable (se sobrepasa la resiliencia de los recursos).
- Critica el supuesto de que tanto la materia como el precio son convertibles. El supuesto nos dice que las mercancías son perfectamente convertibles a valor monetario dado que se pueden obtener en el mercado bajo un precio. Sin embargo, si se llega a la inexistencia (agotamiento) del recurso no existe la forma de transformar ese precio en una materia equivalente.
- La no correspondencia entre el nivel de precio y el stock físico de un producto. Por ejemplo, en la caza el hecho de que la caza no extinga al animal no significa que la cantidad de animales que sobrevivan en los momentos de mayor caza sea el necesario para hacer frente a futuras enfermedades o crisis ambientales.

La necesidad de estudiar la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico con las evidencias crecientes de la crisis ecológica impulsó el nacimiento de diferentes escuelas de pensamiento. La mayoría de las escuelas de pensamiento económico reconocen la existencia de una crisis ambiental, aunque difieran en el grado de profundidad y en las medidas correctivas.

La economía neoclásica aborda la cuestión ambiental en términos de internalización de las externalidades en el sistema de precios. Un ejemplo de esto es el mercado de emisión de carbono, a pesar de esto no ha tenido un gran impacto en la desaceleración del dióxido de carbono en la atmósfera.

Las políticas internacionales de medio ambiente dirigidas a limitar las emisiones de dióxido de carbono deberían de estar obligadas a incluir en el presupuesto de este gas en cada país las emisiones acumuladas (y no absorbidas por los océanos) desde el principio de la Revolución Industrial para lograr un mejor funcionamiento.

La palabra externalidades describe el traslado de los costos sociales inciertos a otros grupos sociales o a generaciones futuras. La racionalidad ecológica da una solución difícil de implementar dado que es casi imposible de evaluar el sacrificio que cada quien está dispuesto a realizar por el mantenimiento del capital natural.

La crítica ecológica está basada en la incerteza sobre el funcionamiento de los sistemas ecológicos que hace inaplicable el análisis ecológico de las externalidades. Enfatizando la brecha cada vez más ampliada entre la teoría y la realidad. Todos los grandes problemas actuales (tales como devastación ambiental, la inflación, el aumento de los precios del petróleo, el desempleo, los desequilibrios monetarios y los déficits de la balanza de pagos, la explosión demográfica y la escasez de alimentos), son fenómenos mundiales que exigen nuevos enfoques y soluciones globales.

Lo importante de la economía ecológica es la crítica de la forma en que se realizan los procesos de producción y de consumo bajo una degradación ecológica y energética.

En conclusión, la economía neoclásica-keynesiana ha recurrido al concepto de externalidad y a la internalización de las externalidades. De esta manera pretende incorporar aquello que está fuera del mercado.

Por su parte, la economía ecológica ha recurrido a leyes de la física para lograr una comprensión más amplia de la situación actual, por lo que trata de incorporar elementos que estarían por fuera de la teoría económica.



## **CAPÍTULO TERCERO**

### ***HUELLA ECOLÓGICA***

## CAPÍTULO TERCERO

### HUELLA ECOLÓGICA

#### Introducción

La naturaleza es una mujer pública; escribía Francis Bacon, debemos sojuzgarla, penetrar en sus secretos y encadenarla según nuestros deseos.

Hasta principios del siglo XIX, la economía era concebida dentro de los límites y tiempos de la naturaleza. La visión de Linneo sobre la estabilidad y el equilibrio de la naturaleza serán cuestionadas con el desarrollo de la concepción de Darwin sobre la naturaleza. Se realiza un gran énfasis en la idea de que el hombre pertenece a una naturaleza evolutiva, que el mismo es capaz de hacer evolucionar, es decir, puede transformar profundamente la naturaleza.

La “Revolución Industrial” permite ocultar, bajo una perspectiva positiva, la perturbación que se realiza a la base ecológica. Aunque en 1789 Francia era la primer potencia europea para 1815 Inglaterra la supera en volumen de producción y progreso tecnológico. La revolución Industrial se presenta como una expresión del cambio de objetivos sociales, es decir, se presta más atención a los conceptos de industria y organización del trabajo.

*“El progreso de la civilización anuló en gran parte este amor a la dominación, que es indestructible en el hombre, o al menos, sus inconvenientes desaparecieron poco a poco en el nuevo sistema. Efectivamente, el desarrollo de la acción sobre la naturaleza cambio la dirección de ese sentimiento al transponerlo a los objetos. El deseo de mandar a los hombres se transformó progresivamente en el deseo de hacer y deshacer la naturaleza a nuestra voluntad”<sup>1</sup>*

Según Lynn White, es en el siglo XIX en donde se afirma la “guerra contra la naturaleza”, la cual se lleva a cabo desde la Edad Media.<sup>2</sup> La revolución del planeta para muchos autores se encuentra en el planteamiento de Nicholas Georgescu-Roegen:

---

<sup>1</sup> DOMINIQUE, V. F. (2002). *Economía y Ecología*. Quito- Ecuador. Ediciones ABYA- YALA. P.47

<sup>2</sup>LYNN, W. (2007). “Raíces históricas de nuestra crisis ecológica” .Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA. Santiago de Chile. 23(1): 78-86.

*“En el corazón de la física se instala la irreversibilidad y la finitud”<sup>3</sup>*

La problemática del desarrollo de la civilización industrial se encuentra subrayada por autores como Augustin Cournot (1865), William Stanley Jevons (1865), Rudolf Clausius (1885). Para estos autores la perturbación de la base ecológica es algo fundamental en el estilo de vida del hombre moderno:

*“Hasta la llegada de la máquina de vapor el hombre tenía que hacer fructificar la tierra”<sup>4</sup>*

Las relaciones entre la economía y la naturaleza muestran como la economía se encuentra fundamentada en la destrucción del ambiente, ignorando o no reconociendo los límites biofísicos de la biosfera. Es por ello que a partir de 1880, se esbozan los primeros proyectos teóricos de la economía ecológica, que critican la visión de un mundo de reversibilidad, con ideas de equilibrio y conservación de las energías.

Los modos de producción y sus estructuras económicas inciden en las formas particulares de explotación, apropiación y transformación de la naturaleza, al convertirla en objetos y medios de trabajo de procesos productivos que dependen de las condiciones de reproducción de una sociedad. La producción económica, se ha concebido como una producción sin límites ecológicos. La conversión de la naturaleza en objetos de trabajo y de sus productos en mercancías, es decir, el proceso productor de plusvalía a partir de las relaciones sociales de producción que enfrentan al trabajo asalariado con el capital se produce efectos negativos sobre los procesos naturales.

Aun el modo de producción capitalista debe de aprender de los procesos naturales dado que estos participan en la determinación del tiempo de trabajo socialmente necesario para la producción de mercancías, en el precio de la mercancía y en las tasas de ganancia. El estudio de estos procesos naturales ha sido visto de forma positiva gracias a los avances tecnológicos que ha brindado el conocimiento científico.

---

<sup>3</sup> **GEORGESCU ROEGEN, N.** (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico* [1971]. Madrid. Fundación Argentaria- Visor.

<sup>4</sup> **COURNOT, A.** (1872). *Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes (1801-1877)*. Paris. Paris L. Hachette. p. 239-240

La necesidad de explotación de recursos y de la fuerza de trabajo en el proceso de acumulación y expansión del capital es el punto central de la crítica ecológica, dado que varios estudios científicos muestran que la biosfera se encuentra en peligro, lo que con lleva efectos nocivos sobre las especies que habitan los ecosistemas.

Cuando los problemas ambientales se plantearon en los 70's los economistas neoclásicos se declararon dispuestos a enfrentarlos retomando a sus bases teóricas creando un conjunto de métodos de valoración del ambiente. Sin embargo, estos métodos de valoración se encuentran con muchas dificultades, entre las que se encuentran la larga, costosa y compleja recolección de información. Sin embargo, a pesar de estas dificultades existen indicadores como la huella ecológica que han tenido impulso durante las últimas décadas, debido a la búsqueda de reflexión sobre la responsabilidad social con el medio ambiente.

### **3.1 Concepto de sustentabilidad**

Uno de los grandes temas en el discurso político, social, económico y ambiental, es el de la sustentabilidad. Manejaremos la idea de sustentabilidad como la reconciliación entre las metas de desarrollo y los límites ambientales.

En ecología, la sostenibilidad describe cómo los sistemas biológicos se mantienen diversos y productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo.

*“La conservación de la naturaleza tal vez sea una precondition del crecimiento económico, ya que el consumo futuro depende en gran medida del stock de capital natural. La conservación es sin ninguna duda una preocupación del Desarrollo Sostenible que une el concepto ecológico de capacidad de sustentación (carrying capacity), con los conceptos económicos de crecimiento y desarrollo”.*<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> JEFFREY, A. (1988). *Economics and biological diversity: Developing and using economic incentives to conserve biological resources*. Suiza. IUCN. Gland. p. 2.

Este concepto es la pauta para la realización de la búsqueda de un desarrollo sustentable entendido como el mejoramiento de la calidad de vida del hombre dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas que lo mantienen. Este concepto lo implementaremos como respuesta a la necesidad de unificación de lo social con lo natural, sin llegar a un debate a fondo de lo que en realidad se debería de interpretar como sustentable.

Los principios básicos que rigen el concepto de “desarrollo sustentable”, son los siguientes:

- Principio de sustentabilidad: A raíz del Informe Brundtland, el desarrollo sustentable se define como el tipo de desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin poner en peligro las posibilidades de desarrollo de las generaciones futuras.
- Principio de equidad: Cada persona tiene derecho, aunque no la obligación, a hacer uso de la misma cantidad de espacio ambiental (energía, materias primas no renovables, terreno agrícola, bosques, capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>, etc.).
- Principio de precaución: La conveniencia de tomar medidas antes de tener la seguridad de que se van a producir determinados efectos, debido a la gravedad y alta probabilidad de éstos.
- Principio de responsabilidad diferenciada: Las obligaciones que un país debe asumir se establecerán de acuerdo con su responsabilidad en el problema y su grado de desarrollo.
- Principio de “quien contamina, paga”: Los causantes de perjuicios o de un atentado al medio ambiente deben responder económicamente de las medidas para su corrección.

La nueva visión de desarrollo requiere admitir que el medio ambiente es parte fundamental dentro del proceso económico y que este impone restricciones a la actividad económica.

El proceso económico se puede visualizar como unidireccional y finito cuando se incorpora el capital natural y los flujos de energía:

*“El proceso económico es sostenido por un flujo de energía de baja entropía (energía de alta calidad), materias y servicios ambientales provenientes del medio ambiente. Mientras la energía y las materias son transformadas en producción y consumo, una mayor cantidad de entropía sale del medio ambiente en forma de desechos de calor y materia. Entonces, la producción y el intercambio de bienes y servicios son un paso intermedio entre la generación inicial de recursos y servicios ambientales y la asimilación y reciclaje de desechos al final del proceso”<sup>6</sup>*

No hay que olvidar que el fin último de la economía continúa siendo la satisfacción de necesidades por lo que en este sentido el desarrollo sustentable se define como:

*“El incremento de los niveles per cápita del bienestar humano a través del tiempo”<sup>7</sup>.*

Es por ello que la ciencia económica ha relacionado las mejoras en el bienestar con los incrementos en la actividad económica.

Los indicadores de sustentabilidad se plantean como instrumentos que nos permiten evaluar los avances en el camino de esta senda hacia un nuevo paradigma de desarrollo. Así, fundamentalmente en los últimos años, se ha venido tratando de diseñar marcos analíticos y modelos funcionales que incorporan en sus estructuras organizativas este nuevo enfoque de sustentabilidad. Podemos observar que el indicador de la Huella ecológica es un indicador de sustentabilidad fuerte. (Véase Figura 3.1)

### **3.1.1 Sustentabilidad Fuerte: Huella Ecológica**

La acción acumulada tanto de los fenómenos naturales como de la presencia de los seres vivos han modificado de muchas formas los ecosistemas. Principalmente se visualiza en el cambio del paisaje terrestre que generan los poblados y las ciudades, lo que ha generado que la desaparición de ecosistemas, la extinción de especies y el sobrecargo de la atmósfera con gases contaminantes.

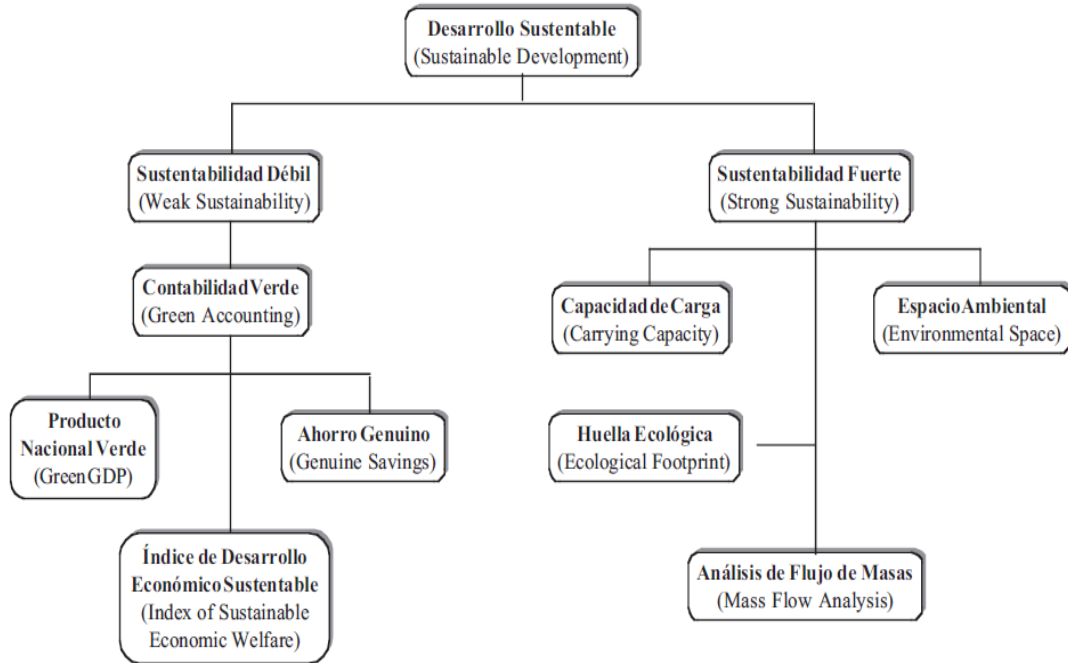
---

<sup>6</sup> AYRES, R. (1996). “Limits to growth paradigm”. Ecological economics. N. 19. p. 117-134.

<sup>7</sup> PEARCE, D. W. (1994). *Los límites del análisis costo-beneficio como guía para la política del medio ambiente*. Aguilera, F. y Alcantara, V. (comps.). p. 161-177.

**FIGURA 3.1**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD**



**Fuente:** GATCHET, O. (2002). *La huella ecológica: Teoría, método y tres aplicaciones al análisis económico*, Ecuador, ABYA-YALA, p.31

Mathis Wackernagel y William Rees han marcado el debate internacional de la sustentabilidad con el indicador de la Huella ecológica.

La prosperidad económica y el bienestar social depende de la capacidad del planeta para proveer recursos y servicios de los ecosistemas. Aunque la mayoría de las decisiones se realizan bajo el supuesto de recursos, el planeta tiene límites y el desarrollo sustentable no se puede asegurar sin operar dentro de ellos.

La Huella ecológica muestra que hemos duplicado nuestras demandas de sobre el mundo natural desde los años 60. Los cambios ambientales, como la deforestación, la pesca se derrumban, y la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera indican que la demanda humana puede ser superior a la capacidad de regeneración y absorción de la biosfera. Como las demandas sobre los sistemas naturales aumentan rápidamente debido a la economía y la

necesidad de alcanzar mejores niveles de vida. Varios estudios sugieren que muchos de los umbrales de la Tierra se están excediendo y que, por ello, la futura capacidad de la biosfera para prever la humanidad está en riesgo. En otras palabras, no existe la capacidad en el planeta para la disponibilidad de suelo productivo que permita satisfacer la necesidad de demanda de una población mundial creciente.

La Huella Ecológica es una herramienta potencial para medir conjuntamente los límites del planeta y la medida en la que la humanidad supera estos límites. Puede ser utilizado para investigar temas como los límites de consumo de recursos, la distribución internacional de los recursos naturales del mundo, la forma de abordar la sustentabilidad del uso de los recursos naturales en todo el mundo, la evaluación de la oferta y la demanda ecológica actual, las tendencias históricas, entre otras cosas. Proporciona una base para el establecimiento de metas, la identificación de opciones para la acción y el seguimiento del progreso hacia las metas establecidas.

En otras palabras, es un indicador biofísico que integra el conjunto de impactos que ejerce una comunidad humana habitualmente país, región o ciudad sobre su entorno, considerando tanto los recursos necesarios como los residuos generados para el mantenimiento de la comunidad. Este indicador permite visualizar de una forma clara y comprensible la dependencia de los sistemas económicos con la biosfera.

La idea original en la que se basa la Huella Ecológica está inmersa en una larga tradición de estudios de geografía y ecología sistémica que intentaban cuantificar el área apropiada por los humanos para mantener sus actividades.<sup>8</sup>

Borgström (1967) creó el concepto de “ghost acreage” (podría traducirse como “superficie fantasma”) para describir el área apropiada que necesita una población determinada para mantenerse con productos agrícolas. <sup>9</sup>Odum (1975) intenta calcular las llamadas “shadows areas” (la superficie sombra u oculta) que son las áreas demandadas por las ciudades para satisfacer sus

---

<sup>8</sup> **DEUTSCH, L. JANSSON, Å. TROELL, M. RONNBÄCK, P. FOLKE, C. KAUTSKY, N.** (2000): “*The ecological footprint: communicating human dependence on nature's work*”. *Ecological economics* 32 (2000) . p. 351-355.

<sup>9</sup> **BORGSTRÖM, G.** (1967). *The hungry planet*. New York .Editorial MacMillan.



necesidades energéticas.<sup>10</sup> Folke (1988) investigó el área apropiada para mantener la producción de salmón y otros peces mediante un sistema de producción en acuicultura en el Mar del Norte y Mar Báltico.

La primera publicación académica sobre la huella ecológica fue por William Rees en 1992. El concepto de huella ecológica y el método de cálculo fue desarrollada como la tesis doctoral de Mathis Wackernagel, bajo la supervisión de Rees en the University de British Columbia en Vancouver, Canadá, del 1990-1994.

Originalmente, Wackernagel y Rees llama el concepto "capacidad de carga"<sup>11</sup>. Para hacer la idea más entendible a Rees se le ocurrió el término "huella ecológica", inspirado por un técnico en computación que elogió su "pequeña huella en el escritorio". El primer intento sistemático para el cálculo de la Huella Ecológica y la biocapacidad de las naciones comenzó en 1997, realizado por Wackernagel. Basándose en estas evaluaciones, Red de la Huella Global inició sus Cuentas Nacionales de la Huella (NFA), constituye un marco contable de la cuantificación de la oferta y demanda anual de servicios de los ecosistémicos.<sup>12</sup>

Reconocer que la naturaleza tiene una capacidad finita, no es pesimismo, es una ley física. El que ignore estas restricciones básicas pone en peligro el bienestar futuro. El análisis de la huella ecológica empieza por admitir que la humanidad debe vivir de acuerdo a la capacidad de carga global. También mantiene que si sabemos escoger sabiamente se podría incluso mejorar la calidad de vida. Lo preocupante es la manera en la que vivimos está destruyendo el planeta. La huella ecológica es una herramienta que facilita el

---

<sup>10</sup> **ODUM, E.P.** (1975). *Ecology: the Link Between the Natural and Social Systems*. New York. HoltSaunders.

**ODUM, E. P.** (1989). *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems*. Sinauer Associates, underland.

<sup>11</sup> Este concepto hace referencia a "el máximo número de individuos de una especie concreta que es capaz de soportar de forma indefinida un hábitat específico sin alterar la productividad del mismo".

<sup>12</sup> **WACKERNAGEL, M. SCHULZ, N. DEUMLING, A. LINARES, M. JENKINS, V. KAPO, C. MONFREDA, J. LOH, N. MYERS, RANDERS, J.** (2002). *Tracking the ecological overshoot of the human economy*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 99: 9266-9271

aprendizaje sobre las restricciones ecológicas y el desarrollo de un estilo de vida sustentable.<sup>13</sup>

Mathis Wackernagel y William Rees fueron los encargados de popularizar el concepto de Huella ecológica (HE) tras la publicación de su libro “Nuestra huella ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la tierra” en 1996, trabajo donde se calcula la HE de las naciones por primera vez.

La HE constituye una herramienta analítica indispensable para comprender y visibilizar muchas de las claves de la “sustentabilidad” en los sistemas físicos. En este sentido, no se puede olvidar que las actividades económicas redundan en un aumento del deterioro entrópico (con diferentes velocidades a lo largo de la historia) del planeta y es, gracias al flujo renovable de la energía solar, y los procesos neguentrónicos resultantes de la fotosíntesis que consigue revertir esta situación.

Una gestión adecuada de la interacción humana con la biosfera es esencial para garantizar la prosperidad futura, por lo que las herramientas sistémicas contables son necesarias para el seguimiento de los efectos combinados de las muchas presiones que los humanos están poniendo en el planeta<sup>14</sup>. La huella ecológica basa su análisis en el reconocimiento de que:

*“Todos tienen un impacto sobre el planeta, porque se consumen los productos y servicios de la naturaleza”<sup>15</sup>*

El impacto de cada persona en el planeta posee una gran variación, no solo porque todos somos diferentes y nuestras decisiones son heterogéneas sino también porque la forma de producción y la tecnología utilizada para la misma no resulta homogénea en todo el mundo, esto producirá que la huella ecológica varíe dependiendo de la región.

---

<sup>13</sup> **WACKERNAGEL, M. REES, W.E.** (1996). “*Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*”. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers. p25.

<sup>14</sup> **GALLI, A. KITZES, J. NICCOLUCCI, V. WACKERNAGEL, M. WADA, Y. MARCHETTINI, N.** (2009). *Assessing the global environmental consequences of economic growth of World's countries through the Ecological Footprint: a focus on China and India*. Ecological Indicators. Global Footprint Network 2009.

<sup>15</sup> **WACKERNAGEL, M.** (1998): “*The Ecological Footprint of Santiago de Chile*”. Local Environment. Vol. 3, p.7

### 3.1.1 Metodología

La Huella Ecológica mide el área de tierra y agua biológicamente productiva que se necesita para producir los recursos que consume un individuo, población o actividad y para absorber los residuos que ello genera, considerando la tecnología y gestión de recursos imperante. Los análisis de la huella se pueden realizar a cualquier escala, es decir, se realizan estudios de la huella de manera global, nacional, subnacional y hasta individual.

Para calcular la huella se utilizan factores de rendimiento para normalizar la productividad biológica de los países según el promedio mundial<sup>16</sup> y factores de equivalencia para tener en cuenta las diferencias en la productividad media mundial entre los tipos de terreno<sup>17</sup>.

La Huella Ecológica convierte la cantidad de materias primas utilizadas (o dióxido de carbono emitido, en el caso de la Huella de carbono) en área de terreno bioproductivo necesario para la provisión de estos recursos. Esta conversión requiere traducir el volumen de recursos en área física y conocimiento de dos factores específicos: el factor productividad, o la relación de las producciones nacionales con las producciones mundiales promedio en varios productos de materia prima, y el factor equivalencia para los tipos de uso de la tierra, para explicar la diferente productividad de los tipos de tierra.

Los resultados de la huella y la biocapacidad de los países son calculados anualmente por la Red de la Huella Global, en la cual los gobiernos nacionales son invitados a colaborar. Esto permite mejorar los datos y la metodología utilizada para las Cuentas Nacionales de la Huella.

La intención de la Cuentas Nacionales de la Huella ecológica es proporcionar cálculos científicamente sólidos y transparentes para resaltar la importancia de los límites de la biocapacidad para la toma de decisiones. Las Cuentas Nacionales de la Huella miden un aspecto principal de la sustentabilidad. Sin embargo, no se toman en cuenta todos los aspectos de la sustentabilidad, ni todas las preocupaciones ambientales, solamente se toma en cuenta la

---

<sup>16</sup> Comparando toneladas de trigo por hectárea en el Reino Unido con las toneladas por hectárea media mundial.

<sup>17</sup>El promedio mundial de los bosques frente al promedio mundial de las tierras de cultivo.

cantidad de seres humanos y la biocapacidad demandada en comparación a la cantidad disponible. La capacidad de regeneración de la Tierra es el factor limitante para la economía humana en momentos en que la demanda humana excede lo que la biosfera puede renovar.

La demanda de la producción de recursos y la asimilación de residuos se traduce en hectáreas globales dividiendo la cantidad total de un recurso utilizado por el rendimiento por hectárea, o dividir los desechos emitidos por la capacidad de absorción por hectárea. Los rendimientos se calculan sobre la base de diversas estadísticas internacionales, sobre todo los de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO Statistical Databases ResourceSTAT). Los rendimientos son mutuamente excluyentes, por lo que, si dos cultivos se cultivan al mismo tiempo en la misma hectárea, una porción de la hectárea se asigna a un cultivo, y el resto a la otro. Esto evita la doble contabilización.

### **3.1.2 Tipos de Área de tierra**

Las Cuentas Nacionales de la Huella incluyen seis principales tipos de uso del suelo: las tierras de cultivo, tierras de pastoreo, zona de pesca, los bosques de madera y leña, bosques para la captación de dióxido de carbono, y la tierra urbanizada. Para todos los tipos de uso del suelo que hay una demanda en la zona, así como una oferta de una de estas zonas.

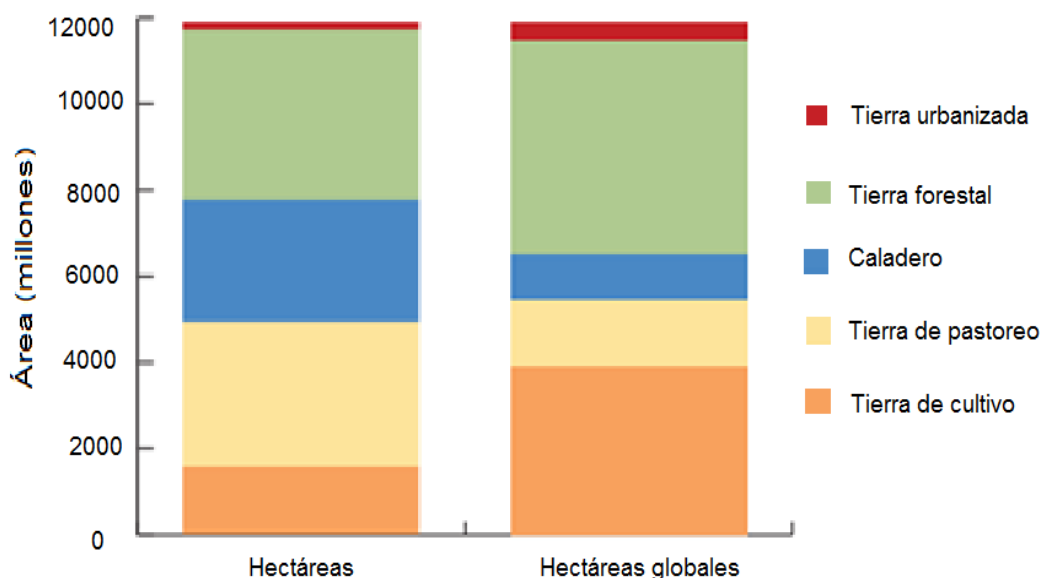
En 2007, el área de tierra biológicamente productiva y el agua en la Tierra era de aproximadamente 11,9 mil millones de hectáreas. Biocapacidad mundial también 11900000000 hectáreas globales, ya que el número total de hectáreas promedio es igual al número total de hectáreas actuales. Sin embargo, la superficie relativa de cada tipo de tierra se expresa en hectáreas globales difiere de la distribución en hectáreas reales.

El mundo tenía 3,9 millones de hectáreas globales de tierras de cultivo biocapacidad, en comparación con 1,6 millones de hectáreas de superficie de cultivo. Esta diferencia se debe a la relativamente alta productividad de las tierras de cultivo en comparación con otros tipos de uso del suelo. Esto no es sorprendente, ya que las tierras de cultivo suele utilizar las áreas de tierra más

convenientes y productivas, a menos que hayan sido urbanizados. Así, las tierras de cultivo ofrece más servicios biológicamente productivos para los humanos que la misma área física de otros tipos de uso del suelo.

**GRÁFICA 3.1**

**HECTÁREAS GLOBALES POR TIPO DE ÁREA, 2007**



**Fuente:** Global Footprint Network

**3.1.2.1 Tierras de cultivo**

La más bioproductiva de todos los tipos de uso del suelo y se compone de las áreas utilizadas para producir alimentos y fibras para el consumo humano, alimento para el ganado, los cultivos de aceite y caucho. En todo el mundo había 1,6 millones de hectáreas designadas como tierras de cultivo<sup>18</sup>. Para la realización de la huella de las tierras de cultivo de acuerdo con las cantidades de producción de 164 cultivos de diferentes categorías, aunque no se tiene en cuenta la medida en que las técnicas de cultivo y prácticas agrícolas insostenibles provocan la degradación a largo plazo de los suelos.

<sup>18</sup> Base de datos estadísticos FAO. FAO ForesSTAT Statistical Database. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/626/default.aspx>

### **3.1.2.2 Pastizales**

Las tierras de pastoreo se utilizan para la cría de ganado de carne, productos lácteos, cuero, lana y productos. A nivel mundial, en 2007, había 3,4 millones de hectáreas de suelo clasificado como tierras de pastoreo. La huella de las tierras de pastoreo se calcula comparando la cantidad de alimento disponible para el ganado en un país con la cantidad de alimento necesario para el ganado producido en ese año.

Dado que el rendimiento de las tierras de pastoreo representa la cantidad de producción primaria sobre el suelo disponible en un año, el exceso no es físicamente posible durante períodos prolongados de tiempo para este tipo de uso de la tierra.

### **3.1.2.3 Bosque para obtener madera y leña**

La huella de los bosques se calcula en base a la cantidad de madera, pulpa, productos de madera y la leña consumida por un país sobre una base anual. FAO ResourceSTAT coloca la superficie total de los bosques del mundo en 3,9 millones de hectáreas con un rendimiento promedio mundial de 1,81 m<sup>3</sup> de cosechable sin corteza por hectárea por año.

### **3.1.2.4 Pesca**

Los caladeros se calculan utilizando las estimaciones de la captura máxima sostenible para una variedad de especies de peces. Las estimaciones de capturas sostenibles se convierten en una masa equivalente a la producción primaria sobre la base de los niveles tróficos las distintas especies. Esta estimación de la máxima producción primaria cosechable se divide entre las zonas de la plataforma continental del mundo. Globalmente, hubo 2,4 millones de hectáreas de la plataforma continental y 433 millones de hectáreas de zonas de aguas continentales en 2007.<sup>19</sup> Los caladeros se calculan sobre la base de la producción primaria estimada necesaria para apoyar el pescado capturado, es decir, se calcula a partir del nivel trófico medio de las especies en cuestión.

---

<sup>19</sup>Base de datos estadísticos FAO. FAO ForesSTAT Statistical Database. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/626/default.aspx>  
World Resources Institute Global Land Cover Classification Database. Disponible en: <http://earthtrends.wri.org>

Peces que se alimentan más arriba en la cadena alimentaria (en los niveles tróficos superiores) requieren más entrada de la producción primaria por lo que se asocian con una mayor huella de consumo. En las Cuentas Nacionales de la Huella se incluyen estimaciones de las necesidades de producción primaria de 1.439 especies marinas diferentes y más de 268 especies de agua dulce.

### **3.1.2.5 Tierra urbanizada**

La huella de la superficie construida se calcula en función del área de tierra cubierta por una infraestructura humana - el transporte, la vivienda, las estructuras industriales y embalses para centrales hidroeléctricas. Tierra urbanizada ocupaba 167 millones de hectáreas de tierra en todo el mundo en 2007<sup>20</sup>. Se supone que la superficie construida ocupa lo que antes era tierra de cultivo. Esta suposición se basa en la teoría de que los asentamientos humanos están generalmente situados en zonas muy fértiles. Por falta de datos sobre los tipos de tierra inundada, todas las presas hidroeléctricas se supone que las tierras de inundación con la productividad media mundial.

### **Bosque para la absorción de dióxido de carbono**

Las emisiones de dióxido de carbono, principalmente por la quema de combustibles fósiles, son el único producto de desecho incluido en las Cuentas Nacionales de la Huella. Por el lado de la demanda, la huella de carbono se calcula como la cantidad de tierra forestal necesaria para absorber las emisiones de carbono dadas.

El primer paso en el cálculo de la huella de carbono es sumar las emisiones a la atmósfera de dióxido de carbono de la quema de combustibles fósiles, el cambio de uso del suelo (deforestación, por ejemplo), y las emisiones procedentes del transporte internacional de pasajeros y carga. Este total es la suma de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono liberado a la atmósfera global en un año determinado. En segundo lugar, después de restar la cantidad de dióxido de carbono absorbido por los océanos del mundo cada año del total antropogénico, el dióxido de carbono restante se traduce en la

---

<sup>20</sup> Base de datos estadísticos FAO. FAO ForesSTAT Statistical Database. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/626/default.aspx>IIASA globales zonas agroecológicas 2000

cantidad de bosque bioproductivo que sería necesario para almacenarlo ese año. La huella de carbono es la porción más grande de la huella actual de la humanidad.

Las escalas de contabilidad de la Huella Ecológica cuenta con diferentes tipos de áreas para observar las diferencias de productividad entre los tipos de uso de la tierra y el agua.

El rendimiento de los factores explican las diferencias en la productividad de un tipo de uso de la tierra dada entre un país y el promedio mundial en este tipo de área. Por ejemplo, una hectárea en Nueva Zelanda es potencialmente capaz de soportar más la producción de carne de la hectárea promedio mundial de las tierras de pastoreo. Estas diferencias son impulsadas por factores naturales, tales como la precipitación o la calidad del suelo, así como por las prácticas de gestión.

Para tener en cuenta estas diferencias, el factor de rendimiento compara la producción de un tipo específico de uso de la tierra en un país de una hectárea promedio mundial del mismo tipo de uso de la tierra. Cada país y cada año tiene su propio conjunto de factores de rendimiento.

La Huella Ecológica compara la demanda humana sobre la biodiversidad con la capacidad natural mundial para satisfacer esta demanda. De este modo sirve como un indicador de la presión humana sobre los ecosistemas locales y globales. En 2008 la demanda de la humanidad superó la tasa de regeneración de la biosfera en más del doble, Esta translimitación puede producir el agotamiento de ecosistemas y el relleno de sumideros de residuos.

Este estrés ecosistémico puede impactar negativamente sobre la biodiversidad. Sin embargo, la Huella no mide directamente este último impacto, ni especifica la translimitación que hay que reducir para evitar los impactos negativos. La Huella indica lo que ha ocurrido en el pasado, por lo que puede hacer una descripción cuantitativa de los recursos ecológicos empleados por un individuo o una población, pero no recomienda lo que se debería utilizar.

La asignación de recursos es una cuestión política, basada en creencias sociales sobre lo que es o no equitativo. Mientras que la contabilidad de la



Huella puede determinar la biocapacidad media disponible por persona, no estipula cómo debería asignarse esta biocapacidad entre individuos o países. Sin embargo, ofrece un contexto para este tipo de discusiones.

Los análisis de la Huella reflejan tanto el aumento de la productividad de recursos naturales como la innovación tecnológica (por ejemplo, si la industria papelera doblara la eficiencia general de la producción de papel, la huella por tonelada de papel sería la mitad). Las cuentas de la Huella Ecológica consideran estos cambios una vez que han ocurrido y pueden determinar hasta qué punto estas innovaciones han tenido éxito a la hora de llevar la demanda humana dentro de la capacidad de los ecosistemas del planeta. Si hay un aumento suficiente del suministro ecológico y una reducción de la demanda humana debido a los avances tecnológicos u otros factores, las cuentas de la Huella lo plasmarán como una eliminación de la translimitación global.

Los cálculos de las cuentas se basan principalmente en los conjuntos de datos de las agencias de las Naciones Unidas u organizaciones afiliadas, tales como la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, 2011), la División de Estadística de las Naciones Unidas (UN Commodity Trade Statistics Database - ONU Comtrade 2011), y la Agencia Internacional de Energía (IEA 2011).

Huella ecológica: una medida de la demanda de la población y las actividades en el lugar de la biosfera en un año determinado, dada la tecnología existente y los recursos de ese año.

FIGURA 3.2

METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA TOTAL



68

FUENTE: Elaboración propia con base en datos de World Wildlife Fund for Nature

La huella ecológica, en su forma más básica, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$EF = \frac{Da}{Ya}$$

Donde D es la demanda anual de un producto; Y es el rendimiento anual del mismo producto. El rendimiento se expresa en hectáreas globales<sup>21</sup>.

Por lo tanto, la fórmula de la huella ecológica se convierte en:

$$EF = \frac{P}{Yn} * YF * YQF$$

Donde P es la cantidad de un producto cosechado, Yn es el rendimiento promedio nacional de P, YF es el factor de rendimiento<sup>22</sup> y YQF es el factor de equivalencia<sup>23</sup> para el país y el tipo de uso de la tierra en cuestión. La Huella Ecológica también encarna la energía necesaria para el proceso de fabricación.<sup>24</sup>

La biocapacidad: una medida de la cantidad de tierra biológicamente productiva y el área de mar disponible para proporcionar los servicios de los ecosistemas que la humanidad consume de nuestro presupuesto ecológico o la capacidad de regeneración de la naturaleza. La biocapacidad cuantifica la capacidad de la naturaleza para producir recursos renovables, proporcionar tierra para construir y ofrecer servicios de absorción como el de la captura de carbono.

---

<sup>21</sup> Las hectáreas globales se calculan con la ayuda de dos factores: los factores de rendimiento (que comparan el rendimiento nacional medio por hectárea de rendimiento promedio mundial en la misma categoría de la tierra) y los factores de equivalencia (que capturan la productividad relativa entre los diversos terrenos y los tipos de áreas marinas).

<sup>22</sup> El factor de rendimiento es la relación de nacional a rendimientos de la media del mundo. Se calcula como la disponibilidad anual de productos utilizables y varía por país y año.

<sup>23</sup> Factores de equivalencia traducen el área suministrada o demandada de un tipo específico de uso de la tierra en unidades de media mundial de área biológicamente productiva. La demanda anual de productos elaborados o derivados (por ejemplo, harina o pasta de madera), se convierte en equivalentes de productos primarios (por ejemplo trigo o de madera en rollo) a través del uso de las tasas de extracción. Estas cantidades equivalentes de productos primarios se traducen en una Huella Ecológica.

<sup>24</sup> La huella encarnada se mide como el número de hectáreas globales necesarias para hacer una tonelada al año de un producto determinado.

**FIGURA 3.3**

**METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA BIOCAPACIDAD TOTAL**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de World

La biocapacidad actúa como un punto de referencia ecológico con el que se puede comparar la Huella Ecológica. Con el objetivo de que tanto la Huella Ecológica como la biocapacidad sean comparables se expresan en una unidad común denominada hectárea global (hag), donde 1hag representa una hectárea biológicamente productiva de tierra de productividad media. En 2008, la biocapacidad total de la Tierra era de 12.000 millones de hag (1,8 hag por persona), mientras que la Huella Ecológica de la humanidad era de 18.200 millones de hag (2,7 hag por persona). Este desfase significa que la Tierra tardaría 1,5 años en regenerar completamente los recursos renovables que los seres humanos utilizan en un año.

Las hectáreas globales proporcionan más información que el simple peso. Existen dos tipos importantes de coeficientes, los factores de rendimiento (YF) y los factores de equivalencia (MEC), sus resultados se expresan en términos de un normalizado.<sup>25</sup>

Cabe destacar que la Huella Ecológica incluye solo aquellos aspectos del consumo de recursos y producción de desechos para los cuales la tierra tiene capacidad regenerativa, y donde existan datos que permitan expresar esta demanda en términos de área productiva.<sup>26</sup>

Las cuentas de la Huella Ecológica proporcionan una fotografía instantánea de la demanda y disponibilidad pasada de recursos, es decir, que no toma en cuenta las pérdidas futuras provocadas por la actual degradación de ecosistemas, si persiste puede reflejarse en futuras cuentas como una reducción de la biocapacidad. Este indicador tampoco indica la intensidad con la que es utilizada un área biológicamente productiva.

Las Cuentas Nacionales de la Huella utilizan conjuntos de datos mundiales para medir la biocapacidad y la huella ecológica de 240 países, territorios y

---

<sup>25</sup> KITZES, J. GALLI, M. BAGLIANI, J. BARRET, G. DIGE, S. EDE, K. ERB, S. GILIJUM, H. HABERL, C. HAILS, S. JUNGWIRTH, M. LENZEN, K. LEWIS, J. LOH, N. MARCHETTINI, H. MESSINGER, K. MILNE, R. MOLES, C. MONFREDA, D. MORAN, K. NAKANO, A. WACKERNAGEL, Y. WADA, C. (2007). "A Research Agenda for Improving National Ecological Footprint Accounts". Oakland: Global Footprint Network.

<sup>26</sup> Los vertidos tóxicos no se contabilizan en las cuentas de la Huella Ecológica, ni la extracción de agua dulce, aunque se incluye la energía utilizada para bombear o tratar el agua.

regiones 1961-2007. Los resultados de las Cuentas Nacionales de la Huella consisten en más de 800.000 puntos de datos que se calculan utilizando más de 50 millones de puntos de datos de origen de bases de datos como la ONU FAOSTAT, UN Comtrade, y la Agencia Internacional de la Energía de la OCDE.

Las Cuentas Nacionales de la Huella calculan la Huella Ecológica asociada al consumo total de cada país, sumando la Huella de sus importaciones y su producción y restando la Huella de sus exportaciones.<sup>27</sup> Las huellas nacionales del consumo pueden estar distorsionadas si todos los países no documentan bien los recursos utilizados y los residuos generados en la fabricación de productos para exportar. Estas imprecisiones del comercio declarado pueden afectar de forma significativa las estimaciones de la Huella para los países donde los flujos comerciales son grandes en relación al consumo total. Sin embargo, esto no afecta la Huella global total.

La Huella Ecológica del consumo de un determinado país mide la biocapacidad demanda el consumo final de todos los residentes del país. Este incluye el consumo de los hogares, así como su consumo colectivo, tales como escuelas, carreteras, cuerpos de bomberos, etc, que sirven a los hogares, pero que no pueden ser pagados directamente por los hogares. En contraste, la producción primaria de la huella ecológica de un país es la suma de las huellas de todos los recursos capturados y todos los residuos generados dentro de las fronteras geográficas del país. Esto incluye toda la zona dentro de un país es necesario para apoyar la cosecha actual de los productos primarios (las tierras de cultivo, tierras de pastoreo, las tierras forestales y las zonas de pesca), las infraestructuras y la energía hidroeléctrica (la superficie construida) del país, y el área necesaria para absorber fósiles las emisiones de combustibles de dióxido de carbono generadas en el país (huella de carbono) la diferencia entre la producción y el consumo es la huella del comercio, que se muestra en la siguiente ecuación:

$$EF_c = EF_p + EF_m - EF_x$$

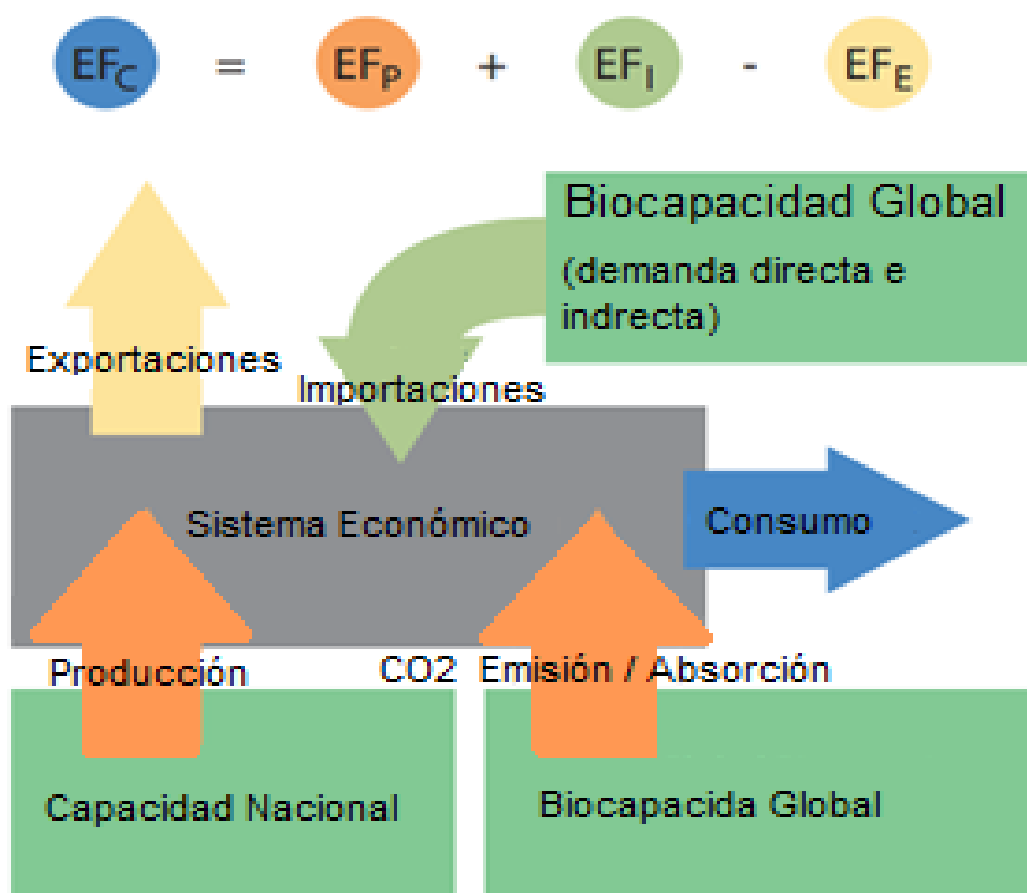
---

<sup>27</sup> Esto significa que el uso de recursos y emisiones asociadas a la producción de un coche fabricado en Japón, pero vendido y utilizado en India, afectará a la Huella de consumo de India más que a la de Japón.

Donde  $EF_C$  es la Huella Ecológica del consumo,  $EF_P$  es la huella ecológica de la producción y  $EF_I$  y  $EF_E$  son las huellas de los flujos de mercancías importadas y exportadas<sup>28</sup>, respectivamente.

**FIGURA 3.4**

**HUELLA ECOLÓGICA DEL CONSUMO**



**FUENTE:** Global Footprint Network

Los valores de la Huella Ecológica y la biocapacidad se expresan en unidades mutuamente excluyentes de la zona necesaria para proporcionar anualmente servicios ecosistémicos. Estos incluyen las tierras de cultivo para la provisión de alimentos a base de plantas y productos de fibra, y las tierras de pastoreo y

<sup>28</sup> Para medir la huella de las importaciones y exportaciones, es necesario conocer tanto la cantidades objeto de comercio, así como los recursos incorporados (incluidas las emisiones de dióxido de carbono) en todas las categorías.

las tierras de cultivo de los productos de origen animal; caladeros de pesca (marina y continental) para productos de la pesca, los bosques para obtener madera y otros productos forestales, y las tierras absorción para neutralizar las emisiones de residuos (actualmente, sólo las áreas para la absorción de las emisiones antropogénicas<sup>29</sup> de dióxido de carbono se consideran), y las zonas edificadas para la vivienda y otras infraestructuras. Los factores de productividad varían por producto, tipo de uso de la tierra, y nación mientras que los factores de equivalencia varían sólo por tipo de uso de la tierra, y son idénticos para cualquier país en un año determinado.

La biocapacidad de un país para cualquier tipo de uso del suelo se calcula como:

$$BC = A * YF * YQF$$

Donde BC es la biocapacidad, A es el área disponible para un tipo de uso de la tierra dado, YF es el factor de rendimiento<sup>30</sup> y YQF es el factor de equivalencia<sup>31</sup> para el tipo de uso de la tierra país en cuestión.

### 3.1.3 Factores que influyen en la determinación de la Huella Ecológica

La biocapacidad está determinada por dos factores: el área de la tierra biológicamente productiva o el agua y la productividad de esa área, medida por la cantidad que se obtiene por hectárea. Desde 1961, la superficie de terreno cosechado en las cosechas más comunes (cereales) ha permanecido relativamente constante, mientras que el rendimiento por hectárea se ha más que duplicado. Sin embargo, en los últimos años, el área de tierra cultivada ha aumentado rápidamente, es decir, la humanidad está utilizando cada vez más

---

<sup>29</sup> El término antropogénico se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Se utiliza para describir contaminantes ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles. **SCOTT, M.** (2008). "Glossary". Earth Observatory

<sup>30</sup> El factor de rendimiento es la relación de nacional a los rendimientos medios mundo. Se calcula como la disponibilidad anual de productos utilizables y varía por país y año

<sup>31</sup> Factores de equivalencia se traduce en el área suministrada o demandada de un tipo específico de uso de la tierra (por ejemplo, medio mundo las tierras de cultivo, tierras de pastoreo, etc) en unidades de media mundial biológicamente zona productiva (hectáreas globales) y varía según el tipo de tierra y el año del uso.



grandes extensiones de tierra para las especies de plantas individuales y la agricultura intensiva dejando menos tierra sin ser molestada.

La gestión cuidadosa de la tierra puede asegurar que las áreas bioproductivas no disminuyan debido a la influencia antropogénica en factores que incluyen la urbanización, la deforestación, la erosión, la contaminación y la desertificación.

Los rendimientos a menudo se puede aumentar a través de la tecnología, pero la innovación tiene que ser manejada de forma cuidadosa para evitar dañar tanto la salud humana o como la ecológica. El equipo mecanizado en la agricultura, las semillas manipuladas genéticamente, el riego, los fertilizantes y los pesticidas pueden aumentar el rendimiento de la tierra biológicamente productiva. Sin embargo, muchos de estos insumos tecnológicos vienen a expensas de una huella ecológica más grande debido a la energía adicional que necesitan y a las mayores aportaciones de recursos. Estas tecnologías también pueden disminuir la capacidad de carga en los próximos años por el aumento de la escorrentía superficial del suelo, la reducción de la disponibilidad de agua, la disminución de la diversidad biológica, o el aumento de la degradación de las zonas circundantes.

En 1971, Paul R. Ehrlich y John P. Holdren publicaron un trabajo seminal que descompone los motores antropogénicos de apropiación capital natural en tres variables: la población, la riqueza y la tecnología.<sup>32</sup> (Ehrlich y Holdren, 1971). Este modelo llegó a ser conocido como el modelo IPAT (Impacto ambiental = Población \* Riqueza \* Technology), y sigue siendo un marco útil para examinar el impacto ambiental. Aunque todos los tres factores son susceptibles de ser limitante en el largo plazo, las sociedades modernas por lo general tratan de aumentar la riqueza. Por lo tanto, al tratar de evitar el agotamiento de los recursos catastrófica, se supone que la tecnología mejora continuamente. Las fuerzas que impulsan los cambios en la Huella Ecológica pueden derivarse del modelo IPAT, con un total de cinco factores que influyen en el grado de exceso global o déficit ecológico de un país. Huella ecológica está determinada por tres

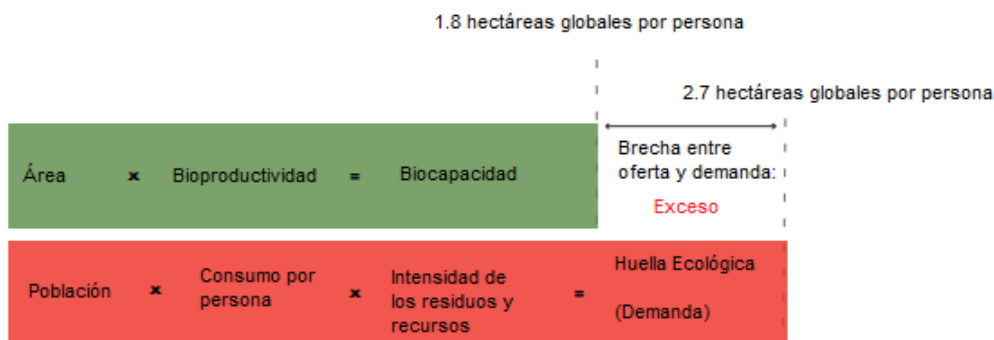
---

<sup>32</sup> **EHRlich, P. HOLDREN, J.** (1971). *"Impact of Population Growth"*. Complacency concerning this component of man`s predicament is unjustified and counterproductive. *Science* 171: 1212-1217.

factores: la población, el consumo por persona, y los recursos y la intensidad de los residuos.

**FIGURA 3.5**

**FACTORES QUE DETERMINAN EL EXCESO GLOBAL**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

Entonces la demanda se encuentra determinada por tres factores: la población (el número de personas que consumen), el consumo per cápita (la cantidad de bienes y servicios que cada persona utiliza), y los recursos y la intensidad de los residuos (la eficacia con que se producen los bienes y servicios). Por lo tanto, la oferta nos habla de la cantidad de biocapacidad disponible para satisfacer esta demanda es una función de la cantidad de área productiva está disponible y sus rendimientos.

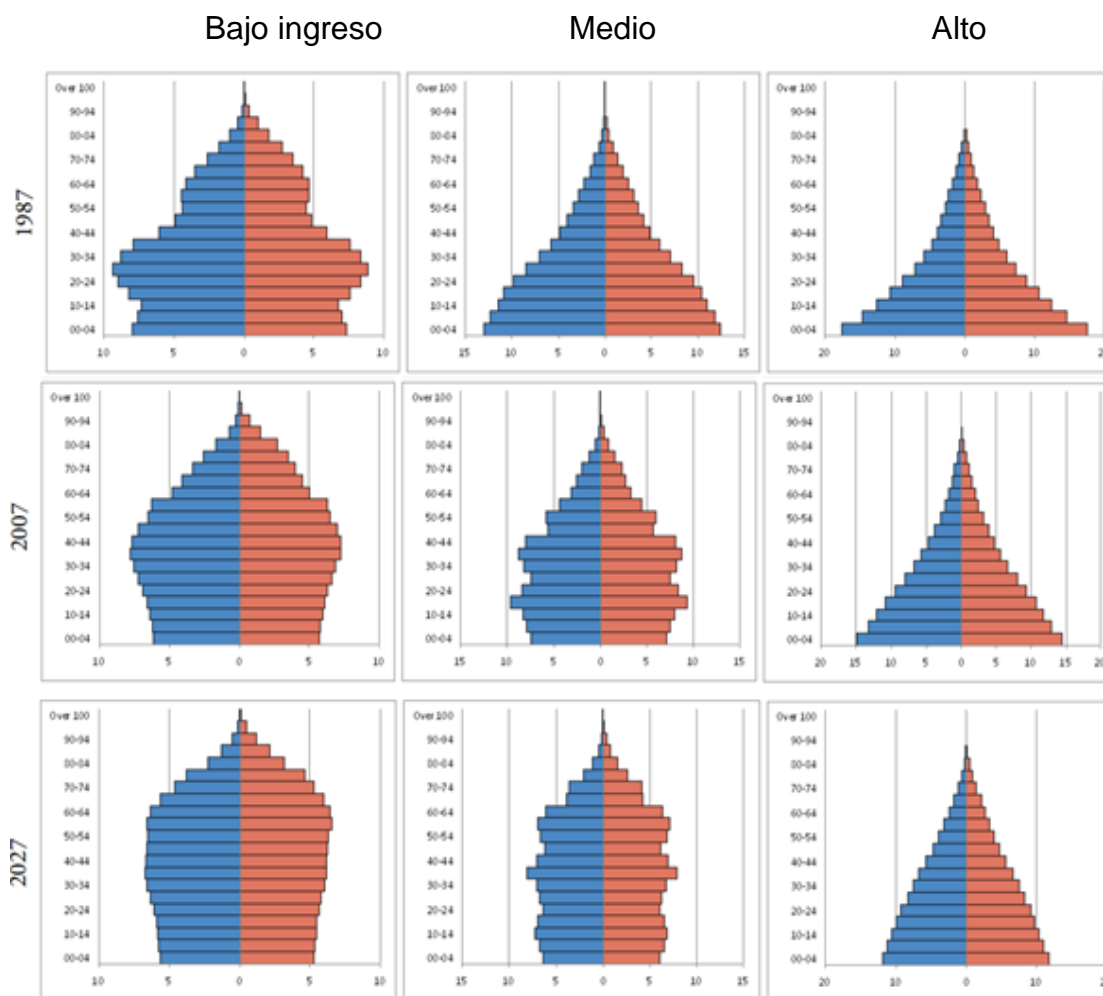
**3.1.3.1 Población**

El crecimiento exponencial de la población mundial tiene un papel desproporcionadamente grande en la Huella Ecológica total de la humanidad. Las tasas de crecimiento de la población varían mucho de los ingresos, la geografía y la cultura, y la comprensión de las tendencias subyacentes son clave para determinar el futuro de las demandas ambientales. En los países de bajos ingresos, ha habido un aumento de 113 por ciento de la población desde 1980. Por el contrario, los países de ingresos medios han tenido un incremento

del 63 por ciento de la población durante este mismo período, mientras que los países de altos ingresos han aumentado sólo un 24 por ciento de la población.

### GRÁFICA 3.2

#### PIRÁMIDE POBLACIONAL POR INGRESO 1987, 2007, 2027



**FUENTE:** Global Footprint Network

Las pirámides muestran la estructura de población de los países bajos, medios y altos ingresos. Históricamente, las sociedades han tendido a pasar de la población joven con una baja esperanza de vida (que se caracteriza por una pirámide de población con una base amplia y un pico estrecho) a las poblaciones de mayor edad con mayor esperanza de vida (que se caracteriza por un top-heavy pirámide de población), debido a cambios médicos y

culturales. Es de esperar que las regiones con poblaciones jóvenes de hoy serán sometidos a un rápido crecimiento de la población y un efecto multiplicador, como consecuencia de su huella ecológica.

### **3.1.3.2 El consumo por persona**

PIB por persona se ha incrementado dramáticamente, incluso en la región más pobre del mundo, África, el consumo individual se ha más que duplicado en esta época, en el Occidente opulento, el consumo ha aumentado más de seis veces. Por ejemplo, un canadiense ocupa en promedio 7,7 hectáreas para sustentar su estilo de vida, un estadounidense, alrededor de 10 hectáreas, un mexicano 2,6 hectáreas y un habitante de india apenas 0,8 hectáreas.

### **3.1.3.3 Tecnología**

La tecnología ha creado la capacidad de extraer más riqueza de la misma cantidad de recursos naturales. El seguimiento del eco-eficiencia y la desmaterialización de las diversas sociedades proporcionarán información valiosa para los tomadores de decisiones de todo el mundo. Por tanto, es imprescindible vincular las Cuentas Nacionales de la Huella con los sectores industriales de la economía para reducir la brecha de uso de la tierra y la contabilidad del flujo de materiales a la economía ambiental.

## **3.2 Huella de Carbono**

El cambio del clima global es uno de los desafíos más grandes de la humanidad y uno de los indicadores más importantes en los que nos encontramos en sobregiro ecológico. Dado que la huella del carbón es el 50 por ciento de la huella ecológica total de la humanidad, la reducción de nuestra huella del carbón es esencial en la solución de este sobregiro ecológico.

El enfoque de hoy está sobre el carbón, pero el cambio de clima está sucediendo al mismo tiempo que nos concentramos en otros límites críticos como las industrias pesqueras, los bosques, los terrenos agrícolas, y el agua. A menos que nos concentremos en solucionar el sobregiro como un problema de un sistema entero, algunas de nuestras soluciones al calentamiento del planeta podrían generar impactos grandes y no intencionados, en la búsqueda del uso

de combustibles biológicos, por ejemplo, en muchos casos estamos cambiando el enfoque de la presión a terrenos agrícolas y forestales.

Los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural son extraídos de la corteza terrestre y no son renovables en períodos de tiempo ecológico. Cuando se queman estos combustibles, se emite dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera.

Hay dos formas de almacenar CO<sub>2</sub>, mediante la captura tecnológica de estas emisiones por parte del hombre o mediante el secuestro natural. El secuestro natural se produce cuando los ecosistemas absorben CO<sub>2</sub> y lo almacenan en la biomasa, como los árboles.

La huella de carbono se calcula estimando la cantidad de secuestro natural que sería necesario para mantener una concentración constante de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Después de restar la cantidad de CO<sub>2</sub> absorbido por los océanos, las cuentas de la Huella Ecológica calculan el área requerida para absorber y retener el carbono que queda basándose en la tasa de secuestro promedio de los bosques del mundo.

El CO<sub>2</sub> secuestrado por medios artificiales sería sustraído también de la Huella Ecológica total, pero en la actualidad esta cantidad es insignificante. En 2008, 1 hectárea global podía absorber el CO<sub>2</sub> liberado por la quema de unos 1,450 litros de gasolina, por lo tanto expresar las emisiones de CO<sub>2</sub> en términos de un área bioproductiva equivalente no implica que el secuestro de carbono por parte de la biomasa sea la clave para resolver el cambio climático global. Por el contrario, esto muestra que la biosfera no tiene suficiente capacidad para compensar las tasas actuales de emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub>.

La contribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la Huella Ecológica total está basada en una estimación del promedio mundial del rendimiento forestal, Esta capacidad de secuestro puede cambiar con el tiempo, conforme maduran los bosques, sus tasas de secuestro tienden a disminuir, añadiendo a esto que si se degradan o talan se pueden convertir en emisores netos de CO<sub>2</sub>.

Las emisiones de carbono procedentes de otras fuentes distintas a la quema de combustibles fósiles se incorporan en la Cuentas Nacionales de la Huella a

escala global. Entre ellas se incluyen las emisiones fugitivas procedentes de la quema de gas en la producción de petróleo y gas natural, el carbono liberado debido a las reacciones químicas de la producción de cemento y las emisiones de los incendios de los bosques tropicales.<sup>33</sup>

Las Cuentas Nacionales de la Huella calculan la Huella de carbono se han basado en los estudios de Khatiwala (2009) y para las emisiones antropogénicas de carbono se han tomado en cuenta CDIAC (2011), de donde se ha obtenido que el porcentaje de absorción de los océanos es relativamente constante, variando entre el 28 y 35 % en el período comprendido de 1961-2008. El CO<sub>2</sub> restante corresponde a secuestro terrestre.

### **3.3 La Huella Hídrica**

Necesitamos agua para sobrevivir, es una parte esencial de nuestro ser, sin embargo, el agua que bebemos no es la única agua que consumimos, también utilizamos agua al bañarnos, al lavar los platos, limpiar, regar, cocinar, y muchas otras actividades que implica ver el agua corriendo delante de nuestros ojos todos los días. Todo esto representa un alto grado de consumo, sin embargo, el uso directo representa una proporción mínima de nuestro uso total de agua.

Para casi todos los fines humanos, necesitamos de agua dulce que se produce en la tierra. El agua salada, ya que se produce en el océano no es útil para beber, para el lavado, para la cocción, o para la mayoría de aplicaciones en la industria. El agua salada puede ser desalinizada, pero este es un proceso costoso y de alto consumo energético, factible para un número limitado de aplicaciones. Además, el agua salada se encuentra disponible en la costa, mientras que gran parte de las necesidades de agua son el interior, por lo que el transporte se realizaría cuesta arriba, lo cual significaría un problema también.

En pocas palabras, los seres humanos dependen principalmente del agua dulce. Aunque el agua forma un ciclo, por lo que el agua dulce en la tierra se

---

<sup>33</sup> KHATIWALA, S. (2009). "Reconstruction of the history of anthropogenic CO<sub>2</sub> concentrations in the ocean", Nature 462, p.346-350.

renueva continuamente, su disponibilidad no es ilimitada. Por años, la gente tiene un cierto volumen de agua para usos domésticos, agrícolas e industriales, que no puede superar la tasa de reposición anual.

El ahorro y uso eficiente del agua es un tema sabido desde hace muchos años por lo que se hacen algunas recomendaciones como cerrar la llave del agua mientras se enjabona, evitar lavar nuestros coches con mangueras, usar sólo un vaso de agua para lavarte los dientes, etc.. Sin embargo, el agua para consumo de los hogares (lo que vemos corriendo delante de los ojos mientras nos lavamos las manos o los platos, regar el jardín, o usar de otra manera en el hogar) representa sólo el 4% del agua que utilizamos en nuestras rutinas diarias.

Con el intercambio de productos y servicios, también se intercambian grandes cantidades de agua. Todo lo que comemos en un día, la ropa que usamos, la energía que consumimos, todos los productos que están en contacto con nosotros necesitan cantidades diferentes de agua para su creación, producción o generación. Por lo tanto, con la comercialización de productos, también estamos comercializando el agua, la cual participa en sus procesos de fabricación. Cuando nos damos cuenta de que la mayoría del agua que consumimos lo hacemos de forma indirecta se vuelve indispensable cuantificar los volúmenes de agua "oculta" detrás de la fabricación o elaboración de cada producto.

Por ejemplo, cuando tomamos una taza de café, por lo general pensamos que consumimos 125 ml de agua. Sin embargo, el crecimiento del grano se requiere agua de lluvia o de riego, al igual que para el secado, tostado, molido y envasado. En promedio, se requieren 140 litros de agua para nuestra taza de café durante la totalidad de su proceso de elaboración. Esta cantidad de agua se conoce como agua virtual<sup>34</sup>. También es necesario tener en cuenta que existen procesos de producción que contaminan el agua a pesar de que no se consume (como lavado de coches o descarga de aguas residuales), y algunos otros que hacen uso del agua, pero la envían de vuelta al ecosistema del

---

<sup>34</sup> El agua que se utiliza a través de una cadena de procesos para elaborar un producto final se conoce como agua virtual. Para mayor información consultar: **TONY ALLAN** (2011). *Virtual Water: tackling the treat to our planet's most precious resource*, I.B. Tauris, p.1-20.

mismo lugar de donde se extrajo inicialmente, sin estar contaminada (como las centrales hidroeléctricas).

El impacto que las actividades humanas tienen sobre los recursos hídricos se ha tenido en cuenta en muchas maneras diferentes. Una visión integral debe considerar como parte de nuestro consumo: el volumen de agua que extraemos de cuerpos superficiales y subterráneas, el agua de lluvia se utiliza para los cultivos, el agua que se evapora debido a los sistemas de almacenamiento y el agua contaminada. El momento en que se consume el agua y el lugar en que se obtiene son imprescindibles: el valor y el impacto del agua en época de lluvias y la sequía serán diferentes, al igual que la diferencia existente entre una zona tropical con lluvias durante todo el año.

Es esencial tener todos estos elementos en cuenta para entender las condiciones en las que el agua es consumida por la sociedad y, en consecuencia, desarrollar la conciencia del profundo impacto que nuestra explotación de este recurso tiene en su disponibilidad, así como en la salud del ecosistema. Desde este enfoque vamos a ser capaces de explicar por qué el estrés hídrico y la escasez son temas tan comunes, y por qué el agua se ha convertido en un tema de discusión en todo el mundo.

El concepto de la huella hídrica fue creado con la intención de tomar todos estos elementos en cuenta y ser capaz de evaluar las implicaciones del comercio de productos básicos en términos de agua. Este concepto abarca toda el agua que utilizamos para nuestras actividades, causando alteraciones en el ciclo del agua del planeta y se puede aplicar a los productos, regiones, organizaciones o personas, y puede referirse a la producción o al consumo también.

La Huella Hídrica ofrece un indicador global, directo e indirecto, del uso de agua dulce. Prestar atención al agua dulce es importante porque es escasa, es decir, constituye solo el 2,5% del agua del planeta, el 70% de ella en forma de hielo y nieve de las regiones montañosas, del Ártico y la Antártida.

La Huella Ecológica calcula la cantidad de biocapacidad (hectáreas globales) que se necesita para mantener a una población. La Huella Hídrica de la



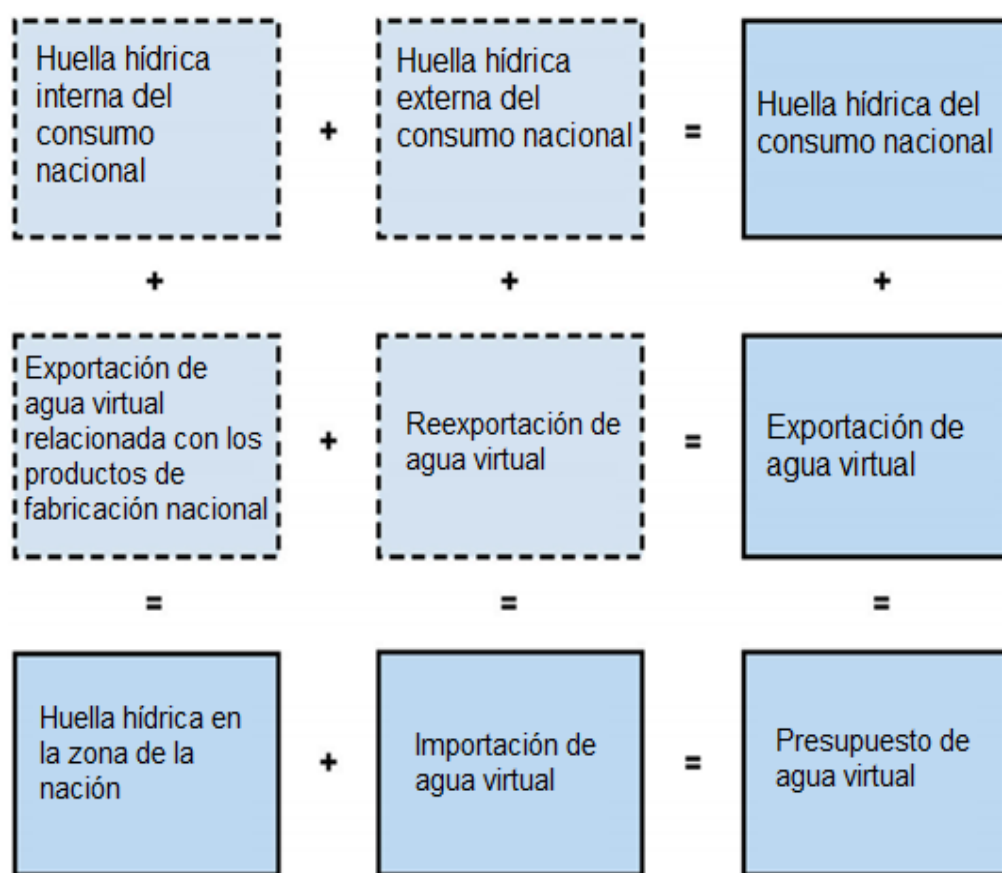
Producción representa el volumen de agua dulce utilizada de forma directa o indirecta para producir bienes y servicios (en metros cúbicos por año, m<sup>3</sup>/a).

### 3.3.1 Componentes de la Huella Hídrica

La huella hídrica (HH) toma sólo agua fresca en cuenta y se integra tomando en cuenta el volumen, color / clasificación de las aguas, lugar de origen del agua y el momento de la extracción de agua.

**FIGURA 3.6**

#### EL SISTEMA NACIONAL DE CONTABILIDAD DE LA HUELLA HÍDRICA



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos del Proceeding of the National Academy of Science

La HH considera el lugar donde viene el agua y, según él, lo clasifica en 3 tipos o colores: azul, verde y gris.

### 3.3.1.1 Huella Hídrica verde

Es el agua de lluvia almacenada en el suelo como la humedad, siempre que no se convierta en la escorrentía (La escorrentía es un término geológico de la hidrología, que hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir, la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida). La huella hídrica verde se centra en el uso de agua de lluvia, especialmente en el flujo de la evapotranspiración (Se define la evapotranspiración como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación) del suelo utilizado en la agricultura y la silvicultura. (Véase Mapa 3.1). El cálculo de puede expresarse de la siguiente fórmula:

$$HH_{Verde} = \text{Evaporación}_{\text{Agua verde}} + \text{Incorporación}_{\text{Agua verde}}^{35}$$

### 3.3.1.2 Huella Hídrica azul

El agua que se encuentra en los cuerpos de agua superficiales (ríos, lagos, estuarios, etc) y en los acuíferos subterráneos se conoce como agua azul. La huella hídrica azul se relaciona con el consumo de aguas superficiales y subterráneas de una determinada cuenca, el consumo se entiende entonces como la extracción. En otras palabras, si el agua que se consume se remonta intacta al mismo lugar de donde fue tomado por un breve período, no se considera una huella hídrica. En los productos agrícolas se contabiliza sobre todo la evaporación del agua de regadío de los campos. (Véase Mapa 3.2).

Fórmula:

$$HH_{Azul} = \text{Evaporación}_{\text{Agua azul}} + \text{Incorporación}_{\text{Agua azul}}^{36}$$

---

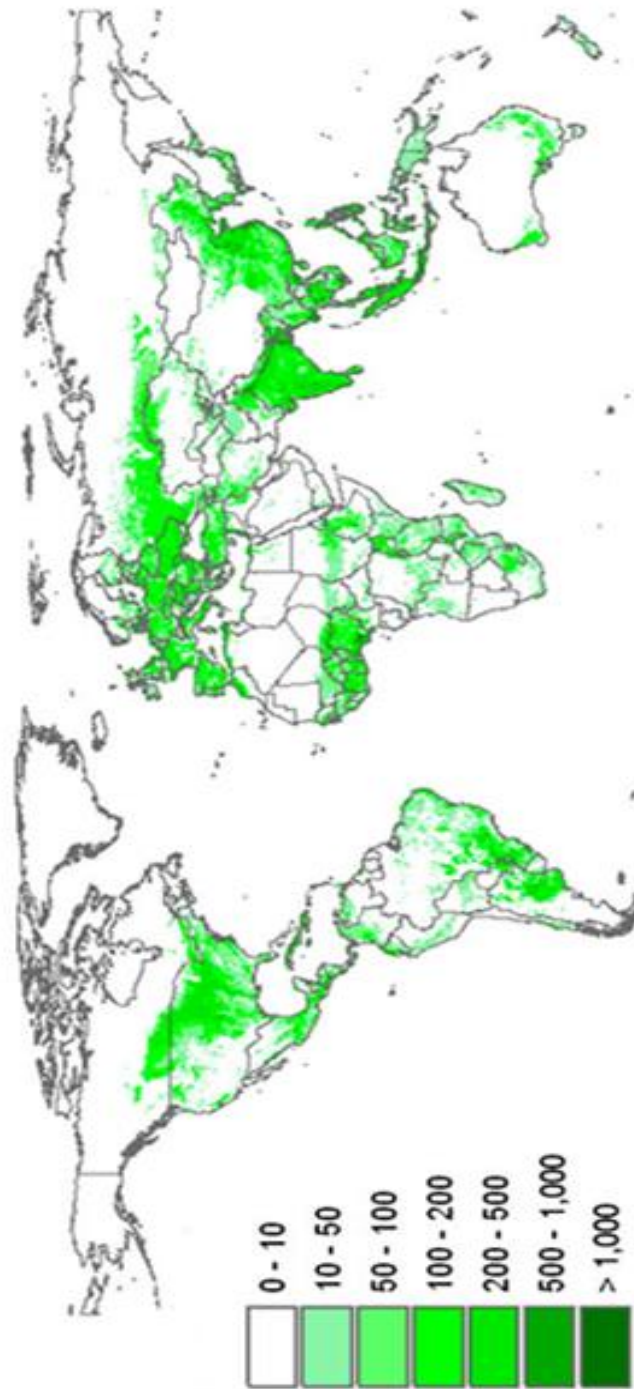
<sup>35</sup> El consumo de agua verde en la agricultura puede medirse o estimarse con un conjunto de fórmulas empíricas o con un modelo de cultivo apropiado para estimar la evapotranspiración sobre la base de los datos de entrada sobre las características del clima, del suelo y de los cultivos. **HOEKSTRA, A.Y. CHAPAGAIN, A.K. ALDAYA, M.M. Mekonnen, M.M.** (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Earthscan, Londres, Reino Unido. p. 30.

<sup>36</sup> El último componente se refiere a la parte del flujo de retorno que no está disponible para su reutilización dentro de la misma zona de captación dentro del mismo período de retirada, ya sea porque se devuelve a otro de captación (o descargarse en el mar) o porque se devuelve en otro período de tiempo. En la evaluación de la huella hídrica azul de un proceso que puede ser relevante (en función del alcance del estudio) para distinguir entre los diferentes tipos de fuentes de agua azules. La división más importante es entre la superficie del agua, que fluye (renovable) de las aguas subterráneas y las aguas subterráneas fósiles. Uno puede hacer la

**MAPA 3.1**

**HUELLA HÍDRICA VERDE, 1996-2005**

(m<sup>3</sup>/año)

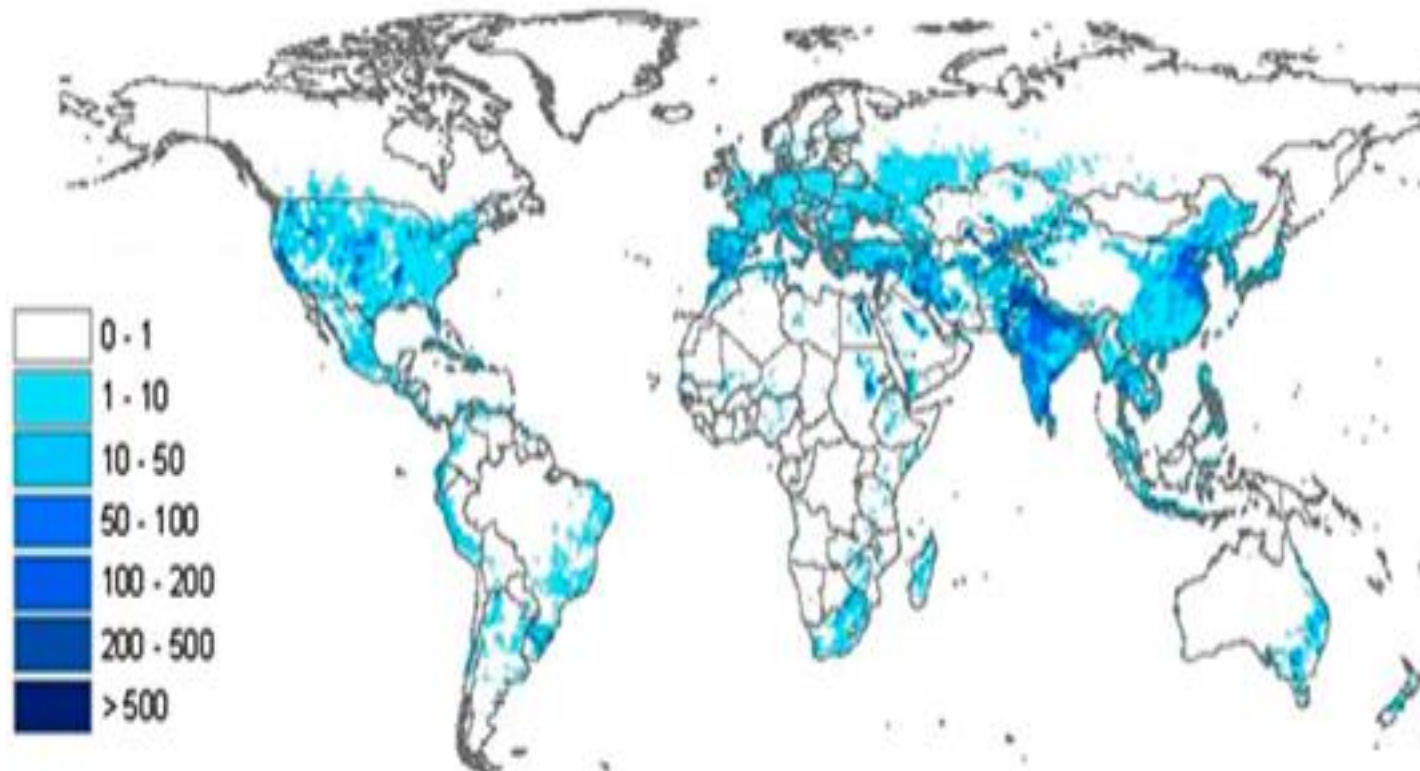


**FUENTE:** Global Water Footprint Standard

diferencia al hablar, respectivamente, de la nada huella de agua de la superficie, el azul huella de agua subterránea renovable y el azul huella de agua subterránea fósil (o el azul claro, azul y negro huella de agua oscura, si uno realmente le gusta el uso de los colores). En la práctica, a menudo es muy difícil hacer la distinción, debido a la escasez de datos, que es la razón a menudo no se hace la distinción. **HOEKSTRA, A.Y. CHAPAGAIN, A.K. ALDAYA, M.M. MEKONNEN, M.M.** (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Earthscan, Londres, Reino Unido. p.26.

## MAPA 3.2

## HUELLA HÍDRICA AZUL, 1996-2005

(m<sup>3</sup>/año)

FUENTE:: Global Water Footprint Standard

Al menos 2.700 millones de personas viven en cuencas fluviales que experimentan una escasez de agua grave durante al menos un mes al año.<sup>37</sup> Para ofrecer una visión más detallada sobre la disponibilidad y demanda de agua de lo que generalmente se ofrece, un estudio reciente ha analizado la Huella Hídrica azul mensual de 405 importantes cuencas fluviales, en las que viven el 65 por ciento de la población mundial. Se ha adoptado un principio de precaución basado en los flujos naturales (el flujo estimado de la cuenca fluvial antes de que se extraiga agua) y el supuesto caudal ecológico (cantidad de agua necesaria para mantener la integridad de los ecosistemas dulceacuícolas), que se estima en el 80% de la esorrentía natural mensual.<sup>38</sup>

Si las personas utilizan más del 20% del flujo natural, entonces la Huella Hídrica azul es mayor que la cantidad de agua azul disponible produciendo como consecuencia estrés hídrico (Véase Mapa 3.2). Es necesario un mecanismo cuidadoso de asignación de agua que tenga en cuenta los usos de agua actuales y futuros y las necesidades ambientales a escala mensual, no sobre la base de medias anuales.

### **3.3.1.3 Huella Hídrica gris**

Se refiere a toda el agua contaminada por un proceso, es decir, el agua requerida para diluir los contaminantes liberados en los procesos productivos hasta tal punto que la calidad del agua se mantenga por encima de los estándares aceptados de calidad del agua. Sin embargo, la huella hídrica gris no es un indicador de la cantidad de agua contaminada, sino de la cantidad de agua fresca necesaria para asimilar la carga de contaminantes que figuran sus concentraciones naturales de renombre y los actuales estándares locales de calidad del agua. (Vease Mapa 3.3).

---

<sup>37</sup> **HOEKSTRA, A.Y. MEKONNEN, M.M. CHAPAGAIN, A.K. MATHEWS, R.E. RICHTER, B.D.** (2012), "Global Monthly Water Scarcity: Blue Water Footprints versus Blue Water Availability". Plos One. 7 (2): e32688. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0032688>

<sup>38</sup> **RICHTER, B.D. DAVIS, M.M. APSE, C. KONRAD, C.** (2011), *A presumptive standard for environmental flow protection*, River Research and Applications

**MAPA 3.3**  
**HUELLA HÍDRICA GRIS, 1996-2005**  
**M<sup>3</sup>/año**



**FUENTE:** Global Water Footprint Standard

El cálculo de la huella gris:

$$HH_{Gris} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} \quad 39$$

El cálculo de la huella gris se lleva a cabo utilizando los estándares de calidad del agua para el cuerpo de agua dulce que recibe, en otras palabras, las normas con respecto a las concentraciones máximas permisibles. La razón es que la huella gris tiene como objetivo mostrar el volumen de agua a temperatura ambiente requerida para asimilar los productos químicos. Por una sustancia particular o por la concentración natural, la norma de calidad del agua ambiental puede variar de uno a otro cuerpo de agua, es decir, ya que el volumen de agua requerido para asimilar una cierta carga contaminante será diferente dependiendo de la diferencia entre el máximo admisible y la concentración natural. Aunque a menudo existen normas de calidad del agua en la legislación nacional o estatal o tienen que ser formuladas por la captación y / o cuerpo de agua en el marco de la legislación nacional o por acuerdo regional.<sup>40</sup>

Los mapas del mundo muestran las huellas hídricas azules, verdes y grises dentro de las naciones en el período 1996-2005. China, India y los EE.UU. son los países con las mayores huellas totales de agua dentro de su territorio, con huellas de agua total de 1.207, 1.182 y 1.053 Mm<sup>3</sup>/año, respectivamente. Alrededor del 38% de la huella hídrica de la producción mundial se encuentra dentro de estos tres países. El siguiente país en el ranking es Brasil, con una

---

<sup>39</sup> Uno puede preguntarse por qué la concentración natural se utiliza como una referencia y no la concentración real en el cuerpo de agua receptor. La razón es que la huella de agua gris es un indicador de la capacidad de asimilación apropiado. La capacidad de asimilación de un cuerpo de agua receptor depende de la diferencia entre el máximo admisible y la concentración natural sustancia. Si uno puede comparar la concentración máxima admisible con la concentración real de una sustancia, se buscaría en la capacidad de asimilación restante, que obviamente está cambiando todo el tiempo, como una función del nivel real de la contaminación en un momento determinado. **HOEKSTRA, A.Y. CHAPAGAIN, A.K. ALDAYA, M.M. MEKONNEN, M.M.** (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Londres, Reino Unido. Earthscan. p.32.

<sup>40</sup> EU (2008) 'Directive 2008/105/EC on environmental quality standards in the field of water policy', EU, Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:20>

huella hídrica total en su territorio de 482 Mm<sup>3</sup> / año. India es el país con la mayor huella de agua azul en su territorio: 243 Mm<sup>3</sup>/año, que es el 24% de la huella de agua azul global. Irrigación del trigo es el proceso que tiene la mayor proporción (33%) de la huella de agua azul de la India, seguido por el riego del arroz (24%) y el riego de la caña de azúcar (16%). China es el país con mayor huella hídrica gris dentro de sus fronteras: 360 Mm<sup>3</sup>/año, que es 26% de la huella global de aguas grises.

### **3.3.2 Huella Hídrica de la Producción**

La huella hídrica es análoga a la huella ecológica. Mientras que esta última calcula el área total de espacio productivo requerido para producir los productos y servicios consumidos por una determinada población, la huella hídrica calcula el volumen de agua necesario para producir los mismos bienes y servicios.

Los habitantes utilizan una gran cantidad de agua para beber, cocinar y lavar. Pero utilizan todavía más en la producción de bienes tales como alimentos, papel, prendas de algodón, etc. La huella hídrica es un indicador de uso de agua que tiene en cuenta tanto el uso directo como indirecto por parte de un consumidor o productor. La huella hídrica de un individuo, comunidad o comercio se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo o comunidad así como los producidos por los comercios.

La huella hídrica total de un país tiene un componente un interno y otro externo. El interno se refiere al volumen de agua necesario para cultivar y proporcionar los bienes y servicios que se producen y consumen dentro de ese país. El externo es el resultante del consumo de bienes importados, o en otras palabras, el agua que se utiliza para la producción de bienes en el país exportador.(véase Figura 3.7). Esto se puede representar de la siguiente manera:

$$\mathbf{HH}_{\text{Nacional}} = \mathbf{Uso\ de\ agua\ nacional} + \mathbf{Importacion\ virtual\ de\ agua} \\ - \mathbf{Exportación\ virtual\ de\ agua}$$



Como una forma de conocer el estrés sobre los recursos hídricos de un país, se puede utilizar la huella hídrica de la producción. El estrés que se ejerce sobre los recursos hídricos azules se calcula anualmente como la tasa entre la huella hídrica total de la producción menos el componente verde, y el total de recursos hídricos renovables disponibles en un país. Cerca de 50 países ya experimentan un estrés hídrico entre moderado y severo durante todo el año, mientras que muchos más se ven afectados por la escasez de agua durante parte del año.

El ahorro de agua a nivel mundial relacionados con el comercio de los productos agrícolas en el período 1996-2005 fue de 369 Gm<sup>3</sup>/yr (58,7% verde, azul 26.6% y 14.7% de gris). Este volumen es equivalente al 4% de la huella hídrica global en relación con la producción agrícola. Mirando sólo al ahorro de agua azul, que habría requerido un 98 Gm<sup>3</sup>/yr adicional de agua azul para producir la misma cantidad de mercancías sin el comercio de agua virtual. Este volumen equivale al 10% de la huella global del agua azul relacionada con la producción agrícola.

**TABLA 3.1**  
**HUELLA HÍDRICA MUNDIAL DE LA PRODUCCIÓN**  
**1996-2005**

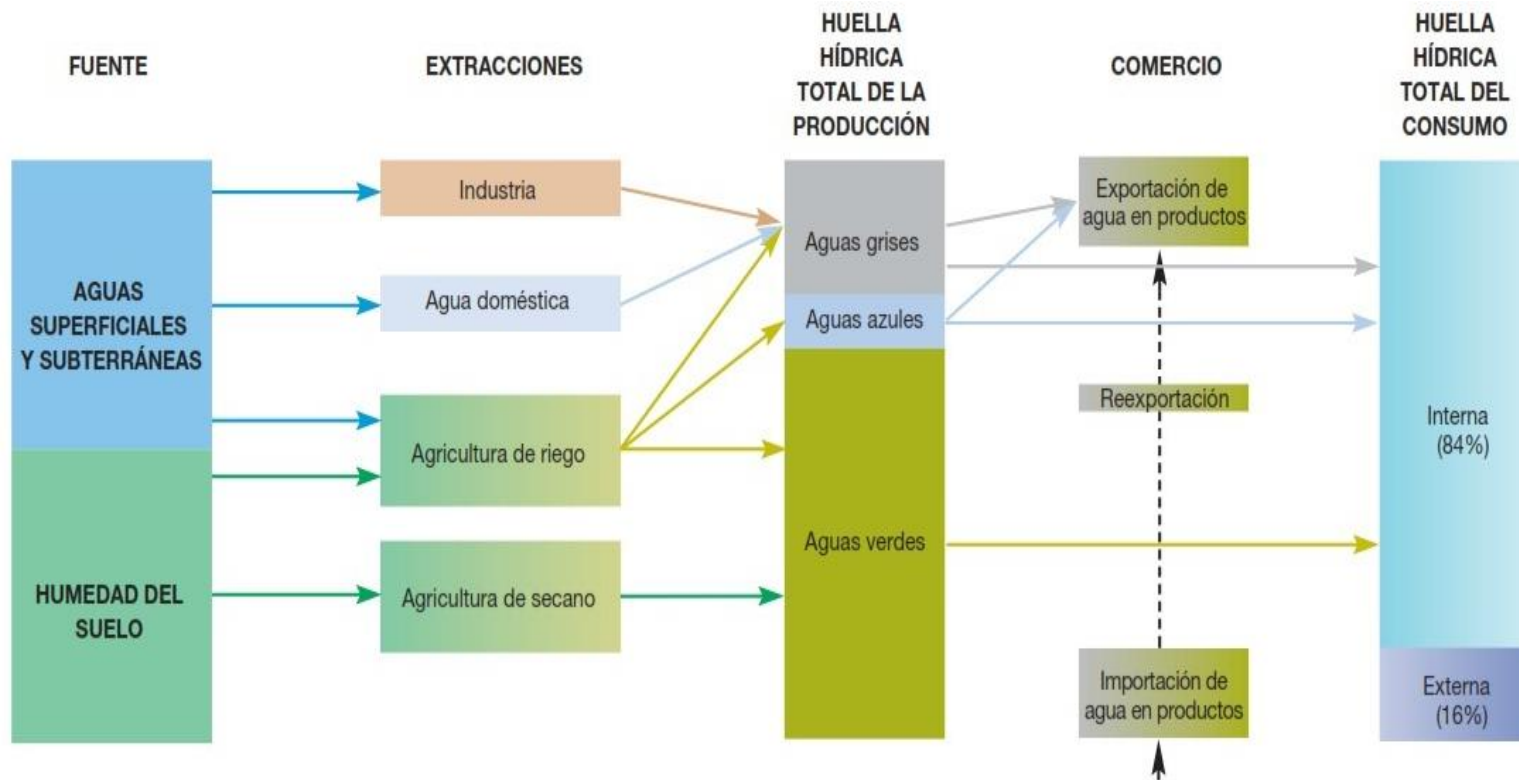
	Producción de cultivos	Pastizales	Abastecimiento de agua en la cría de animales	Producción industrial	Agua para uso domestico	Total
Verde	5771	913	N.D	N.D	N.D	6684
Azul	899	N.D.--	46	38	42	1025
Gris	733	N.D.--	N.D.--	363	282	1378
Total	7404	913	46	400	324	9087
Huella hídrica para la exportación	-----1597-----			165	0	1762

**\*N.D. No disponible**

**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Water Footprint Standard

FIGURA 3.7

## COMPONENTES DE LA HUELLA HÍDRICA



FUENTE: World Wildlife Fund for Nature

Más de un cuarto ( $98/369 = 27\%$ ) del agua a nivel mundial de ahorro relacionado con el comercio agrícola es el agua azul, lo que indica que el agua virtual de los países importadores suelen depender más fuertemente en el agua azul para la producción agrícola de los países exportadores de agua virtual.

El mapa 3.4 muestra los flujos de comercio que ahorran más de 5 Gm<sup>3</sup>/yr. La exportación de productos agrícolas (principalmente productos de maíz y soja) de los EE.UU. a México y Japón constituyen los mayores ahorros de agua en el mundo, contribuyendo con más del 11% en el total de ahorro de agua a nivel mundial.

### **3.4 Deudores y acreedores ecológicos**

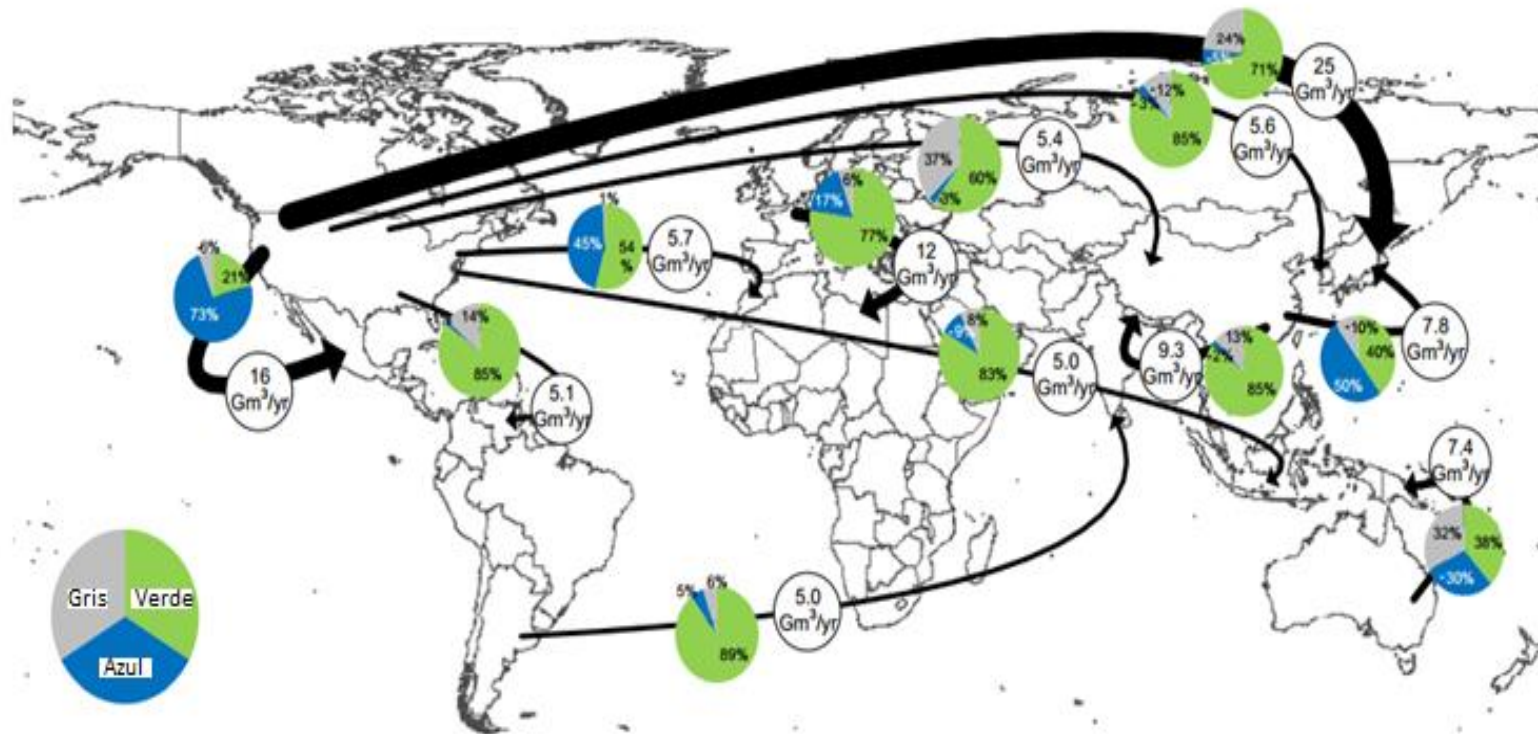
El modelo económico que rige la práctica totalidad del mundo, un capitalismo de corte neoliberal, lejos de situar las necesidades de las personas (materiales y de expresión) en el centro de su reproducción, trabaja, o digamos que nos hace trabajar, para situar a multinacionales y capitales financieros como motores del planeta.

Contrastando con la deuda financiera, existe una nueva corriente de pensamiento que considera la existencia de una deuda ecológica adquirida históricamente y actual de los países del Norte con los del Sur.

La deuda ecológica es en esencia la responsabilidad que tienen los países industrializados del Norte, sus instituciones, la élite económica y sus corporaciones por la apropiación gradual y control de los recursos naturales así como por la destrucción del planeta causada por sus patrones de consumo y producción, afectando la sustentabilidad local y el futuro de la humanidad. Basados en esta definición, los pueblos en el Sur somos acreedores de esta deuda y los deudores los países del Norte. Esta deuda tiene como base al actual modelo de producción industrial, la producción exhaustiva de residuos como la emisión de gases de efecto invernadero, el capitalismo y el libre mercado.

### MAPA 3.4

## AHORRO DE AGUA GLOBALES ASOCIADOS CON EL COMERCIO INTERNACIONAL DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS



FUENTE: Global Water Footprint Standard

Hay una necesidad ambiental, social, económica y moral de detener el incremento de esta deuda y de que se repare las consecuencias sociales y ambientales que dicho modelo han tenido sobre las poblaciones del Sur. El reconocer la existencia de estas otras deudas, histórica, social y ecológica y demandar un resarcimiento, cambiará indefectiblemente y para siempre las relaciones económicas internacionales, pero sobre todo permitirá detener el modelo depredador y genocida que rige en el mundo.

La deuda histórica existe por el genocidio de los pueblos del Sur debido a la conquista, la esclavitud, el etnocidio por los siglos de ocupación, el robo de la biodiversidad y los conocimientos, el asalto de los territorios para apropiarse de los recursos naturales durante la colonia y todo lo que implica arrasar con las tierras, las culturas y los pueblos en el Sur. No basta con pedir perdón, no basta con decir que los ciudadanos de hoy en el Norte no son culpables de lo que hicieron sus antepasados, porque el bienestar que viven ahora, la vida de consumo y desperdicio, tiene como base el saqueo histórico de sus naciones a nuestros pueblos y territorios. Europa no sería lo que es ahora sin las millones de toneladas de plata de América ni sería la misma sin la esclavitud de los 70 millones de africanos que fueron arrancados de sus tierras. Hay una responsabilidad histórica y presente por esto.

La deuda ecológica por el actual saqueo de los recursos naturales y los daños socioambientales locales asociados es otro componente de estas deudas. La extracción de recursos no renovables como minerales o combustibles fósiles destruyendo las tierras, contamina las fuentes de agua. Nuestros países exportan estos recursos sin considerar los daños locales.

La revolución verde y biotecnológica, son causantes de otra deuda social y ecológica del Norte con el Sur. Los graves impactos sociales, ambientales, culturales y económicos de la aplicación de tecnologías agrícolas como la de la llamada "Revolución Verde" y ahora la agro-bio-tecnología, con semillas genéticamente modificadas, con programas que promueven la concentración de tierras en pocas manos, constituyen una inmensa deuda social y ecológica. Las transnacionales y los países del Norte, han sido los principales

beneficiarios de los proyectos de agroexportación, y que tienen sumidos en la pobreza y expoliación a los países y pueblos de América Latina, principalmente los pueblos indígenas y las comunidades campesinas.

Se expanden los “derechos del capital” pero no los “derechos humanos” como se recoge en los propios informes del PNUD (2001). Este modelo económico se alimenta desde el Norte, donde radican las empresas más importantes y se concentra el poder político, y sirve sobre todo para alimentar los niveles de consumo del 20% de la población mundial más acaudalada del planeta. Pero es un modelo que no sólo vive a costa de gran parte de la población del llamado Sur, sino que además necesita a estas personas empobrecidas para seguir engrasando la maquinaria neoliberal.

En efecto, los países empobrecidos proveen a los países del centro económico de recursos materiales, monetarios y biológicos indispensables para que la rueda neoliberal siga girando. Entre los recursos materiales contaremos con las materias primas necesarias para la elaboración de productos manufacturados, que en algunos casos volverán al Sur con un precio sustancialmente incrementado (desde el café hasta los materiales indispensables para fabricar un teléfono móvil).

La importancia de los límites ecológicos del centro de toma de decisiones resulta imperante en los debates sobre los deudores y acreedores económicos. Dado que el objetivo final es aprovechar el valor de los recursos naturales de cada país en el establecimiento de acuerdos y oportunidades globales, haciendo caso omiso de la creciente escasez de recursos biológicos se socava el éxito económico. La iniciativa se desplaza sustentabilidad pensar fuera de debate moral, y hacia un sistema que recompensa a los primeros adoptantes.

A nivel mundial, ahora necesitamos más planetas para apoyar a nuestro estilo de vida y podemos seguir viviendo en exceso mientras existan recursos a agotar. Sin embargo, mientras más aumentemos ese exceso, será casi imposible ayudar a restaurar los recursos del planeta.

Los países desarrollados han buscado el dialogo con los países acreedores debido a que sus activos ecológicos reforzarán la futura situación económica mundial y la competitividad de “todos”. Por lo tanto, es en interés de todos los

países iniciar un diálogo sobre la forma de negociar los recursos, y encontrar formas para poder preservar estos activos.

Es por ello que surge “La Iniciativa del Acreedor ecológico” (una asociación con la Comunidad Andina de Naciones, CAN), la cual propone convocar a los países acreedores (con más capacidad ecológica de la que consumen) para iniciar un diálogo sobre las implicaciones de las tendencias de los recursos de su competitividad económica, así como los impactos humanos resultantes, incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero. El objetivo es cambiar las estrategias de desarrollo y las prácticas de manejo de recursos naturales de estos países acreedores, para lograr satisfacer las crecientes demandas de recursos de nuestra sociedad global.

De esta forma los países acreedores ecológicos pueden asegurar mejor el valor de sus reservas naturales y crear incentivos para la conservación de los activos, un beneficio para sus propios ciudadanos y de la economía mundial que depende de estos recursos para el desarrollo y el bienestar humano. Resulta un perfecto discurso para la inserción de los deudores a las políticas de los acreedores.

La escasez de recursos se ha remodelado nuestro mapa del mundo. Si bien la distinción entre el siglo XX era entre los países "en desarrollo" y "los desarrollados", ahora será entre los países acreedores y los países deudores ecológicos, es decir, el capital natural obtiene un valor importante.

### **Acreedor ecológico**

Un país con una biocapacidad que exceda su Huella Ecológica del consumo, calculado por la relación de la biocapacidad de la huella ecológica del consumo de ese país (Véase Mapa 3.5).

En 2005 Acreedores Ecológicos fueron: Brasil, Rusia, Canadá, Argentina, Congo Dem Rep, Australia, Bolivia, Indonesia, Colombia, Perú, Congo, Madagascar, Mozambique, Suecia, Paraguay, Angola, Finlandia, Gabón, África Central Rep, Mongolia, Camerún, Nueva Zelanda, Zambia, Costa de d'Ivoire, Myanmar, Chile, Uruguay, Guinea, Papua Nueva Guinea, Mauritania, Kazajstán.

## **Deudor ecológico**

Un país con una Huella Ecológica del consumo que excede su biocapacidad, calculada por la relación entre la huella ecológica del consumo de la biocapacidad de ese país (Véase Mapa 3.5).

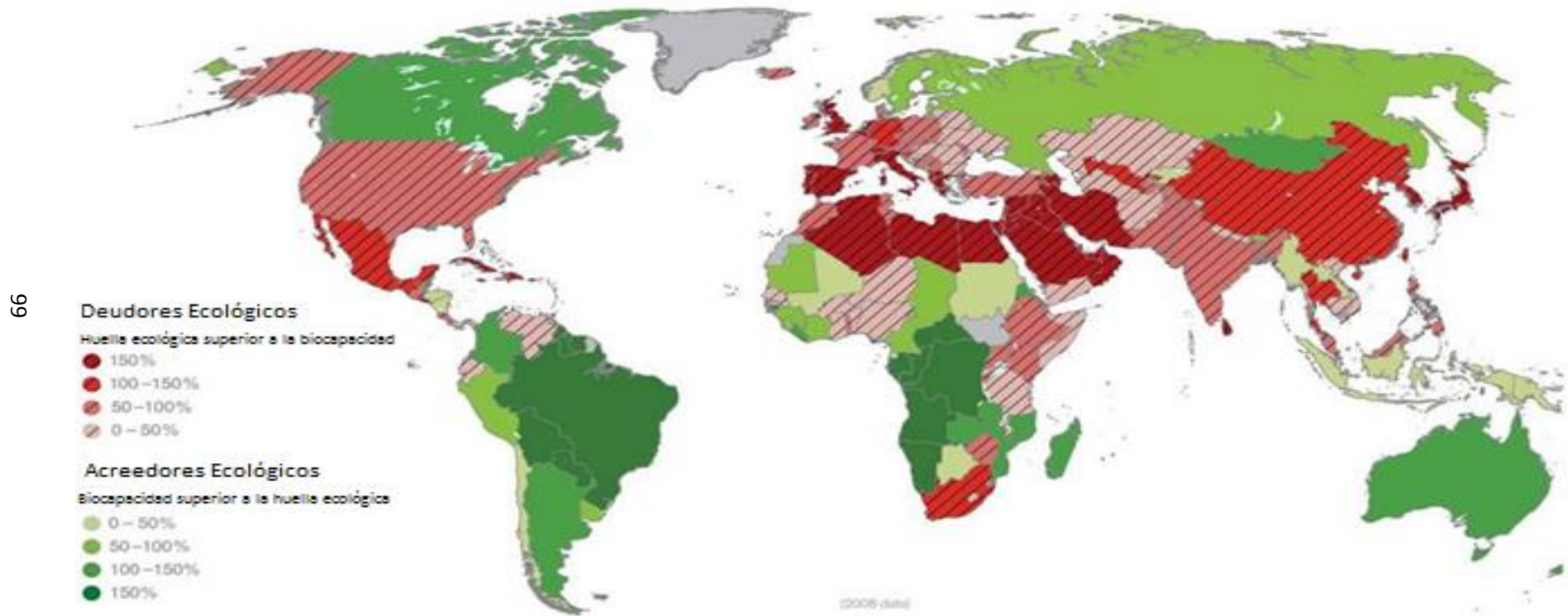
En 2005 los deudores ecológicos incluyen: Lesotho, Malawi, Trinidad y Tobago, Camboya, Ecuador, Turkmenistán, Tayikistán, Burundi, Jamaica, Costa Rica, Armenia, Mauricio, Haití, Eslovaquia, Guatemala, Rwanda, Albania, Bosnia Herzegovina, Noruega, Bielorrusia, Eslovenia, Croacia, Zimbabwe, Burkina Faso, Omán, República Dominicana, El Salvador, Túnez, Macedonia, Yemen, Ghana, Hungría, Cuba, Jordania, Irlanda, Líbano, Azerbaiyán, Serbia y Montenegro, Nepal, Uganda, Dinamarca, Rumania, Sri Lanka, Ucrania, Marruecos, Austria, Singapur, Libia, Corea del DPRP, Uzbekistán, Kuwait, Siria, Argelia, Rep. Checa, Etiopía, Filipinas, Suiza, Israel, Hong Kong, Irak, Arabia Saudita, Portugal, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Bélgica, Bangladesh, Grecia, Nigeria, Países Bajos, Pakistán, Polonia, Tailandia, Turquía, Irán, Egipto, Francia, Corea Rep, México, Alemania, España, Italia, Reino Unido, India, Japón, EE.UU., China.

Son necesarios otros modelos de relación entre el Norte y el Sur y entre las personas y el medioambiente. Las necesidades de las personas (materiales y de expresión) deben estar en el centro de reproducción de nuestras sociedades. Las personas, las comunidades y los países han de tener el derecho y la voluntad de apostar por una soberanía social y alimentaria. La economía, menos aún la ortodoxia neoliberal, no debe establecerse como una verdad y una racionalidad únicas.



### MAPA 3.5

### DEUDORES Y ACREEDORES ECOLÓGICOS



FUENTE: Global Footprint Network

## **CAPÍTULO CUARTO**

### ***RESULTADOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA***

## **CAPÍTULO CUARTO**

### **RESULTADOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA**

#### **Introducción**

El siglo XXI patentiza la universalización del capital, identificada ideológicamente con la fenoménica globalización, que en esencia no es sino un complejo proceso de centralización del poder económico, político, científico-tecnológico, militar, ideológico, mediático, educativo y cultural. Es la época caracterizada por la profunda enajenación mercantil de la naturaleza, la vida, los seres humanos, y de los productos derivados.

El capital, es el poder de mando sobre el trabajo, la potencia económica, que lo domina todo en la sociedad mundial porque justamente toda descansa en el interés privado capitalista. El capital ha impuesto a todos los trabajadores la venta de su propia humanidad para poder sobrevivir, dado que estos son reconocidos como meras mercancías. El capital es una relación social fundada en la explotación cuanto mayor vida incorporan los trabajadores a una mercancía, mayor es el poder y la ganancia percibida por el capital muerto.

La cosificación de las relaciones sociales consumada por el capital, ha conducido a la descarnada deshumanización sistémica, donde personas y pueblos son las mercancías sometidas a violencias sistémicas y reaccionarias del capital. Este violento proceso de cosificación humana, define la naturaleza depredadora del capitalismo, al afianzar la producción de plusvalía como el fin último y único de la humanidad.

El dinero ha ido perfeccionado la forma objetivada de la relación humana básica dentro de la sociedad, es decir, la relación social sobre la cual descansan todas las relaciones legales y políticas capitalistas, es la relación de cambio debido a que ni la producción ni el consumo pueden producirse sin la intervención del valor de cambio.

El fundamentalismo occidental, que asumen los teóricos y académicos sistémicos, al pretender eternizar y naturalizar el capitalismo, el cual hoy ha creado violentos escenarios que muestran que se vive una verdadera tragedia social. El claro ejemplo de ello es la economía de los países desarrollados, particularmente la estadounidense, sufren el embate de su propio sistema mostrado en la crisis inmobiliaria, crisis crediticia, desempleo agresivo, subida de los precios de las materias primas alimentarias, una crisis financiera y ambiental, EUA vive su peor crisis desde 1929.<sup>1</sup> El FMI estimaba en marzo de 2008, que el coste de la crisis ascendió a 945,000 millones de dólares, mientras los especuladores ganan fortunas. Asimismo ahora, en EUA el 10% más rico de la población posee el 85% de la riqueza nacional, mientras el 90% de la población restante endeudada, nunca antes había dependido tanto de los ricos.<sup>2</sup> La crisis capitalista mundial ha incubado tantas explosiones destructivas con secuelas de escepticismo respecto a la “modernidad capitalista”.

En la búsqueda de las ganancias las transnacionales han creado un complejo mass media industrial-ideológico-político, a través del cual han impuesto una verdadera dictadura mediática, dedicada a la industria de la enajenación. El gran capital se sirve de las empresas transnacionales de difusión masiva, para producir y reproducir mensajes y formas de vida, moda, conductas, estereotipos, acorde a los intereses de la gran empresa para poder enajenar y engañar a los sectores poblacionales del mundo.

El capitalismo mundial ha establecido la producción industrial de un pensamiento e ideología única y dominante, con lo cual el sistema completa su reproducción e intensifica la producción, es decir, se maneja como positiva la idea de consumidores compulsivos, ya que este consumo te definirá ante la sociedad como “exitoso”.

---

<sup>1</sup> **BÁEZ, RENÉ.** “Estados Unidos desata [crack] financiero global”, en ALAI/Rebelión, 15 de abril de 2008.

<sup>2</sup> **PORCHERON, MICHEL.** “Por primera vez en la historia de la economía todos los indicadores están rojo”, en Tlaxcala/rebelión 6 de agosto de 2008.

Asimismo sobre la crisis véase: **CHURO, EFRAÍN.** “Si la crisis económica se profundiza creo que la devaluación del dólar puede aumentar”, en Rebelión, 5 de agosto de 2008

Los profundos cambios del capitalismo durante los siglos XX y XXI no han podido negar la lógica de explotación y dominio, la esencia del capitalismo, sino por el contrario, la han mantenido, complejizado y afirmado. El capitalismo es por esencia antihumano, y continua produciendo trabajo enajenado que enajena al hombre de la naturaleza, y se enajena a sí mismo, convirtiendo para él la vida genérica en medio para la vida individual.

#### **4.1 La Huella Ecológica Global**

El actual proceso de acumulación de capital se reproduce destruyendo tanto a seres humanos y a la naturaleza, es decir, existe un carácter antihumano y antinatural del capitalismo:

“La producción capitalista, por consiguiente, no desarrolla la técnica y la combinación del proceso social de producción sino socavando, al mismo tiempo, los dos manantiales de toda riqueza: la tierra y el trabajador”.<sup>3</sup>

La dinámica económica capitalista ha potencializado la destrucción de los recursos naturales y la degradación de los ecosistemas y de las fuerzas sociales de producción. El proceso de explotación de los recursos no implica solo una pérdida neta de los recursos y productos generados sino que también es una destrucción del potencial productivo a través de la introducción de ritmos acelerados de extracción, de patrones tecnológicos y difusión de modelos crecientes de consumo.

Los efectos ambientales de la producción de bienes y servicios pueden pasar desapercibidos, sobre todo para las poblaciones que se encuentran en las ciudades debido a que el obrero se encuentra introducido en una lógica cotidiana con desapego a lo que pasa a su alrededor. Por ejemplo, raramente el consumidor conoce los impactos en los ecosistemas marinos de la costa occidental de Sudamérica que tiene la sobreexplotación de la avocheta o los impactos que

---

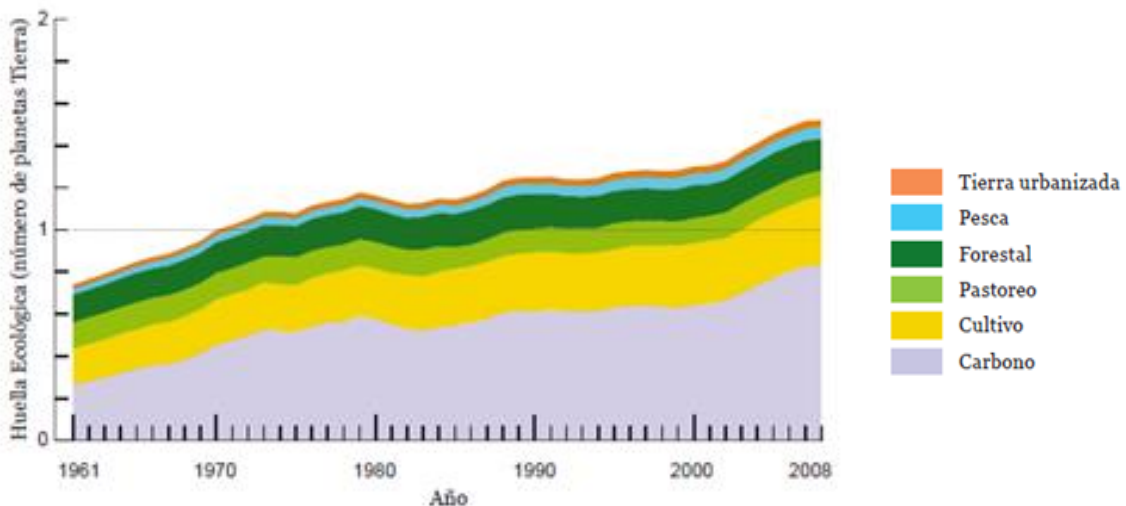
<sup>3</sup> **MARX, KARL.** (1979). *El capital*. México. Ed. Siglo XXI. t. 1. Vol. 2. p. 612 y 613

ocasiona la exportación de caoba del Amazonas que es vendida para la realización de muebles en Europa.

La Huella Ecológica muestra una tendencia de consumo excesivo. En 2008, la huella ecológica global excedió la biocapacidad de la Tierra, el área de tierra realmente disponible para producir recursos renovables y absorber emisiones de CO<sub>2</sub>, ascendió en más de un 50%. El factor más importante es la huella de carbono debido a que es la principal causa de esta “translimitación ecológica”<sup>4</sup>.

#### GRÁFICA 4.1

#### HUELLA ECOLÓGICA MUNDIAL, 1961-2008



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de World Wildlife Fund for Nature

La preocupación de los economistas de posguerra era asegurar el nivel de empleo de la mano de obra y el ingreso necesario para sostener la demanda, es decir, asegurar los niveles de ingreso y de demanda efectiva por el pleno empleo de los factores productivos. Sin embargo, el tiempo ha mostrado que dicha condición no es suficiente dado que ignora la base natural para la producción de los bienes materiales que la sociedad demanda.

<sup>4</sup> Término utilizado para describir cuando, a escala global, la huella ecológica es mayor a la biocapacidad

La riqueza de los recursos naturales y el consumo de materiales no están distribuidos de manera uniforme en todo el mundo. Algunos países y regiones tienen una demanda neta del planeta mayor que su biocapacidad, mientras que otros utilizan menos de su capacidad disponible. La humanidad en su conjunto, sin embargo, no logra vivir dentro de los medios del planeta. En 2007, la humanidad total de la Huella Ecológica a nivel mundial fue de 18,0 millones de hectáreas globales (hag), con la población mundial de 6,7 mil millones de personas, la huella de la persona promedio fue de 2,7 hectáreas globales. Pero sólo había 11900000000 gha de la biocapacidad disponible ese año, en otras palabras solo existían 1,8 hag por persona. Este exceso de aproximadamente 50 por ciento significa que en 2007 la humanidad utiliza el equivalente de 1,5 Tierras para apoyar su consumo. Esto significa que a la Tierra le tomo aproximadamente un año y seis meses para regenerar los recursos utilizados por la humanidad en ese año.

El componente más importante de la Huella ecológica global es la huella de carbono (55%). A escala nacional la huella de carbono representa más de la mitad de la Huella Ecológica en la cuarta parte de los países analizados. Es el componente más importante en casi la mitad de los países analizados. Esta huella está determinada por la cantidad de combustibles fósiles que se necesitan quemar para producir la energía que consumimos. El transporte es el generador más importante de esta huella, además de la electricidad en nuestras casas, el gas que se utiliza para calentamos el agua, añadiendo a esto los productos que compramos tienen su propia huella de carbono.

Para que nosotros podamos tener un televisor nuevo en casa, se queman combustibles en todo el proceso, para producir sus partes en diferentes fábricas, para transportar esas partes entre diferentes países, para ensamblarlo y finalmente para que llegue hasta la tienda. Todo eso requirió combustible que se quemó y que tiene que ser contabilizado en nuestra huella de carbono.

En 1961, el primer año con datos disponibles, la huella de la humanidad era la mitad de lo que la Tierra podría proporcionar, es decir, la humanidad vivía

desinterés ecológico anual del planeta. La demanda humana sobrepasó por primera vez la capacidad del planeta para satisfacer esta demanda en torno a los años 1970 y 1980.

Las consecuencias del exceso de gases de efecto invernadero que no pueden ser absorbidos por la vegetación se están notando ya, con los aumentos de los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico que provoca un aumento de las temperaturas globales, cambio climático y acidificación de los océanos. Estos impactos provocan a su vez un estrés adicional sobre la biodiversidad y los ecosistemas y sobre los propios recursos de los que depende la población mundial. (Véase Mapa 4.1)

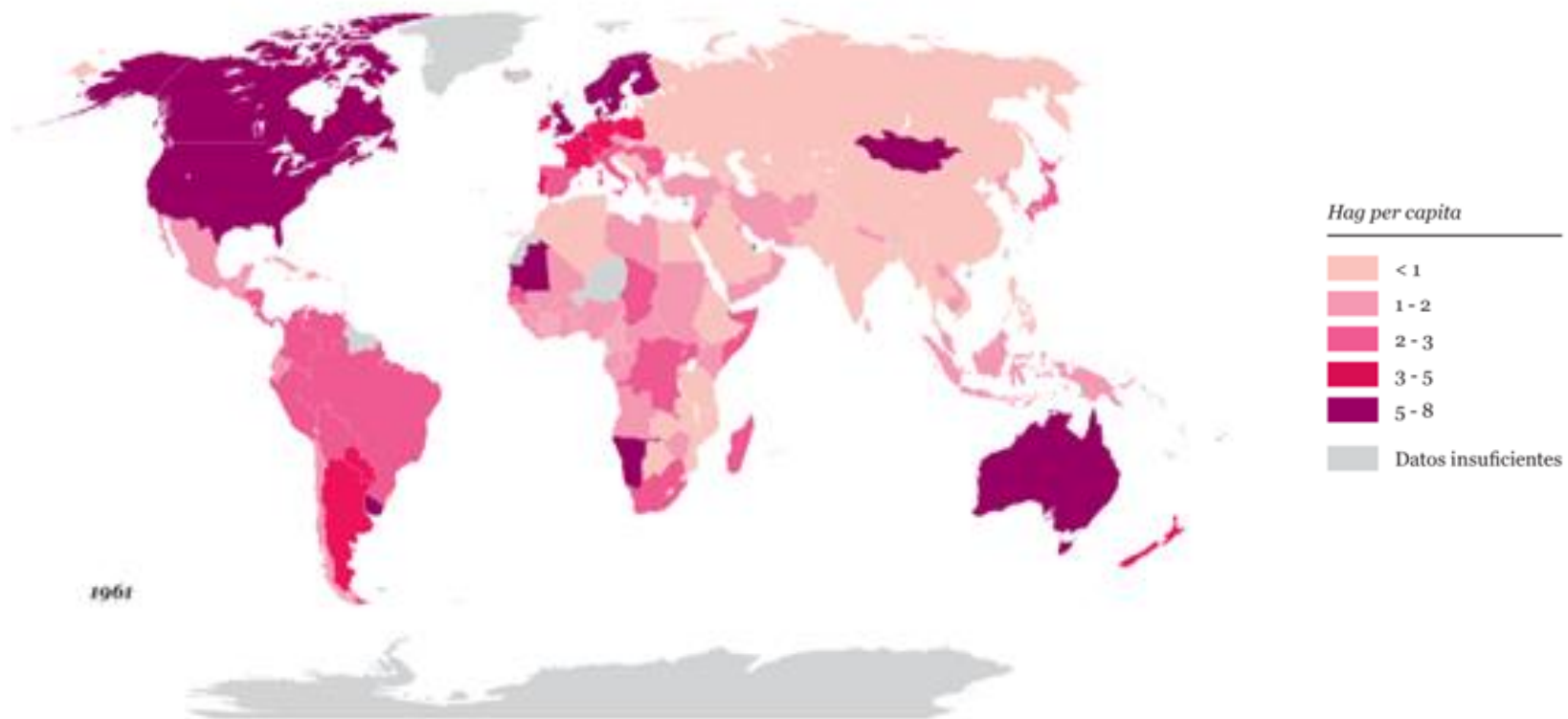
Desde 70's, la demanda anual de la humanidad sobre el mundo natural ha superado lo que la Tierra puede renovar en un año. Esta "translimitación ecológica" ha seguido creciendo con los años, alcanzando un déficit del 50% en 2008. Esto se puede explicar de la misma forma en que se puede retirar dinero de una cuenta bancaria antes de esperar los intereses que genera ese dinero, los recursos renovables pueden recolectarse más rápido de lo que pueden regenerarse. Pero igual que en una cuenta bancaria, los recursos al final se agotarán. (Véase Mapa 4.2)

Realizando una comparación de lo que representaba la huella ecológica en 1961 y lo que representa en 2008, podemos percatarnos del gran aumento de hectáreas globales que necesita una persona para la realización de su consumo. Por ejemplo, en México se necesitaba para el año 1961 alrededor de una hectárea por persona para su consumo, sin embargo, para el año 2008 se necesitan de 3 a 5 hectáreas por persona. Esto significa que en 47 años hemos llegado a quintuplicar el espacio que necesitamos del planeta para nuestro consumo. (Véase Mapa 4.1 y 4.2).



### MAPA. 4.1

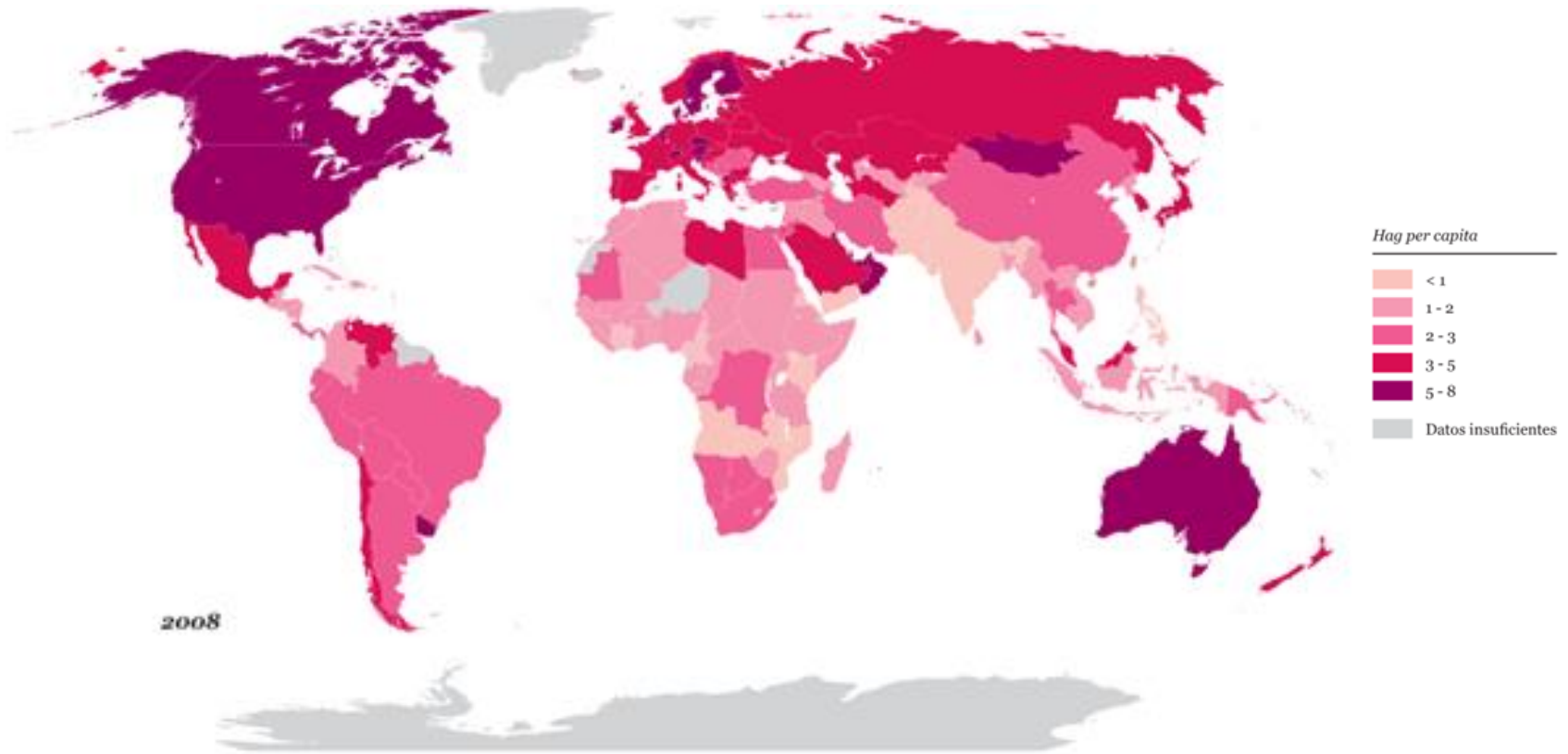
### LA HUELLA ECOLÓGICA MEDIA POR PERSONA Y POR PAÍS, 1961



**FUENTE:** World Wildlife Fund for Nature

### MAPA. 4.2

### LA HUELLA ECOLÓGICA MEDIA POR PERSONA Y POR PAÍS, 2008

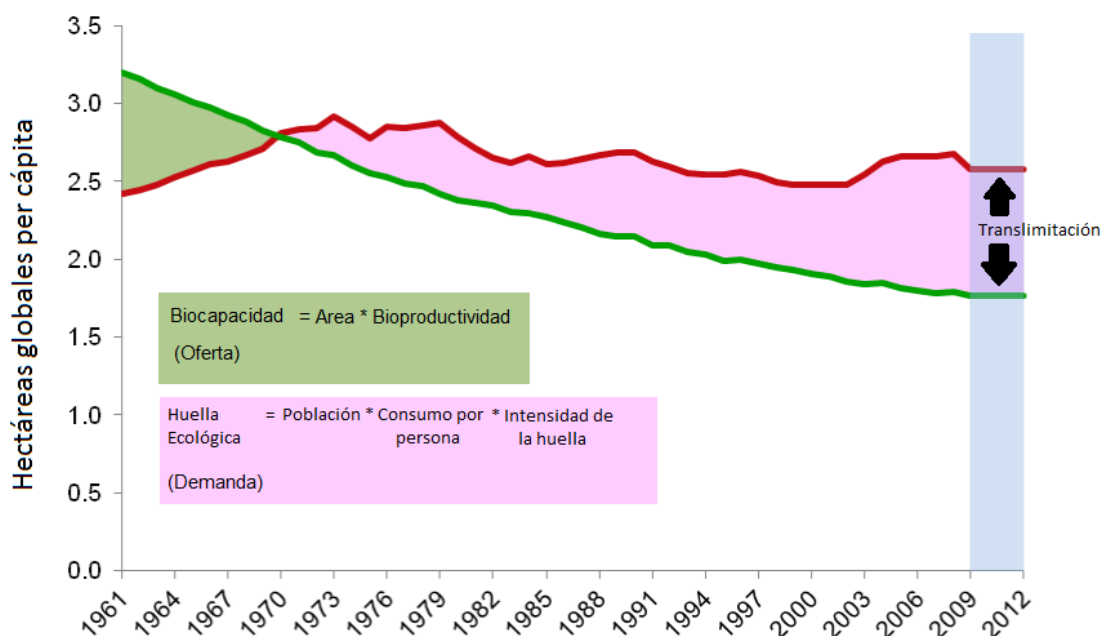


**FUENTE:** World Wildlife Fund for Nature

Ahora es lógico pensar que si un recurso se está agotando su precio subirá por lo que este se verá sustituido por otro recurso que permita satisfacer la misma necesidad, es decir, cambiar de fuente de recursos. Sin embargo, con las actuales tasas de consumo se puede esperar que estas fuentes dejarán también de dar recursos y algunos ecosistemas se colapsarán antes incluso de que se terminen completamente.

**GRÁFICA 4.2**

**TRASLIMITACIÓN ECOLÓGICA, 1961-2008**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de la Red de la Huella Global, 2011<sup>5</sup>

El descenso de la biodiversidad por persona se debe principalmente al aumento de la población. Cada vez hay más personas que tienen que compartir los escasos recursos que nos proporciona la Tierra. El aumento de la productividad de la Tierra no es suficiente para compensar las demandas de esta población creciente.

<sup>5</sup> Se encuentran sombreado en color azul los datos que no se han obtenido y que son solo una estimación de la tendencia de la huella y de la biocapacidad.

La Huella Ecológica está generada también por los hábitos de los consumidores y la eficiencia con la que pueden ofrecerse los bienes y servicios. Las altas tasas de consumo están generando el creciente déficit de la biocapacidad, debido a que se está utilizando más biocapacidad de la que puede aportarse y regenerarse en un año.

La Huella Ecológica individual varía de forma significativa dependiendo de diversos factores, incluyendo el país de residencia, la cantidad de bienes y servicios que se consumen, los recursos utilizados y los residuos generados para proporcionar esos bienes y servicios. Si toda la humanidad viviera como un indonesio se utilizarían solo dos terceras partes de la biocapacidad del planeta, por otro lado, si todos viviéramos como un residente medio de EUA, se necesitarían un total de cuatro Tierras para poder regenerar la demanda anual de la humanidad sobre la naturaleza.

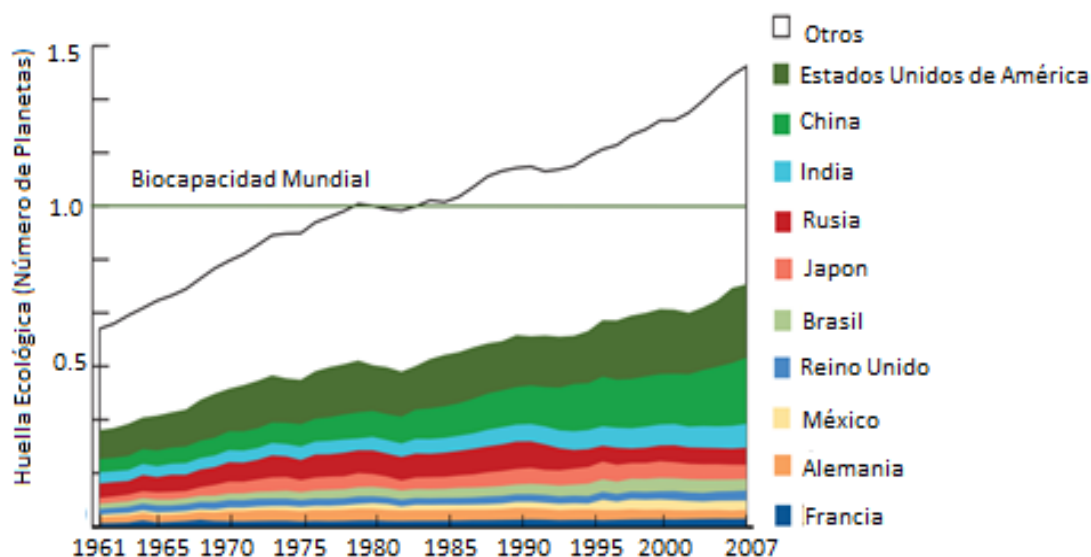
Cuando la huella de carbono, donde la huella de una región es superior a su biocapacidad, el déficit neto está constituido por la reducción de sus propias reservas de recursos del ecosistema, o mediante la importación de recursos de otra parte. A nivel nacional, esta última opción es menos disponible para los países con menos recursos financieros.

Cabe destacar que la mitad de la huella global se debió a tan sólo 10 países en 2007, con los Estados Unidos de América y China por sí solos cada uno respectivamente con 21 y 24 por ciento de la biocapacidad de la Tierra.

Por un lado, China es un país que cuenta con 1,344 miles de millones de personas en 2010, lo cual ejerce una gran presión sobre los ecosistemas vulnerables. En 2008, la huella ecológica per cápita en China fue de 2,1 gha o el 80% de la media global. En vista de su enorme población, la huella ecológica total de China es el más grande en el mundo. En una economía mundial cada vez más interconectada, las importaciones y exportaciones de China, como un jugador activo en los mercados globales de productos de madera, alimentos y fibras, los cuales

contienen grandes cantidades de los componentes de la biomasa de la huella. Las importaciones netas representan sólo el 3% de los alimentos, la fibra y la madera que se consume en China.

**GRÁFICA 4.3**  
**HUELLA ECOLÓGICA POR PAÍS, 1961-2007**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

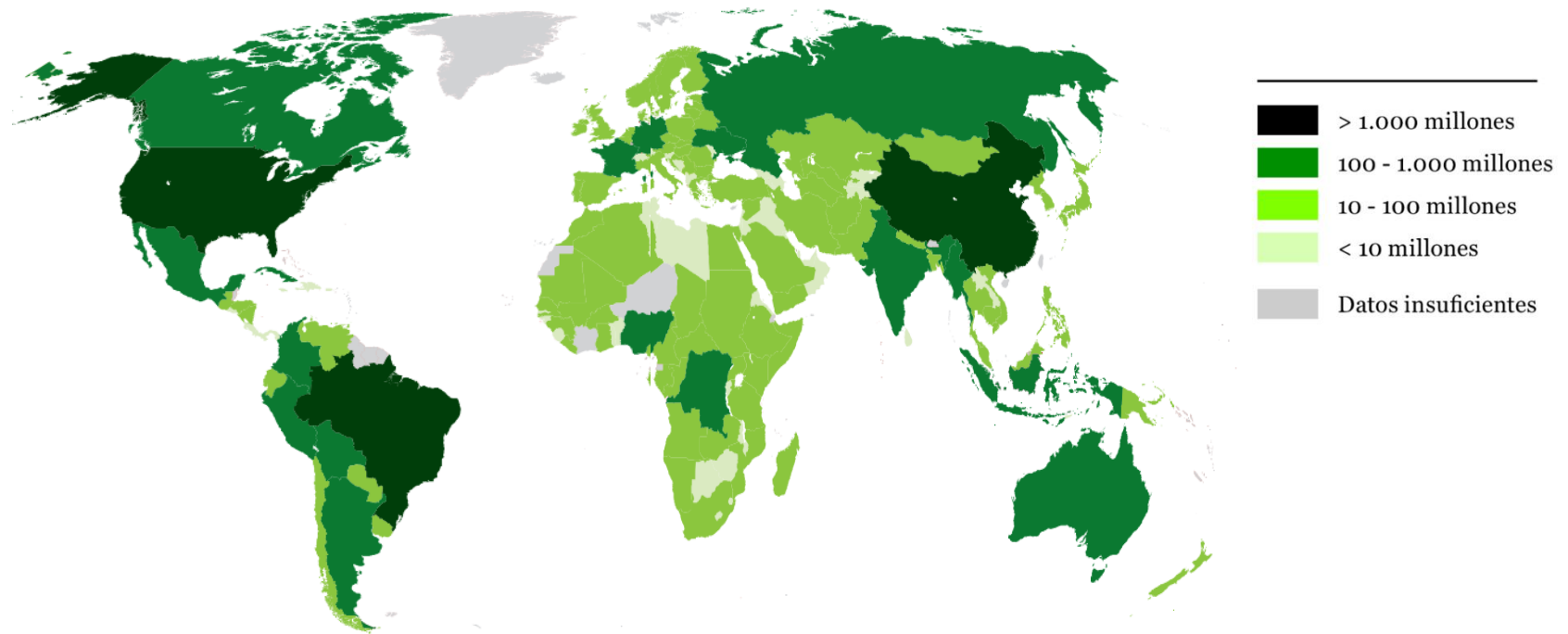
En el caso de Estados Unidos de América cuenta con una población mucho menor a la de China (311,6 millones), el gran impacto de este en la huella se debe principalmente a su alto consumo per cápita.

## 4.2 Biocapacidad

La biocapacidad cuantifica la capacidad de la naturaleza para producir recursos renovables, proporcionar tierra para construir y ofrecer servicios de absorción como el de la captura de carbono.

### MAPA 4.3

### LA BIOCAPACIDAD DEL PLANETA POR PAÍS. 2008

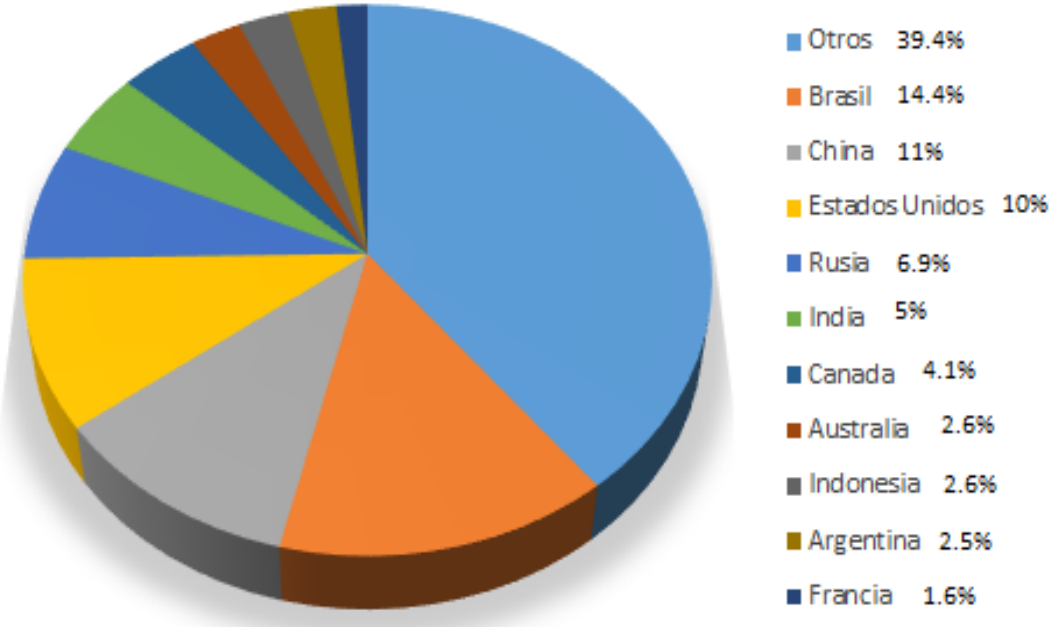


FUENTE: Global Footprint Network

La biocapacidad tiene en cuenta el área biológicamente productiva disponible de forma global, así como su productividad. El mapa anterior muestra la biocapacidad total disponible en cada país del mundo. Las naciones con una biocapacidad elevada por persona, como Gabón, Bolivia y Canadá tienen áreas forestales muy extensas. La cantidad de tierra de pastoreo es también un factor clave en otros líderes de biocapacidad, como Mongolia y Australia. La elevada biocapacidad per cápita de estos grandes países puede ser atribuida también a sus poblaciones relativamente pequeñas.

**GRÁFICA 4.4**

**LOS 10 PRIMEROS PAÍSES EN TÉRMINOS DEL TOTAL DE LA BIOCAPACIDAD DISPONIBLE, 2007**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

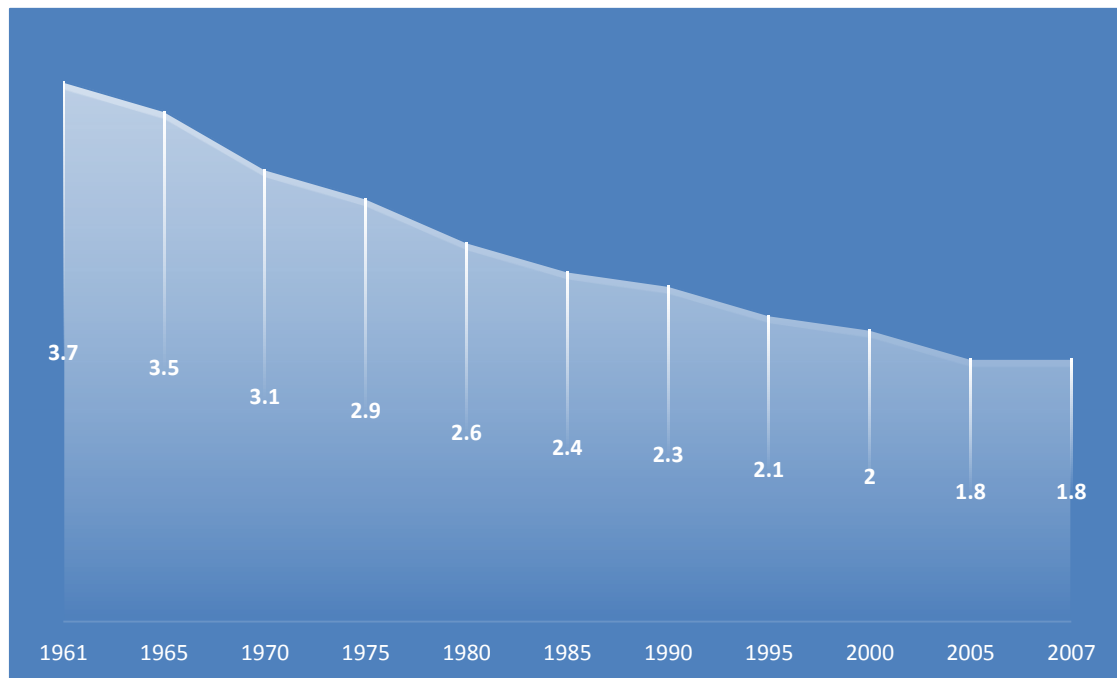
Muchos países con una biocapacidad elevada no tienen una gran huella nacional. Bolivia, por ejemplo, tiene una huella per cápita de 2,6 hag y una biocapacidad per

cápita de 18 hag. Sin embargo, cabe destacar que esta biocapacidad puede estar siendo exportada y utilizada por otros países. Por ejemplo, la Huella Ecológica de un ciudadano de Emiratos Árabes Unidos (EAU) es 8,4 hag, pero dentro del país solo hay 0,6 hag de biocapacidad disponible por persona. Los residentes de EAU dependen por lo tanto de los recursos de otras naciones para satisfacer sus demandas. Puesto que los recursos son cada vez más limitados y la competencia está creciendo. La desigualdad entre las naciones ricas y las naciones pobres en recursos tendrá probablemente implicaciones geopolíticas.

Brasil tiene la mayor biocapacidad de un país, seguido en orden decreciente por China, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, India, Canadá, Australia, Indonesia, Argentina y Bolivia. La mitad de la biocapacidad del mundo se encuentra en el territorio de los primeros sólo ocho países.

#### GRÁFICA 4.5

#### BIOCAPACIDAD GLOBAL, 1961-2007



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network



El descenso de la biocapacidad se debe principalmente al aumento de la población y a que el aumento de la productividad de la Tierra no es suficiente para compensar las demandas de esta población.<sup>6</sup> Si se continúa con la forma de consumo actual se espera que esta línea continúe en descenso. Añadiendo a esto que la disminución en años anteriores ejerce una presión acumulativa en la biocapacidad actual del planeta teniendo como resultado un impacto mayor en la disminución de la misma.

### **4.3 Huella Ecológica por grupos de ingresos**

Un análisis global de la Huella Ecológica ofrece un primer vistazo a la distribución de la demanda de la humanidad sobre la naturaleza. Sin embargo, para entender mejor cómo se encuentra la huella distribuida en todo el mundo, es importante proporcionar un análisis de la demanda generada a través de los grupos de ingresos.<sup>7</sup>

Los países de altos ingresos se han caracterizado por un aumento constante de la Huella Ecológica por persona promedio, de 3,8 hectáreas globales a 6,1 hectáreas globales, con un relativamente pequeño aumento en la población. El gran crecimiento económico y las mejoras en la calidad de vida que caracterizan a estos países juegan un papel crítico en la Huella Ecológica total de un país. Muchos países de América del Norte y Europa Occidental tienen sólo un pequeño porcentaje de la población mundial, pero también tienen algunas de las mayores huellas ecológicas.

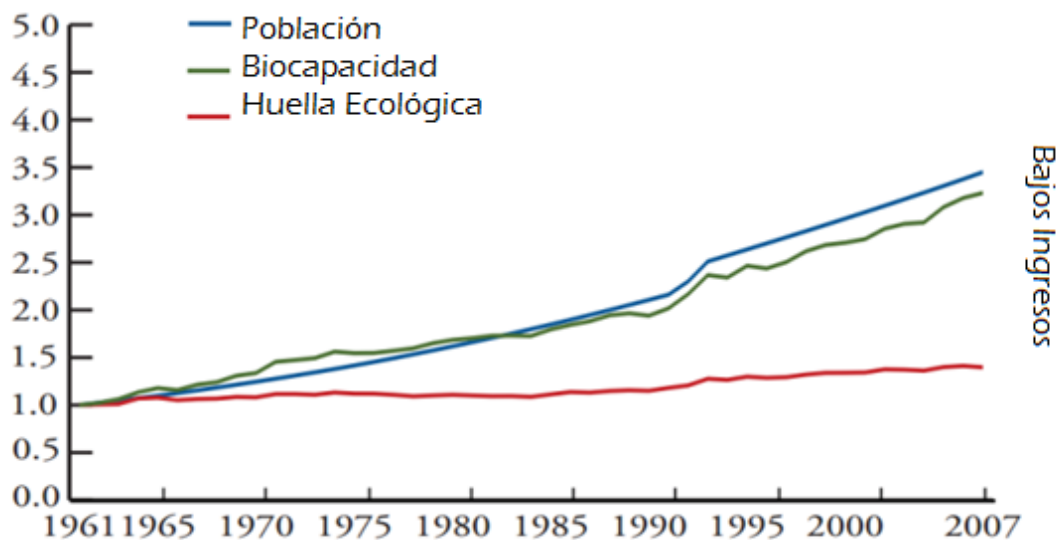
---

<sup>6</sup> Red de la huella global. (2011). <http://www.footprintnetwork.org/es/>

<sup>7</sup> Según las clasificaciones del Banco Mundial: Los países de ingresos altos se definen con ingresos por renta nacional bruta por persona de \$ 12,196 o más; los países de ingresos medios se definen por ingresos desde \$ 996 a \$ 12.195, y un ingreso bajo se define como tener una persona con ingresos de \$995 dólares o menos.

**GRÁFICA 4.6**

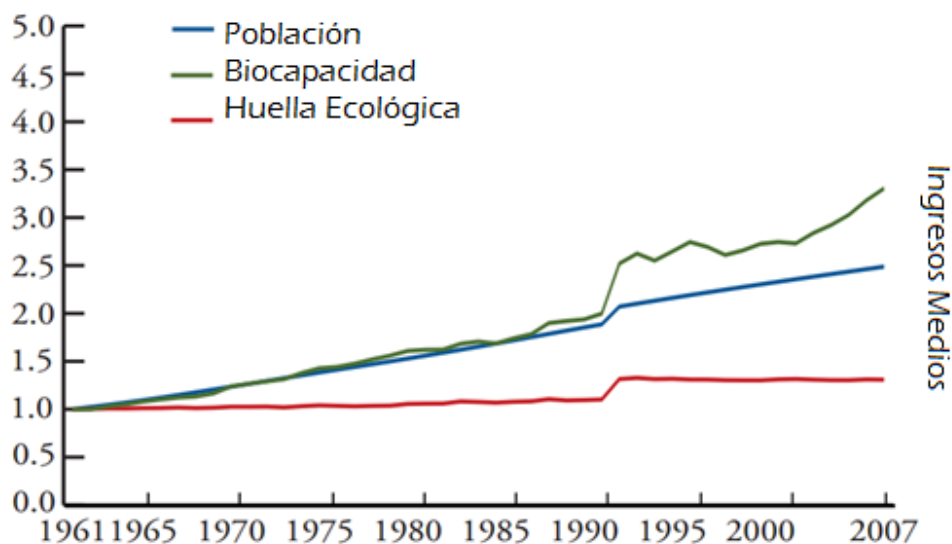
**HUELLA ECOLÓGICA DEL GRUPO DE BAJOS INGRESOS, 1961-2007**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

**GRÁFICA 4.7**

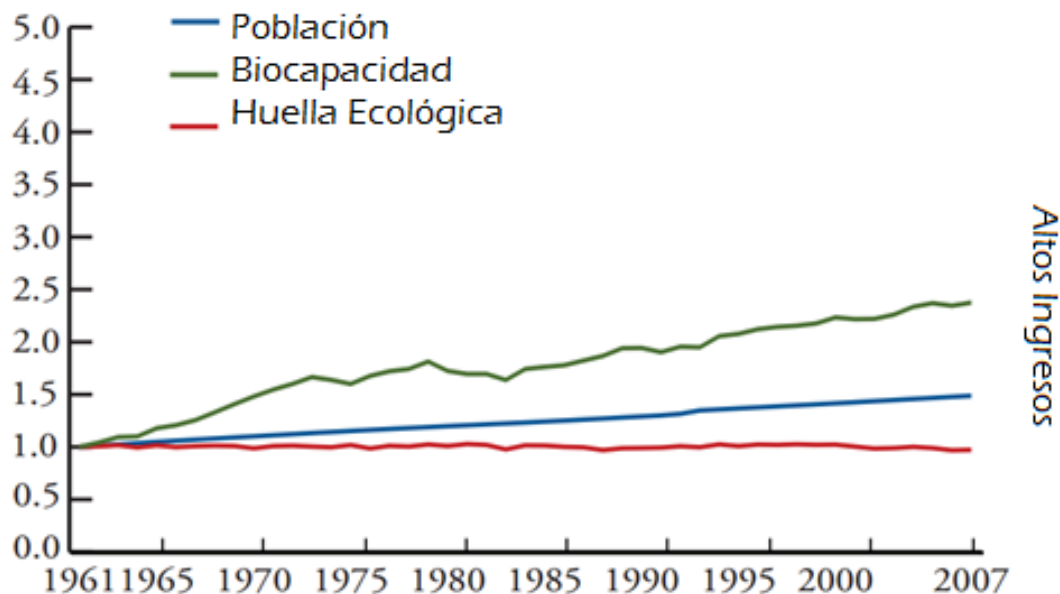
**HUELLA ECOLÓGICA DEL GRUPO DE INGRESOS MEDIOS, 1961-2007**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

## GRÁFICA 4.8

### HUELLA ECOLÓGICA DEL GRUPO DE ALTOS INGRESOS, 1961-2007



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

Los gráficos muestran cómo la población y la riqueza afectan la Huella Ecológica total y los valores de capacidad de carga en cada uno de los grupos de ingreso. Mientras que los países de ingresos altos se caracterizan por un alto consumo por persona y alta huella ecológica por persona. Los países de bajos ingresos se caracterizan por su pequeño consumo y una pequeña huella ecológica por persona, pero con mayor crecimiento de la población, lo cual en un futuro podría proyectarse también en un aumento de la Huella Ecológica. Entonces con que fundamento los países de ingresos altos buscan el convenio del uso correcto de los recursos naturales cuando ellos muestran un alto consumismo.

En Report of the World Commission on Environment and: Development: Our Common Future, se explica que cada país lucha por la supervivencia y la prosperidad con poco interés de su impacto en los demás. Especificando que la principal falla que se tiene que corregir es la pobreza, dado que los pobres se ven obligados a abusar de los recursos ambientales en su día a día y se encuentran

desfavorecidos en cuanto a la tecnología que tienen disponible. Entonces la pobreza permite que la producción sea contaminante, es decir, que la tierra sea más susceptible a las sequías y a las inundaciones. Concluyendo con que el reto es incrementar la producción de alimentos para satisfacer la demanda pero al mismo tiempo mantener la integridad ecológica de los sistemas ecológicos esenciales para la producción.

Sin embargo, hay que repensar esta solución dado que la población con ingresos por debajo del 1.25 dólares al día para 2008 representa el 22.7% de la población mundial, es decir, aunque se aumentara la producción este 22.7% seguiría sin acceso a los alimentos. Esta es una solución para los grandes consumidores del norte que buscan un mayor acceso a los recursos.

Está claro que las actuales tasas de crecimiento de la población, sobre todo la de bajo ingresos, es alarmante dado el impacto que este crecimiento genera en la huella ecológica. Sin embargo, es imperante destacar que el problema no se encuentra solamente en la población con bajos ingresos, debido a que una persona adicional de la población con mayores ingresos ejerce mayor presión sobre los recursos naturales que una persona adicional de bajos ingresos.

Entonces la “política justa, prudente y económica”, resulta en un reparto del mundo por medio del poder político y económico. Las aspiraciones del capital se encuentra guiado por el apetito de expansión hacia colonias particularmente vastas en recursos naturales o favorablemente situadas. El capitalismo mundial ha desencadenado el más vasto plan estratégico de recolonización global, por el control de recursos energéticos, reservas acuíferas, la biodiversidad, áreas geoestratégicas y mercados.

#### **4.4 El Desarrollo Humano y La Huella Ecológica**

Al contar con los datos de la demanda de recursos y la biocapacidad disponible, se pueden comprender los desafíos emergentes de recursos que podrían socavar el progreso hacia las metas hacia el desarrollo humano.

Podemos evaluar el desarrollo humano sustentable utilizando el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como indicador del desarrollo socio-económico y la Huella Ecológica como una medida de la demanda humana sobre la biosfera. El PNUD considera que un IDH más de 0.8 significa "alto desarrollo humano". Mientras que la huella ecológica en un mundo de recursos limitados según Mathis Wackernagel debe de permanecer inferior a 1,8 hectáreas globales por persona.

Dado que cada país tiene una cantidad diferente de biocapacidad disponible, sus limitaciones dependerán de su propia capacidad de carga y de sus capacidades económicas para acceder a la biocapacidad de otros lugares. Al combinar la Huella Ecológica con el IDH se pueden medir las condiciones mínimas para el "desarrollo sustentable global".

A pesar de la creciente adopción del "desarrollo sustentable" como un objetivo explícito, la mayoría de los países no cumplen con ambos requisitos globales mínimos. Sin embargo, existen muchas oportunidades para la gestión y el uso de la biocapacidad de forma más eficaz, promoviendo a su vez programas de desarrollo humano.

Muchos países de bajos ingresos tienen una abundancia de recursos naturales, sin embargo, sus poblaciones a menudo sufren primero cuando la demanda de la humanidad sobre la biosfera excede lo que la biosfera es capaz de brindar. Los países de África, América Latina y el sudeste asiático tienen las huellas ecológicas más bajas por persona, en algunos casos el flujo de recursos es demasiado pequeño para satisfacer las necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud y saneamiento de estas regiones. Con el objetivo de que estas regiones logren reducir la pobreza, el hambre y las enfermedades, los países del Norte argumentan que el acceso a los recursos naturales debe aumentar. Sin embargo, el crecimiento de la población y del consumo de recursos en el mundo están

haciendo esto cada vez más difícil de gestionar de una forma que conocemos como “sustentable”.

Cuando se utilizan proyecciones moderadas de agencias de la ONU para 2050, basado en un crecimiento lento de la población y la ligera mejora de la dieta de la población, la demanda humana de recursos representaría el doble de lo que la tierra puede ofrecer. Aun las proyecciones más optimistas no son suficientes para que la demanda se encuentre dentro de la capacidad biológica. Por lo tanto, basándose en un creciente nivel de consumo el bienestar sustentable no es realista. La pregunta existente es ¿Cómo será posible reducir el nivel de consumo en un sistema que busca aumentarlo para lograr aumentar las ganancias?

Los kautskianos indican que las materias primas "podrían ser" adquiridas en el mercado libre sin una política colonial "cara y peligrosa", que la oferta de materias primas "podría ser" aumentada en proporciones gigantescas con el "simple" mejoramiento de las condiciones de la agricultura en general.<sup>8</sup> Esto resulta un embellecimiento del capitalismo dado que se les olvida la existencia de las imperfecciones de mercado como lo son los monopolios y ni siquiera toman en cuenta los límites de la tierra.

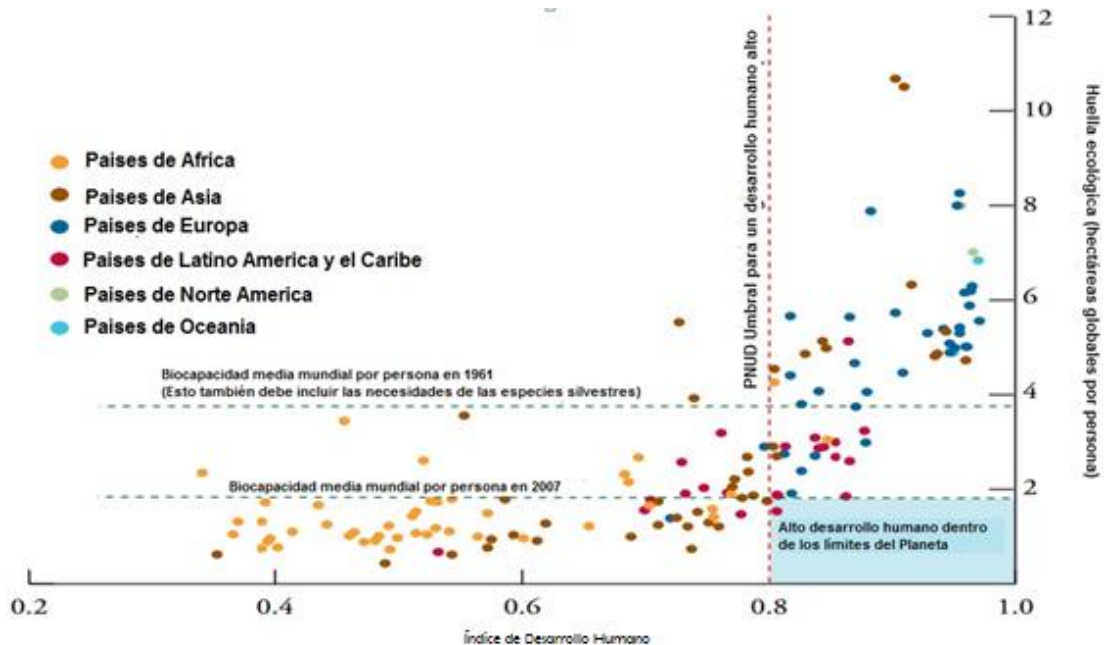
La población enaltece las mejoras tecnológicas las cuales pueden sin duda ayudar a aliviar la tensión puesta sobre el medio ambiente, pero no se debe de generar una dependencia absoluta de las continuas mejoras en el futuro. La deuda ecológica acumulada en décadas de gastos ecológicos excesivos es probable que ya haya empezado a disminuir la capacidad regenerativa de la biosfera, añadiendo a esto el aumento nuestras demandas sobre el mismo nos dejan un difícil camino para minimizar nuestro impacto sobre el planeta.

El desafío de alcanzar un alto nivel de bienestar humano al tiempo que garantiza la disponibilidad de recursos a largo plazo se ilustra en el gráfico siguiente.

---

<sup>8</sup> **LENNIN** (1973). *El Imperialismo, fase superior del capitalismo*. Moscú .Progreso. p.106-107

**GRÁFICA 4.9**  
**IDH Y LA HUELLA ECOLÓGICA, 2007**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

Los países con un puntaje de IDH de 0,8 o superior y una superficie de 1,8 hectáreas globales por persona o menos, cumplen dos criterios mínimos para el “desarrollo sustentable” se encuentran en el cuadro azul del lado inferior derecho. La pérdida en el bienestar humano debido a la degradación ecológica a menudo se produce después de un retardo de tiempo significativo, y es difícil de revertir una vez que el conjunto de los recursos se ha empobrecido considerablemente.

#### 4.5 Proyecciones de la Huella Ecológica

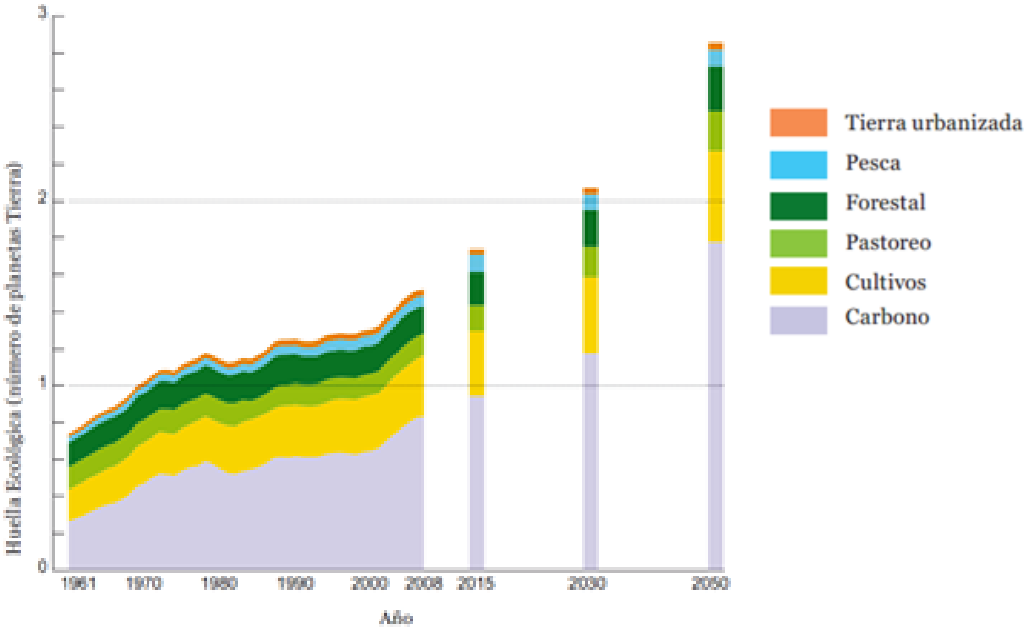
El tamaño de la Huella Ecológica de una persona depende del nivel de desarrollo, de los ingresos que los individuos poseen, de su forma de consumo (alimentos) y de la manera en que estos individuos se transportan. Añadiendo a esto las decisiones adoptadas por los gobiernos y empresas tienen, es decir, los individuos

no tienen en general un control directo sobre el tamaño de la huella del terreno construido, de la producción de la electricidad o la intensidad de la producción agrícola. Esta parte es considerada como la parte “heredada” de la Huella Ecológica, la cual puede ser modificada a través de mecanismos políticos, la tecnología verde y la innovación. Es por ello que los escenarios pueden ayudar a esbozar las mejores propuestas para invertir en el capital natural de manera que se beneficien tanto el desarrollo humano como la conservación.

El escenario de “gestión tradicional” para la Huella Ecológica de la humanidad muestra cada vez más presión sobre el planeta. En el año 2050 la humanidad necesitaría el equivalente a 2,9 planetas para mantener los supuestos de la “gestión tradicional”.

**GRÁFICA 4.10**

**PROYECCIÓN DEL ESCENARIO TRADICIONAL**



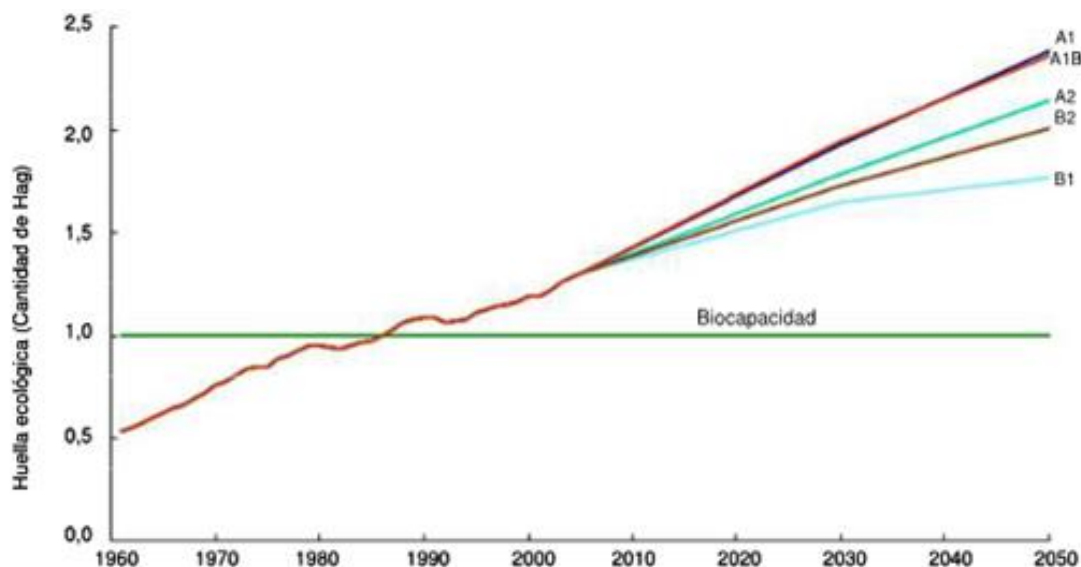
**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network



La Cepal realizó una proyección de la Huella ecológica basado en los escenarios de IPCC<sup>9</sup> (A1, A2, A1B, B1 y B2). En donde, la huella de carbono representa el 50% de la huella ecológica y es el componente que crecerá más rápidamente.

### GRÁFICA 4.11

#### PROYECCIONES SEGÚN LOS ESCENARIOS DE CEPAL



FUENTE: Global Footprint Network

Para el 2050, en el escenario A1B del IPCC y otras proyecciones, se supone que la huella relacionada con la tierra para cultivos y para construcción, se

<sup>9</sup> El IPCC ha desarrollado cuatro conjuntos de escenarios de emisiones, denominados familias. La familia de escenarios A1 describe un mundo futuro con rápido crecimiento económico, con una población que se estabiliza hacia mediados del Siglo XXI y la introducción rápida de tecnologías nuevas y más eficientes. La familia de escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. La población mundial está en continuo crecimiento y el desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones; además, el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en las otras familias de escenarios. La Familia de escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que evoluciona igual que en A1, pero con rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y de la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. Finalmente, la familia de escenarios B2 describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios, y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

incrementarán un 10% y cerca de un 50% respectivamente. La huella forestal se duplicará y la de CO<sub>2</sub> se incrementará 2,5 veces. En este escenario, el CO<sub>2</sub> no sólo sigue manteniendo su tendencia al alza, sino que con un ritmo bastante más intensivo a partir del año 2010. La huella relativa a la tierra de pastoreo, triplicará su actual dimensión.

Para el escenario B1, el valor de la huella se reduce, con una huella de carbono, que representa el 47,4% del total. Este escenario muestra una gran disminución en la huella aunque en ninguno de los escenarios se logra llegar al menos a la biocapacidad del planeta. Para el escenario A1 se estima el valor más alto, en el cual el carbono representará un 60,9% del total de la huella.

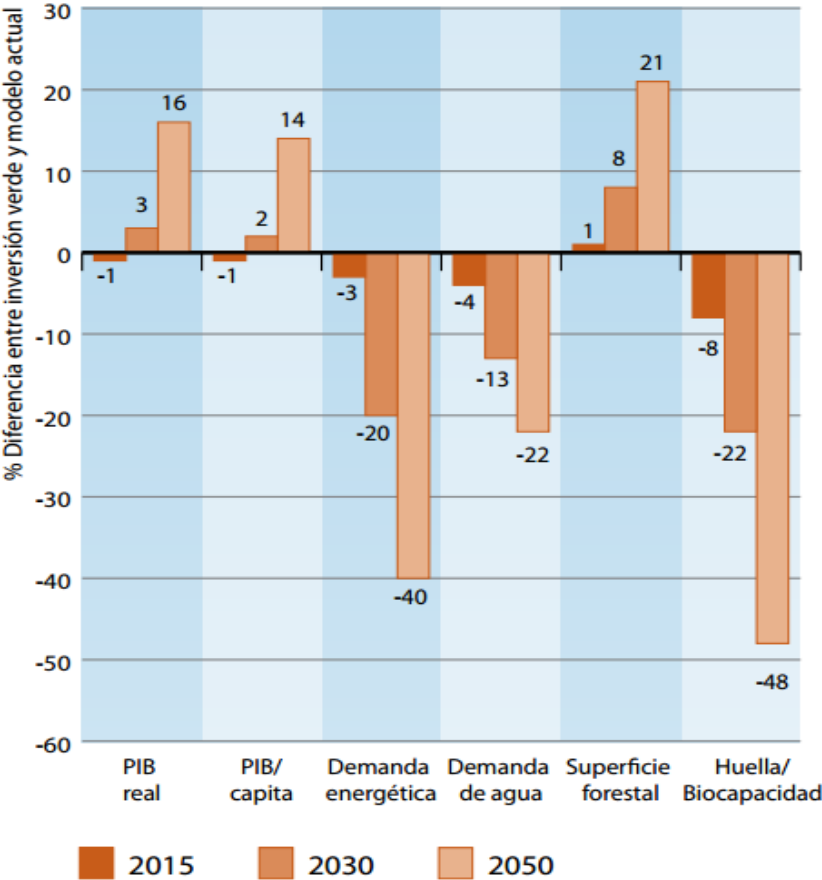
Según la PNUMA, en un escenario de inversión verde del 2% del PIB mundial posibilitaría un desarrollo con menos emisiones de carbono, el crecimiento económico se caracteriza por un desacoplamiento significativo de los impactos ambientales, lo que también se refleja en un descenso notable de la huella ecológica mundial. Desde el punto de vista de la energía, la demanda primaria recuperaría los niveles actuales en 2050, es decir, sería un 40% inferior a la que se prevé con el modelo actual. La combinación de medidas enfocadas a la oferta y a la demanda permitiría rebajar los precios energéticos durante las próximas décadas, reduciendo por tanto la vulnerabilidad de la economía mundial respecto a posibles impactos en el precio de la energía y contribuyendo a la estabilidad del desarrollo económico. El ahorro en costos de capital y combustible para generar electricidad en una economía verde sería, en promedio, según las proyecciones, de 760.000 millones de dólares anuales entre 2010 y 2050. (Véase Gráfica 4.10)

Estas proyecciones han ejercido una gran preocupación en aquellos países dependientes de recursos del exterior. Aunque la fuerza política que han logrado adquirir mediante la deuda financiera de los países con recursos, les ha permitido satisfacer sus demandas de recursos mediante la sobreexplotación en los países deudores.

Esforzándose en colocar en primer plano las particularidades para de esa forma distraer la atención de lo esencial de los proyectos y reformas que se realizan “en beneficio de la humanidad y del medio ambiente”, no son más que la necesidad de los países ricos de mantener y elevar la capacidad de consumo de su población a costa de los países del sur, pero esto no se realizara mediante métodos violentos que puedan atentar contra los recursos naturales sino por medio de la democracia pacífica. Es decir, se le proporcionara a los sometidos, medios y procedimientos adecuados para la emancipación ecológica.

**GRÁFICA 4.12**

**DIFERENCIAS EN UNA SERIE DE VARIABLES EN UN ESCENARIO DETERMINADO POR LAS INVERSIONES VERDES**



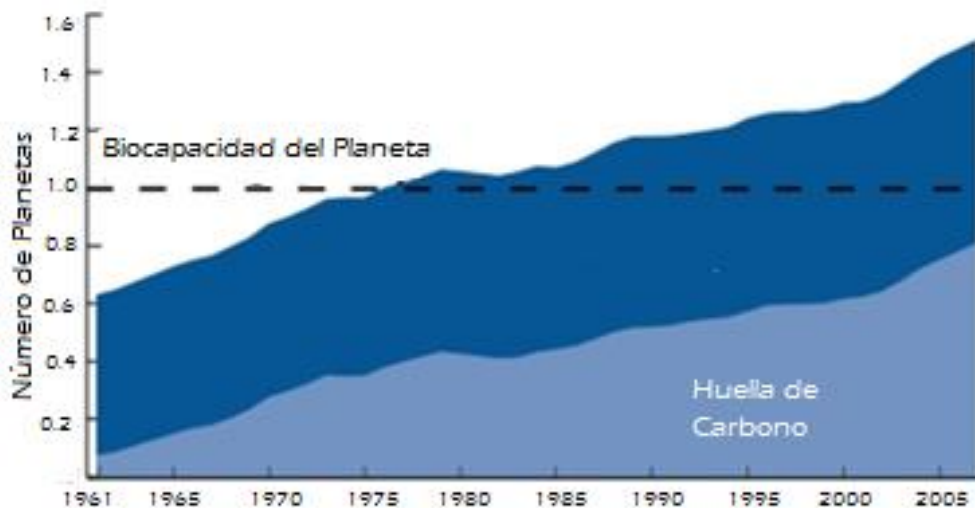
**FUENTE:** Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

## 4.6 Huella de Carbono

El término de huella del carbón se está utilizado como una abreviación para la cantidad de carbón (generalmente en toneladas) que se emite por una actividad o una organización. El componente del carbón de la huella ecológica va más allá de esta definición y traduce la cantidad de dióxido de carbono al área del bosque y de océanos requerida para secuestrar las emisiones de dióxido de carbono. Esto nos dice la demanda sobre el planeta resultante de la quema de combustibles fósiles.

**GRÁFICA 4.13**

### HUELLA DE CARBONO



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

La huella del carbón es el 50 por ciento de la huella ecológica total de la humanidad. Esta es la causa por la cual la reducción de la huella de carbono resulta ser primordial para la solución del sobregiro ecológico. El cambio climático, en primer lugar, es una consecuencia de la elevada utilización de combustibles fósiles. A pesar de que el cambio climático es un problema global, la dependencia de los combustibles fósiles que contribuyen a ello conlleva crecientes riesgos económicos para el país emisor. El trabajo para encontrar la forma de salir de esta adicción lleva tiempo, y cuanto más tiempo se espere para repensar radicalmente

y rediseñar nuestras sociedades, menos posibilidades tendremos que cambiar el rumbo.

El cambio climático no es un problema aislado, sino más bien un síntoma de un problema más amplio: sobreexplotación sistemática de la humanidad de los recursos finitos del planeta.

Los líderes mundiales han afirmado la necesidad de que la alteración del clima no aumente los 2 grados Celsius para evitar la calamidad generalizada. Esto significa que la reducción de las concentraciones de carbono en la atmósfera a 450 (con estimaciones optimistas) y 350 partes por millón (según estimaciones más realistas). Llegar hasta el blanco más relajado requerirá un cambio masivo lejos de combustibles fósiles (ahora y no en una década o dos) y una reestructuración mayor de la manera en que producimos y utilizamos la energía. Sin embargo, casi nadie reconoce esta verdad matemática.

La mayoría de los expertos reconocen que, incluso con un importante desarrollo de las tecnologías eólicas y solares, alejándose de combustibles fósiles requerirá una mayor dependencia de los combustibles y los productos a base de cultivos. Añadir a que los recursos necesarios para establecer una población en crecimiento, una clase media hinchándose, y dos mil millones de personas que no tienen lo suficiente para satisfacer las necesidades básicas.

El sector de la construcción es un importante emisor de gases de efecto invernadero (8.600 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente), debido a que un tercio de la energía mundial se consume dentro de los edificios.<sup>10</sup> Además, el sector de la construcción es responsable de más de un tercio del consumo mundial de materias primas, incluido el 12% del agua dulce, y contribuye significativamente a la generación de residuos sólidos (estimado en 40%). De acuerdo a las proyecciones del escenario de alto crecimiento del IPCC, la huella de carbono del sector de la construcción podría casi duplicarse hasta alcanzar el equivalente a 15.600 millones de toneladas de dióxido de carbono antes del 2030

---

<sup>10</sup> **PNUMA** (2009). *Sustainable Building Construction Initiative*. pág. 1. Disponible en: <http://www.unep.org/sbci/pdfs/UNEPSBCI-GlobalCompactBrochure-Final.pdf>

(aproximadamente un 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionado con el consumo energético).<sup>11</sup>

Con respecto al transporte, las modalidades actuales se basan fundamentalmente en vehículos motorizados privados, contribuyentes principales al cambio climático, la contaminación y determinados riesgos para la salud. Tanto en el ámbito urbano como fuera de él, el transporte es responsable de más de la mitad del consumo mundial de combustibles fósiles y de casi un cuarto de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el consumo energético. Los estudios indican que el costo ambiental y social, en términos de agentes contaminantes del aire, accidentes de tráfico y congestión a nivel local, puede llegar o incluso superar el 10% del PIB de una región o país.<sup>12</sup>

Las políticas para evitar o reducir los desplazamientos sería fomentando la producción y el consumo locales; adoptando medios más eficientes desde el punto de vista ambiental, tales como el transporte público; y mejorando tecnológicamente los vehículos y combustibles para reducir sus efectos negativos por kilómetro recorrido.

Destinando más de la mitad de la inversión verde<sup>13</sup> a mejorar la eficiencia energética en todos los sectores y a expandir las energías renovables, incluidos los biocombustibles de segunda generación, el consumo energético mundial se

---

<sup>11</sup> **IPCC** (2007). *Climate change 2007: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York. Cambridge University Press. Cambridge.

<sup>12</sup> **CREUTZING, F.** (2009), “*Climate Change Mitigation and Co-benefits of Feasible Transport Demand Policies in Beijing*”. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Tomo 14, Núm. 2 , p. 120-131

<sup>13</sup> En escenario de inversión verde se refiere a una inversión en mejoras la cual asciende a aproximadamente 1,3 billones de dólares anuales. La asignación de recursos es comparable con las distintas evaluaciones de las necesidades de inversión para alcanzar objetivos de política relevantes, tales como reducir a la mitad, a nivel mundial, las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el consumo energético antes de 2050 o reducir la deforestación en un 50% antes de 2030.

El modelo de inversión verde se compara con las proyecciones del modelo actual usando una versión mundial del modelo de simulación “Threshold 21” (T21). Este modelo, que suele aplicarse a nivel nacional para analizar las estrategias de desarrollo y reducción de la pobreza, incorpora directamente la dependencia que la producción económica tiene de los recursos naturales. Esta característica permite apreciar las implicaciones a mediano y largo plazo que la administración de tales recursos tiene para la economía y el bienestar social, así como para la generación de riqueza y la prosperidad en el futuro.

reduciría en alrededor de 40% antes de 2030, y el volumen anual de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con dicho consumo descendería a 20 Gt<sup>14</sup> en 2050 (el nivel actual es de 30 Gt). Al potencial de captación de carbono que ofrece la agricultura ecológica hay que sumar la reducción hasta 450 ppm de la concentración de emisiones antes de 2050 que, según las previsiones, se obtendría a través de un escenario de inversión verde. Ese nivel de concentración es esencial para tener una probabilidad razonable de contener el calentamiento global por debajo del umbral de los 2°C.

El aumentar el uso de energías renovables, desde el punto de vista del abastecimiento, resulta más eficaz cuando se acompaña de medidas para mejorar la eficiencia energética en sectores clave como la construcción, el transporte y la manufactura. Ampliar la superficie forestal puede tener efectos positivos sobre la producción agrícola y la vida en zonas rurales, al mejorar la calidad del suelo y aumentar la retención de agua.

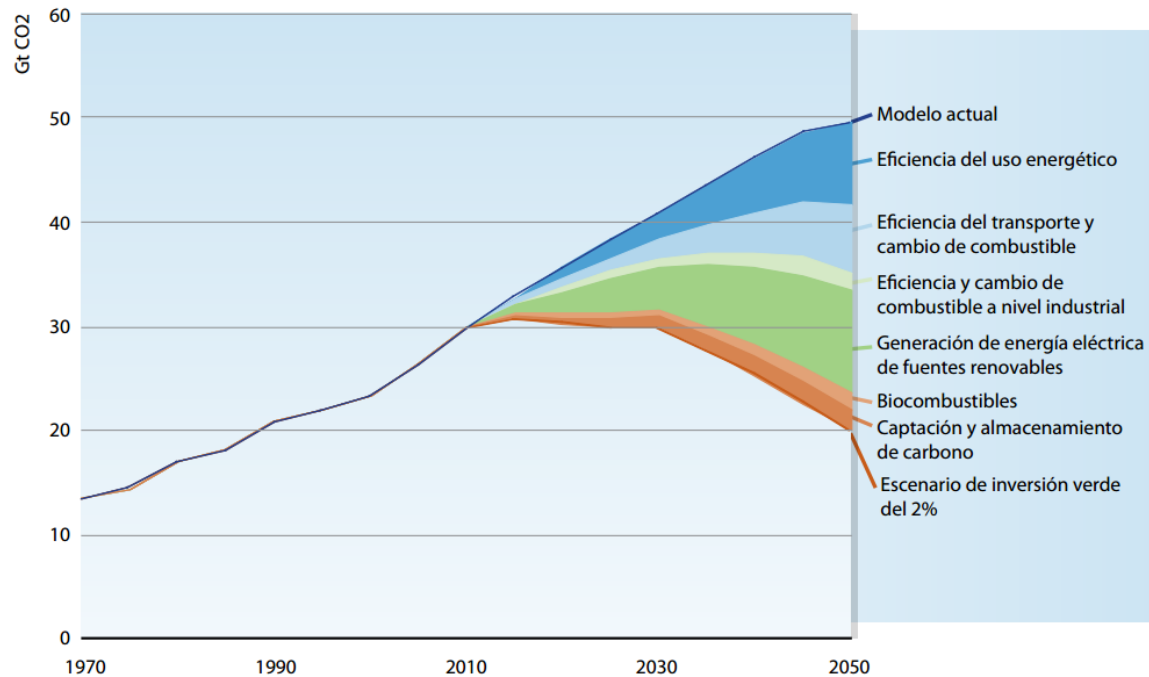
Se ha llegado a la consumación de los límites históricos del capitalismo y con ello su mantenimiento acrecienta el riesgo de exterminio humano, al desplegar una crisis ecológica global asociada a un creciente proceso de decadencia y descomposición social que tiende hacia un lento pero complicado y violento fin del sistema. En otras palabras, las antagónicas contradicciones sistémicas del capital no sólo lo hacen inviable en términos humanos, sino también incompatible con toda existencia viva en el planeta al constituir un generador permanente de violencia devastadora. Los países cuyas economías dependen más del acceso a grandes cantidades de recursos (en especial los recursos provenientes del exterior) se encontrarán particularmente vulnerables ante esta situación.

---

<sup>14</sup> Un gigatón (Gt) es el equivalente a:  $1 \times 10^9$  toneladas; 1000 megatonnes; 1 000 000 de kilotonnes; o 1 000 000 000 de toneladas (formato totalmente expandido).

**GRÁFICA 4.14**

**PROYECCIÓN DE EMISIONES DE CO2 EN UN ESCENARIO DE INVERSIÓN VERDE DEL 2%**



**FUENTE:** Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

#### **4.7 La Huella Hídrica Global**

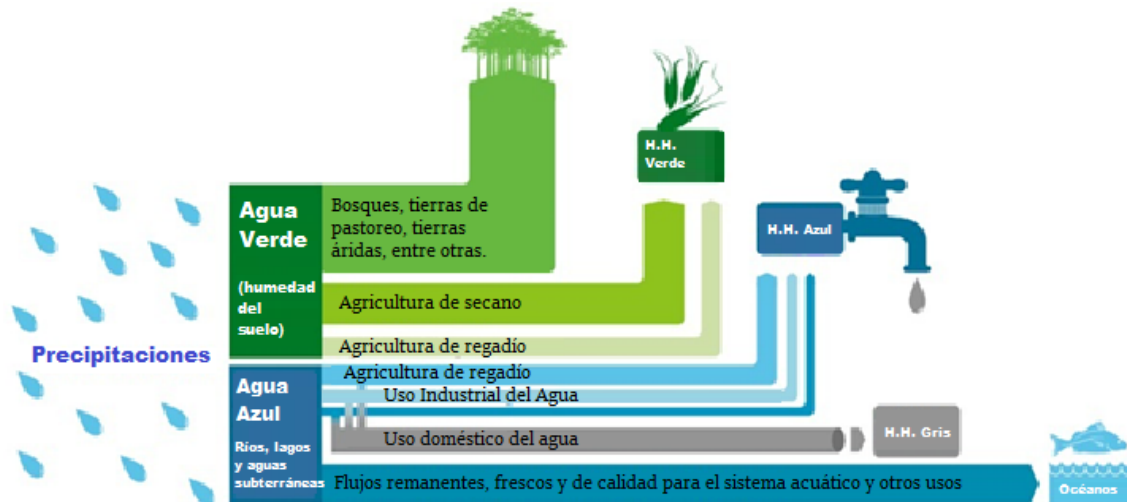
La Huella Hídrica de la Producción representa el volumen de agua dulce utilizado directa o indirectamente para producir bienes y servicios (en metros cúbicos por año, m<sup>3</sup>/a).

No hay que olvidar que la huella hídrica verde es el volumen de agua de lluvia que es absorbido por los cultivos del suelo y que posteriormente se evaporó, la huella hídrica azul es el volumen combinado de las aguas superficiales y subterráneas que se utiliza en los hogares, la agricultura y en la producción de bienes, y por último, la huella gris representa el volumen de agua necesario para diluir los contaminantes del agua hasta tal punto que la calidad de agua a temperatura ambiente se mantiene por encima de las normas de calidad designados



FIGURA 4.1

### COMPONENTES DE LA HUELLA HÍDRICA AZUL, VERDE Y GRIS



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de World Wildlife Fund for Nature

Las grandes huellas de agua por celda (> 400 mm / año) se encuentran en las cuencas del Ganges y el Indo (India, Pakistán y Bangladesh), en el este de China y en la cuenca del río Mississippi. Estos lugares son los mismos lugares en los cuales el área de cultivo cosechado hace una gran participación relativa de la superficie total.<sup>15</sup> Globalmente, el 86,5% del agua que se consume en la producción de cultivos es el agua verde. Incluso en la agricultura de regadío, el agua verde a menudo tiene una contribución muy importante al consumo total de agua.

La parte de la huella hídrica azul es más grande en las regiones áridas y semi-áridas. Las regiones con una gran proporción de agua azul se encuentran, por ejemplo, en la parte occidental de los EE.UU., en una franja relativamente

<sup>15</sup> MOFREND, C. RAMANKUTTY, N. FOLEY, J.A. (2008). "Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000", Global Biogeochemical Cycles, Vol.22, GB1022. Disponible en: [www.geog.mcgill.ca/landuse/pub/Data/175crops2000](http://www.geog.mcgill.ca/landuse/pub/Data/175crops2000)

estrecha de tierra a lo largo de la costa oeste de América del Sur (Perú-Chile), en el sur de Europa, norte de África, la Península Arábiga península, Asia Central, Pakistán y el norte de India, noreste de China y partes de Australia.

La huella promedio de agua por tonelada de cosecha primaria difiere significativamente entre cultivos y regiones de producción. Los cultivos con un alto rendimiento y gran fracción de biomasa del cultivo que se cosecha generalmente tienen una huella más pequeña de agua por tonelada que los cultivos de rendimiento bajo. Cuando se considera por tonelada de producto, las materias primas con relativamente grandes huellas hídricas son: café, té, cacao, tabaco, especias, nueces, caucho y fibras. La huella hídrica varía, sin embargo, a través de diferentes cultivos por categoría de cultivos. Además, si se tiene en cuenta la huella hídrica per kcal, el panorama cambia también. Las verduras y frutas, que tienen una pequeña huella de agua por kg pero un bajo contenido calórico, tienen una huella relativamente grande de agua por kcal.

Para los cultivos de alimentos, la huella hídrica promedio mundial por tonelada de aumento de los cultivos de cosechas de azúcar (aproximadamente 200 m<sup>3</sup>/tonelada), hortalizas (~ 300 m<sup>3</sup>/ton), raíces y tubérculos (~ 400 m<sup>3</sup> / ton), frutas (~ 1000 m<sup>3</sup>/ton), oleaginosas cereales (~ 1600 m<sup>3</sup>/ton), (~ 2400 m<sup>3</sup>/ton ), leguminosas (~ 4000 m<sup>3</sup>/ton), especias (~ 7000 m<sup>3</sup>/ton) a los frutos secos (~ 9000 m<sup>3</sup>/ton). Las verduras y frutas, que tienen una pequeña huella de agua por kg pero un bajo contenido calórico, tienen una huella relativamente grande de agua por kcal. La huella hídrica varía dependiendo del tipo de cultivo, es decir, la producción para cada tipo de cultivo requerirá de una forma diferente la utilización de agua.

Hay que tener cuidado al sacar conclusiones de las comparaciones de los productos que se muestran en la tabla 4.1. A pesar de la presencia global de agua promedio de un producto puede ser mayor que la huella global media del agua de otro producto, la comparación puede resultar muy diferente para las regiones específicas. Las huellas hídricas de los cultivos varían entre los países y regiones. Esto se debe principalmente a las diferencias en los rendimientos de los cultivos, por ejemplo, en el caso de los cultivos de cereales los requerimientos hídricos de

los cultivos en los Estados Unidos, en promedio, son más altos que en Asia, debido a un mayor rendimiento, la huella de agua promedio de cereales en Estados Unidos es menor en comparación con el valor calculado para Asia muestra la relación entre el rendimiento de los cereales y la huella de agua, donde los puntos representan promedios de los países.

**TABLA 4.1**

**HUELLA HÍDRICA POR CULTIVO, 2008**

Categoría de cultivos	Verde	Azul	Gris	Valor calórico	Huella hídrica
Azúcar <sup>16</sup>	130	52	15	290	0.68
Verduras	194	43	85	240	1.34
Raíces y tubérculos	327	16	43	830	0.47
Frutas <sup>17</sup>	727	147	93	460	2.10
Cereales <sup>18</sup>	1232	228	184	3200	0.51
Cultivos oleaginosos <sup>19</sup>	2023	220	121	2900	0.81
Pulsos	3180	141	734	3400	1.19
Espicias	5872	744	432	3000	2.35
Nueces	7016	1367	680	2500	3.63

**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Food and Agriculture Organization of the United Nations<sup>20</sup>

<sup>16</sup> El azúcar de remolacha de azúcar tiene una huella más pequeña de agua que el azúcar de la caña de azúcar, es decir, el componente azul en la huella total de agua de azúcar de remolacha (20%)

es menor que la de la caña de azúcar (27%).

<sup>17</sup> Para las frutas que encontramos una variación similar en la huella hídrica: sandía 235 m<sup>3</sup> ton-1; piña 255 m<sup>3</sup> ton-1; papaya 460 m<sup>3</sup> ton-1, de color anaranjado 560 m<sup>3</sup> ton-1, plátano 790 m<sup>3</sup> ton-1, manzana 820 m<sup>3</sup> ton-1; melocotón 910 m<sup>3</sup> ton-1; pera 920 m<sup>3</sup> por tonelada-1; albaricoque 1.300 m<sup>3</sup> ton-1; ciruelas 2200

<sup>18</sup>La huella hídrica promedio para los cultivos de cereales es m<sup>3</sup>ton 1644-1, pero la huella de trigo es relativamente grande (1.827 m<sup>3</sup>ton-1), mientras que para el maíz es relativamente pequeño (1.222 m<sup>3</sup> ton-1). La huella promedio de agua del arroz se encuentra cerca de la media de todos los cereales juntos.

<sup>19</sup> Para los aceites vegetales que encontramos una gran variación en las huellas del agua: aceite de maíz 2600 m<sup>3</sup> ton-1, el aceite de semilla de algodón 3.800 m<sup>3</sup> ton-1, el aceite de soja 4200 m<sup>3</sup>ton-1, el aceite de colza 4.300 m<sup>3</sup> por tonelada-1, la palma de aceite 5000 m<sup>3</sup> ton-1, el aceite de girasol 6800 m<sup>3</sup> ton-1, aceite de cacahuete 7500 m<sup>3</sup> ton-1, el aceite de linaza 9400 m<sup>3</sup> ton-1, el aceite de oliva 14.500 m<sup>3</sup> ton-1, el aceite de ricino 24.700 m<sup>3</sup> ton-1

En pocas palabras, existe una tendencia general entre la huella de agua y el rendimiento de los cereales que sigue una función logarítmica, es decir, la huella de agua de un cultivo, en gran medida, está influenciada por la gestión agrícola en lugar de las condiciones agro-climáticas en las que el cultivo se cultiva y que no puede ser influenciada por el agricultor. Esto proporciona una oportunidad para mejorar la productividad del agua, es decir, para producir más alimentos por unidad de consumo de agua.<sup>21</sup>

La Huella Hídrica media mundial entre 1996 y 2005 fue más de 9.000 millones de m<sup>3</sup> al año; el 92% de este total correspondió a la producción agrícola. Aunque escondida, el agua de lluvia almacenada en el suelo (la Huella Hídrica verde) fue con mucho el componente más grande de la Huella Hídrica (74%), mientras que los recursos hídricos azules totalizaron el 11%.<sup>22</sup>

El 74% de la huella hídrica representa el agua de lluvia que se evapora en la producción de bienes; el 11% lo representa el agua dulce que es extraída de la superficie o subterránea y por último, el 15% representa el agua que es utilizada en los procesos productivos para diluir los contaminantes. Al menos 2.700 millones de personas viven en cuencas fluviales que experimentan una escasez de agua grave durante al menos un mes al año.<sup>23</sup>

Las manchas azules muestran el número de meses del año en los que la escasez de agua azul superó el 100 por ciento en las principales cuencas fluviales del

---

<sup>20</sup> **FAO** (2008) FAOSTAT on-line database, *Food and Agriculture Organization*, Rome. Disponible en: <http://faostat.fao.org>

<sup>21</sup> **ROCKSTROM, J. BARRON, J. FOX, P.** (2003) *Water productivity in rain-fed agriculture: challenges and opportunities for smallholder farmers in drought-prone tropical agroecosystems*, In: Kijne, J.W. (eds.) *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*, CAB International, Wallingford, pp. 315– 352.

<sup>22</sup> **HOEKSTRA, A.Y. MEKONNEN, M.M.** (2012), *The Water Footprint of humanity*, PNAS. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Hoekstra-Mekonnen-2012-WaterFootprint-of-Humanity.pdf>

<sup>23</sup> Para ofrecer una visión más detallada sobre la disponibilidad y demanda de agua de lo que generalmente se ofrece, un estudio reciente, ha analizado la Huella Hídrica azul mensual de 405 importantes cuencas fluviales, en las que viven el 65 por ciento de la población mundial.

**HOEKSTRA, A.Y. MEKONNEN, M.M. CHAPAGAIN, A.K. MATHEWS, R.E. RICHTER, B.D.** (2012), *Global Monthly Water Scarcity: Blue Water Footprints versus Blue Water Availability*, Plos One, 7 (2): e32688. Disponible en: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report53-GlobalBlueWaterScarcity.pdf>

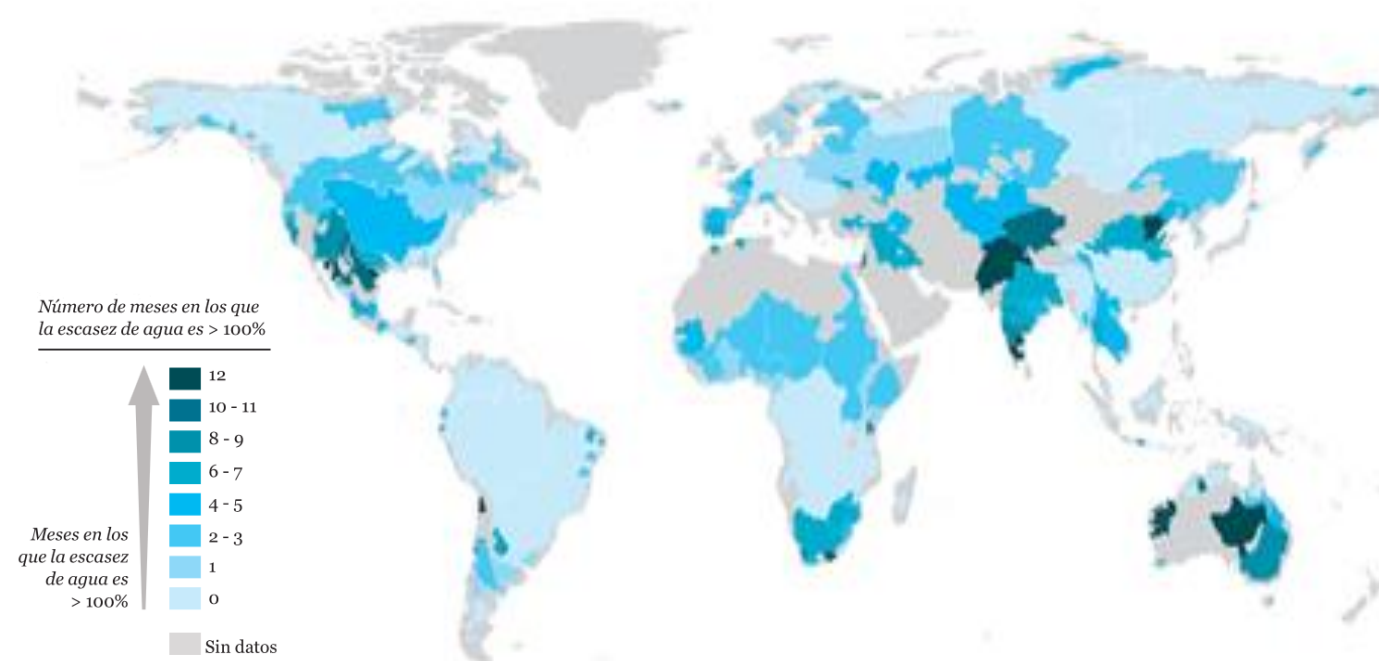
mundo entre 1996 y 2005; lo que significa que, durante esos meses, la gente está utilizando más del 20 por ciento del flujo natural. (Véase Mapa 4.5)

Si las personas utilizan más del 20 por ciento del flujo natural, entonces la Huella Hídrica azul es mayor que la cantidad de agua azul disponible, lo cual generara estrés hídrico.

Las actividades productivas de cada país son diferentes, y por lo tanto definen su estructura económica: hay naciones con las explotaciones agrícolas, y servicios de vocaciones industriales. La forma en que cada sector en cada país le da al agua un uso productivo moldeando su huella de agua de producción. Este indicador refleja la cantidad de agua utilizada por un país cuando se produce lo que consume más sus exportaciones. (Véase Mapa 4.6)

En promedio se utilizan 11,000 litros de agua para producir 1 kg de algodón en el mundo, convirtiéndolo en uno de los cultivos de mayor consumo de agua. En 2009, los principales productores fueron: China 25% del total mundial, EUA el 20%, y la India, el 15%. México produjo 278 mil toneladas (lugar 26°). Es el producto mediante el cual Norteamérica importa la mayor cantidad de agua virtual debido a que representa 45% de las importaciones de EUA, 41% de México y 27% de Canadá.

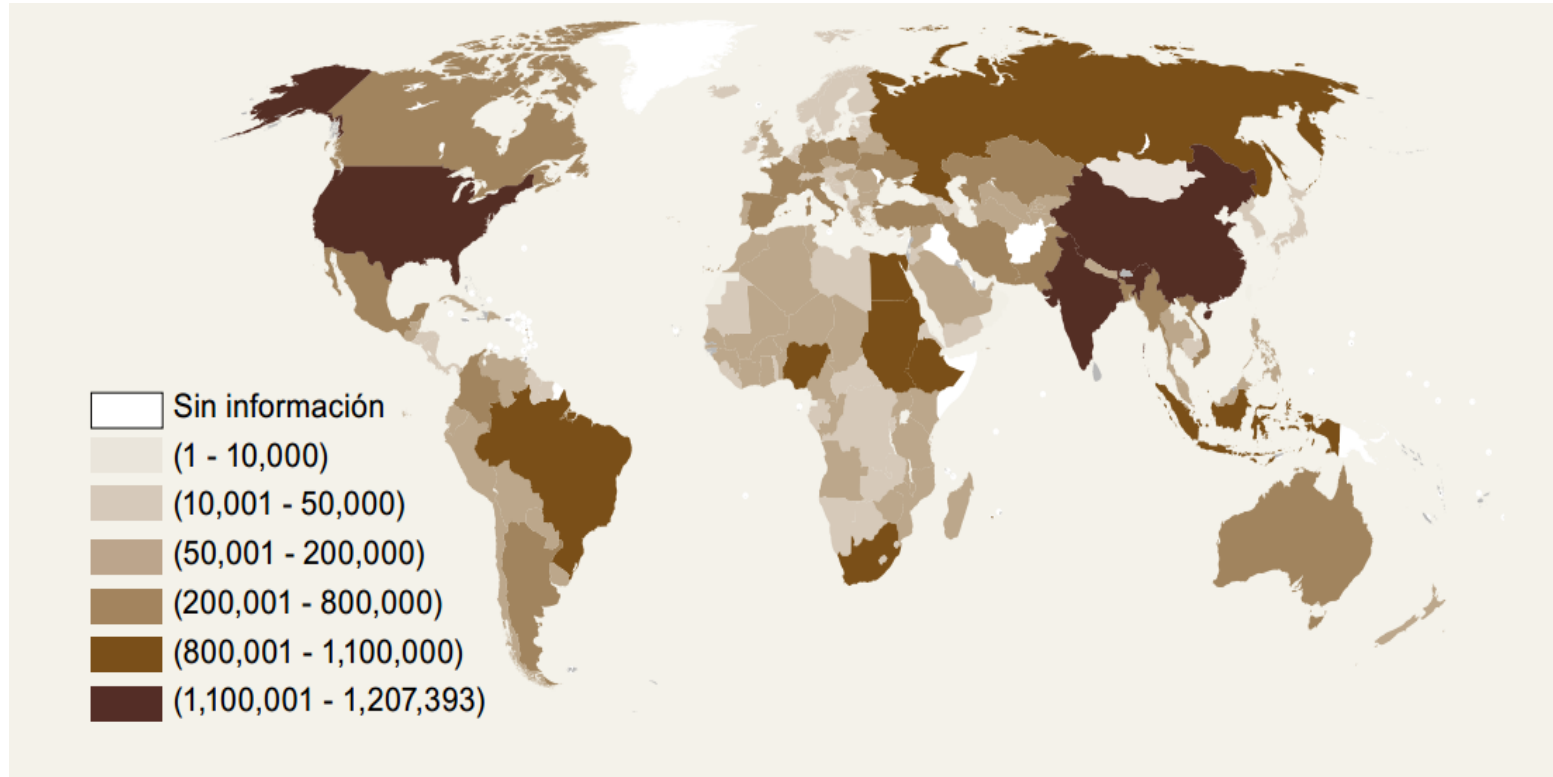
**MAPA. 4.4**  
**MESES CON ESCASEZ DE AGUA, 2008**



**FUENTE:** Global Footprint Network

### MAPA 4.5

### HUELLA HÍDRICA DE PRODUCCIÓN, HM3/AÑO



**FUENTE:** AgroDer, 2011

**TABLA 4.2**

**CONTENIDO NETO DE AGUA VIRTUAL DE VARIOS PRODUCTOS (m3/ton)**

Producto	China	Japón	Australia	Italia	Estados Unidos	Brasil	México	Promedio mundial
Sorgo	863	n.d.	1,081	582	782	1,609	1,212	2,850
Semilla de algodón	1,419	n.d.	1,887	n.d.	2,535	2,777	2,127	3,600
Coco	749	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,590	1,954	2,550
Trigo	690	734	1,588	2,421	849	1,616	1,066	1,300
Arroz blanco	1,972	1,822	1,525	2,506	1,903	4,600	3,257	3,400
Carne de pollo	3,652	2,997	2,914	2,198	2,389	3,913	5,013	3,900
Carne de puerco	2,211	4,962	5,909	6,377	3,946	4,818	6,559	4,850
Café tostado	7,488	n.d.	n.d.	n.d.	5,970	16,633	33,475	21,000
Soya	2,617	2,326	2,106	1,506	1,869	1,076	3,177	1,800
Maíz	801	1,493	744	530	489	1,180	1,744	900
Leche fresca	1,000	812	915	861	695	1,001	2,382	1,000
Leche en polvo	4,648	3,774	4,255	4,005	3,234	4,654	11,077	4,600
Queso	4,963	4,032	4,544	4,278	3,457	4,969	11,805	4,900
Carne de res	12,560	11,019	17,112	21,167	13,193	16,961	37,762	15,500
Piel (bovino)	13,513	11,864	18,384	22,724	14,190	1,822	40,482	16,600

\*n.d. No disponible.

**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de **HOEKSTRA, Y.A;** **CHAMPAGAIN, A.K.** (2008). *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*. Oxford. UK. Blackwell Publishing. p.14.<sup>24</sup>

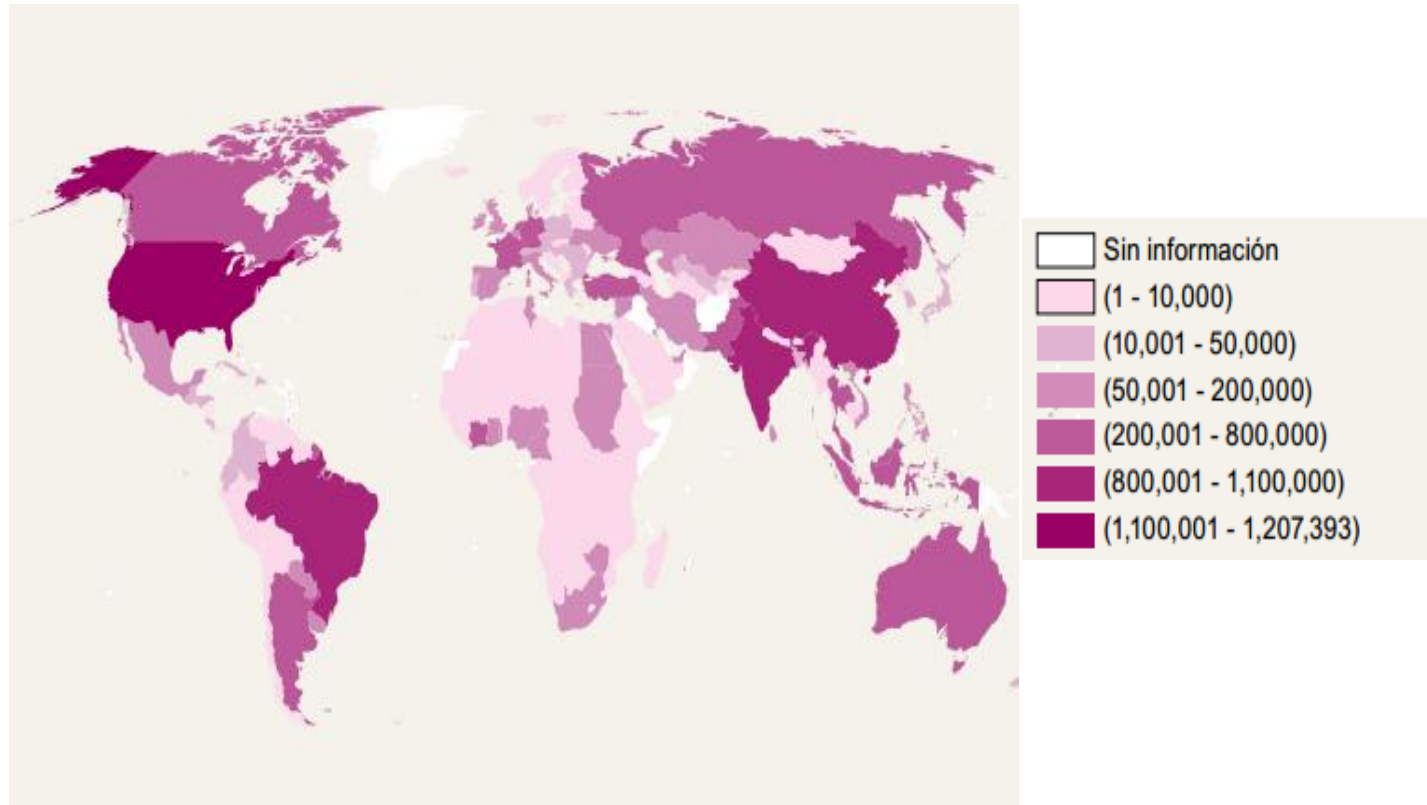
La tabla muestra el contenido neto de agua virtual en ciertos productos por lo que podemos percatarnos que en México el agua virtual contenida en productos como la carne de res, el queso, la leche, entre otros, supera por mucho el contenido de agua virtual de otros países.

<sup>24</sup> ---Datos insuficientes



**MAPA 4.6**

**EXPORTACIONES DE AGUA VIRTUAL, HM3/AÑO**



**FUENTE:** World Wildlife Fund of Nature

Por su estructura económica y productiva, hay países que exportan grandes cantidades de productos a distintas regiones del planeta, siendo también grandes exportadores de agua. Un país puede ser exportador e importador de agua virtual al mismo tiempo, como reflejo de sus transacciones internacionales. ( Véase mapa 4.8)

Como resultado de lo anterior, tenemos países que son exportadores de agua virtual y otros que son importadores. Estos se diferencian según su balance de agua. Un balance positivo significa que se importa más agua de la que se exporta.

*“El comercio mundial puede también ser pensado como una gigantesca transferencia de agua, en forma de materias primas, desde regiones donde se encuentra en forma relativamente abundante y a bajo costo, a otras donde escasea, es cara y su uso compite con otras prioridades”<sup>25</sup>*

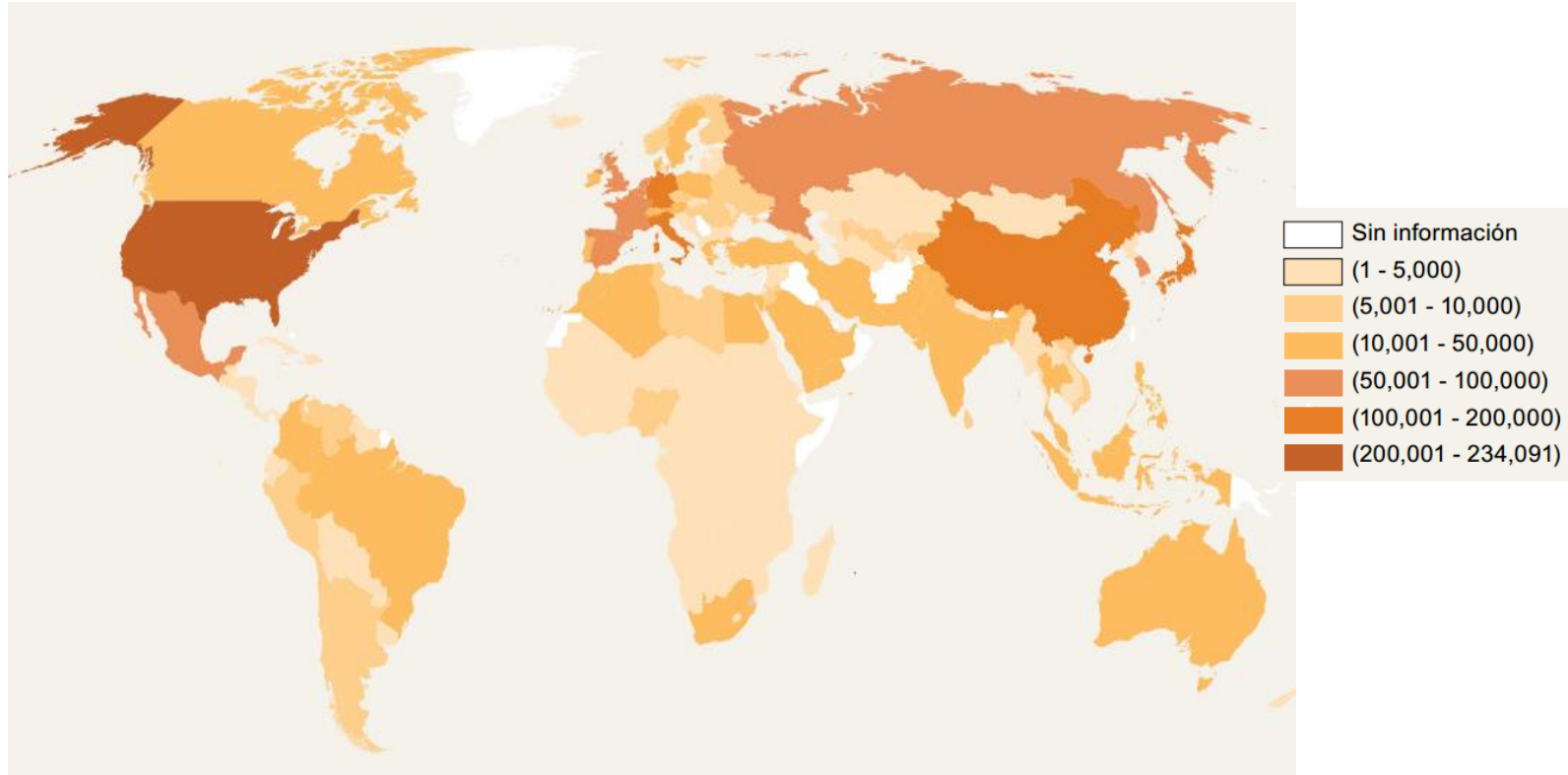
El mapa ilustra claramente el flujo de agua virtual mundial en tonos amarillos se logra apreciar los países que son exportadores netos y en tonos morados los que son importadores netos. Resalta la sed de México que a pesar de contar con relativa escasez de agua somos grandes importadores de la misma. (Véase Mapa 4.9)

---

<sup>25</sup> **PENGUE, W.A.** (2006). *Sobreexplotación de recursos y mercado agroexportador. Hacia la determinación de la deuda ecológica con la Pampa Argentina*. Tesis doctoral. España. Universidad de Córdoba.

### MAPA 4.7

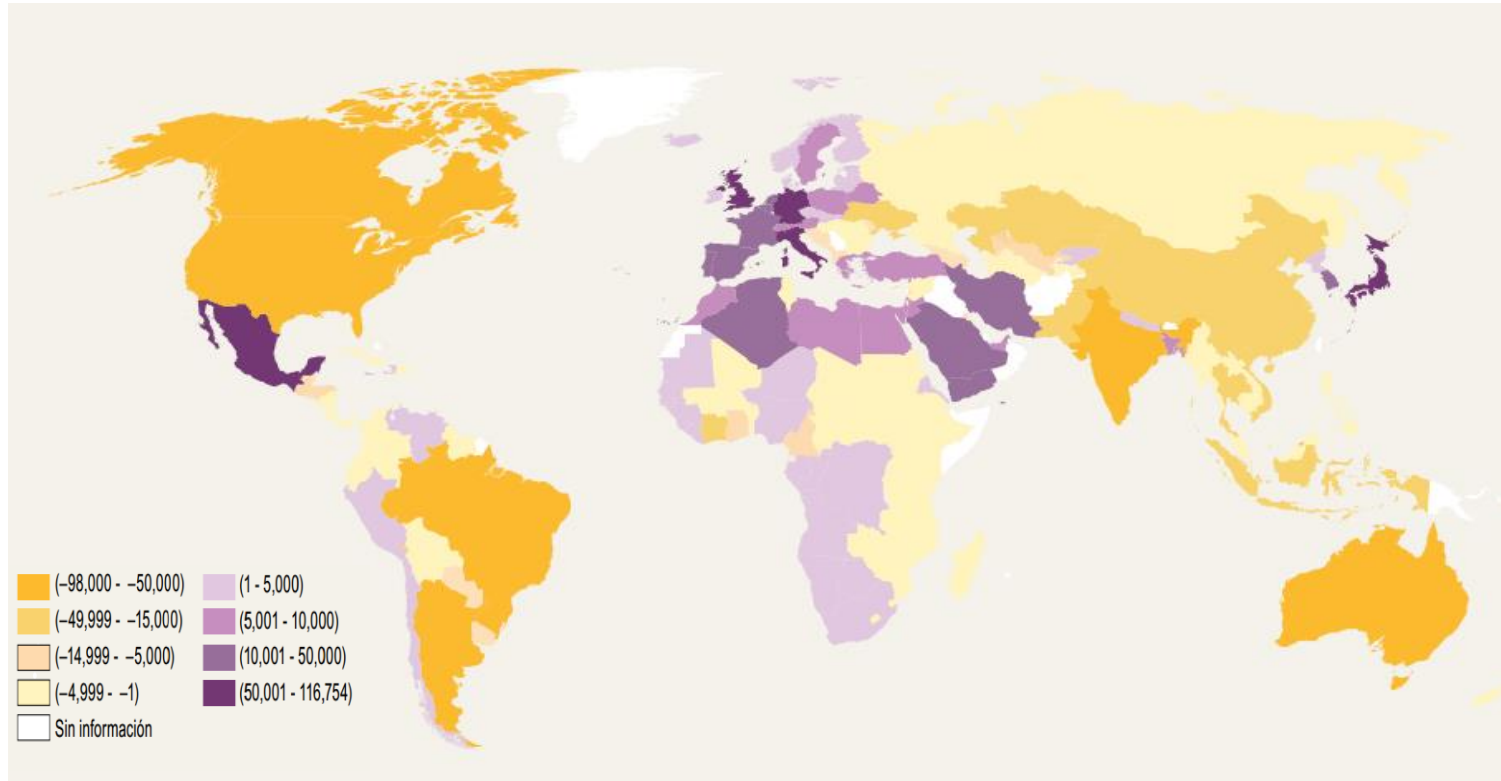
### IMPORTACIONES DE AGUA VIRTUAL, HM3/AÑO



**FUENTE:** World Wildlife Fund of Nature

### MAPA 4.8

### BALANCE DE AGUA VIRTUAL, HM3/AÑO



**FUENTE:** World Wildlife Fund of Nature

#### **4.1.1 La Huella Ecológica en México**

El rápido crecimiento económico ha generado un continuo aumento de la demanda de recursos para alimento, bebida, transporte, etc. Nos encontramos viviendo como si tuviéramos un planeta extra a nuestra disposición, utilizamos 50% más de los recursos que la tierra puede proveer.

El mal uso de los recursos naturales a nivel mundial se refleja claramente en el aumento de la huella ecológica de los países, situación a la que México no ha sido ajeno. Mientras que en 1961 la huella ecológica estimada para nuestro país era de 1.7 hectáreas globales por persona, para 2008 había crecido hasta alcanzar un valor de 3.3; en el mismo periodo, su biocapacidad descendió de 3.4 a 1.42 hectáreas globales por persona. Esto significa que, en 47 años, cada mexicano pasó de tener un crédito ecológico de 1.6 hectáreas globales a un déficit de 1.9 hectáreas globales (es decir, 0.5 hectáreas globales más de las que nos correspondía a cada habitante en 2008).

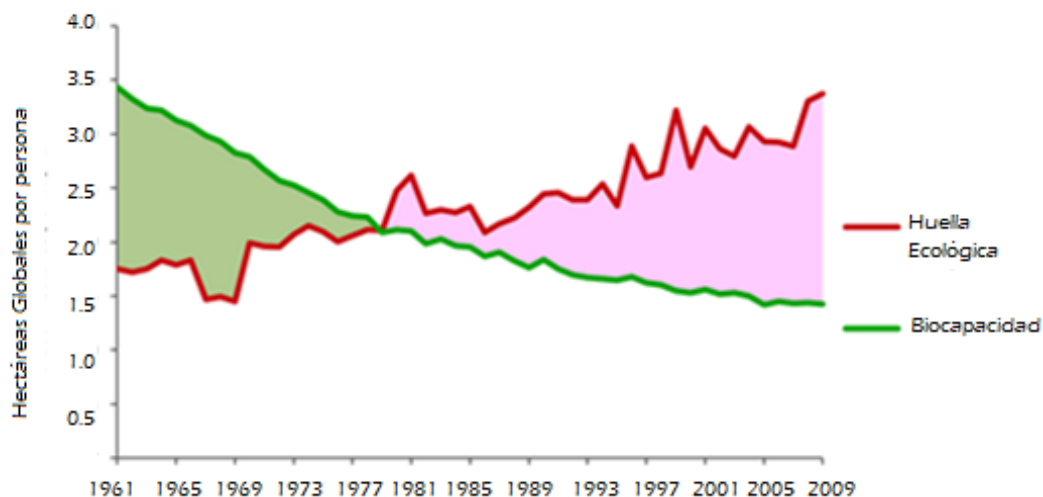
La superficie que ha tenido el mayor incremento es la requerida para absorber el CO<sub>2</sub> producto de la quema de los combustibles fósiles: mientras que en 1961 era de 0.07 hectáreas globales por persona, en 2008 se incrementó a 1.7 hectáreas globales por persona, lo que representa el 51.5% de la huella ecológica de un mexicano promedio (3.3 hectáreas globales por persona).

Se observa que es justamente la década de los ochenta es cuando comienza el déficit de la biocapacidad, es decir, la población mexicana se encuentra utilizando más biocapacidad de la que puede generarse y regenerarse en un año. La combinación de las altas tasas de consumo superan las mejoras en la eficiencia, aunado a esto el crecimiento acelerado de la población.

La transformación política y social de México a raíz de la Revolución y el proceso sostenido a partir de 1934, avalaban la favorable opinión de los inversionistas extranjeros, sobre todo cuando ese crecimiento se combinó con la estabilidad monetaria y la de precios después de 1954 daban una visión de optimismo y confianza.

## GRÁFICA 4.15

### LA HUELLA ECOLÓGICA Y LA BIOCAPACIDAD DE MÉXICO, 1961-2008



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Footprint Network

A partir de la sustitución progresiva de manufacturas ocurrida desde la Segunda Guerra Mundial, la industria privada en México se dedica a abastecer el mercado interno urbano, es decir, la industrialización se realiza a base de la sustitución de importaciones se convirtió en el pivote del desarrollo y de la creación de empleo, llegando a ser la actividad más dinámica, con la protección e impulso del Estado.

En 1970, la imagen que México proyectaba al exterior era de un país excepcionalmente afortunado y privilegiado dentro de los de su clase, debido a que era un país que contaba con solidez monetaria, crecimiento económico, solvencia crediticia y cierta estabilidad.

El país sufrió una transformación para 1970 ya no se trataba de una economía predominantemente agrícola y rural sino ahora el 60% de la población se había transformado en urbana e industrial. Sin embargo, en esta época ocurrieron acontecimientos importantes como el movimiento estudiantil del 68, la producción de bienes y servicios básicos se estancaba, los desempleados se acumulaban y las necesidades de servicios educativos, de salud y vivienda tenían un retraso.

Añadiendo a esto, el crédito interno no era suficiente, se recurrió al creciente endeudamiento externo y a las inversiones extranjeras. Entre 1960 y 1970, ingresaron al país 2,059 millones de dólares por concepto de nuevas inversiones extranjeras y salieron 2, 991 millones al extranjero por concepto de utilidades y otros pagos que hicieron.<sup>26</sup> La balanza de pagos dependía de esos pagos y para financiar este déficit el sector público se continuaba endeudando con el exterior, provocando un crecimiento de la dependencia.

Para algunos economistas para 1970 el modelo de sustitución de importaciones, el cual había desempeñado de 1940-1970 un papel estratégico en el crecimiento económico de México, mostraba signos de agonía debido a que se dependía la capacidad de importación generada, se orientaba al mercado interno, no incluía exportación de bienes que se estaban sustituyendo, no se logró pasar de la sustitución de consumo a la sustitución de bienes intermedios y de capital. Otros economistas opinan que la corrupción en México fue lo que ocasiono que este modelo nunca surgiera de forma correcta y es por ello que llega a su fin en 1970.

Con el triunfo del pensamiento neoliberal y al calor de la crisis de la deuda externa, se ponen en práctica en América Latina una serie de reformas recomendadas por el FMI, el Banco Mundial y la Reserva Federal y el Departamento del Tesoro de Estados Unidos, todos ellos radicadas en Estados Unidos. El Consenso de Washington se caracteriza por un conjunto de reformas destinadas a alterar la estructura económica. Estas reformas incluyen cambios como la liberalización del comercio exterior, del sistema financiero y de la inversión extranjera; la privatización de las empresas públicas; la desregulación de actividades económicas, de la estricta disciplina fiscal. Un marco legislativo e institucional para garantizar los derechos de propiedad.<sup>27</sup>

El modelo neoliberal promete mejorar la competitividad, estimular el libre acceso a los recursos de capital y a los tecnológicos y promover una estructura económica

---

<sup>26</sup> **SEPÚLVEDA, BERNARDO y ANTONIO CHUMACERO** (1973), *La inversión extranjera en México*, México, Fondo de Cultura Económico .p. 75.

<sup>27</sup> **WILLIAMSON, J.** (1993). "Democracy and the Washington Consensus", en *World Development*, vol.20. p.1329-1336.

más flexible. De esta forma se lograría un crecimiento económico sostenido, estabilidad en los precios y los más altos niveles de bienestar. A partir de 1982, se abandona el modelo de desarrollo que se venía siguiendo durante décadas, el cual se apoyaba en la intensa y extensa participación del Estado en la economía que protegía a la producción nacional y estimulaba la industrialización del país por la vía de la sustitución de importaciones, por otro modelo de desarrollo distinto que descansa en el libre juego de las fuerzas del mercado para asignar y utilizar los recursos, desregulado, abierto a la competencia con el exterior y con cada vez menor participación del Estado.

La historia del cambio estructural en México inicia con el ajuste económico para enfrentar la crisis de la deuda (1982-1985). Continua con el redimensionamiento del Estado se realiza a través de modificaciones en los artículos 25,26 y 28, estableciendo de esta forma las fronteras del Estado. La responsabilidad fundamental de un Estado moderno es atender las demandas sociales de su población y una “economía más abierta a la iniciativa y a la inversión no estatal conducirá a los objetivos nacionales de la soberanía y la justicia social”.<sup>28</sup>

La liberación comercial se inició desde el principio del gobierno de la Madrid y en tan solo dos años se pasó de ser de una de las economías más cerradas a una de las más abiertas del mundo. Los primeros esfuerzos se realizaron en 1977 con la sustitución del permiso previo por su equivalente arancelario para más de la mitad de las fracciones. Posteriormente, la incorporación al GATT, negociaciones con diversas regiones como la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), Cuenca de Pacífico, Cooperación Económica del Pacífico Asiático (APEC), ingreso como miembro de la OCDE, destacando el TLCAN.

Esta liberación busca principalmente eliminar los obstáculos al comercio de bienes y servicios y aumentar las oportunidades de inversión. La contradicción es que en los países desarrollados aun protegen su agricultura y otras actividades, es decir, los llamados “aranceles escalonados” vigentes en EUA gravando estos productos a una tasa mayor que la establecida para las mercancías procesadas. Sin

---

<sup>28</sup> Primer informe de Gobierno de Salinas, Septiembre de 1989.



embargo, el acelerado crecimiento del intercambio comercial de México con el exterior no se ha traducido en un mayor crecimiento económico en México, ni en un aumento del ingreso por habitante.

El sexenio 1983-1988 fue desastroso debido a que el PIB por persona se redujo a un ritmo anual de 2.1% en términos reales; los precios al consumidor aumentaron a un ritmo anual del 90%; el tipo de cambio paso de 57 pesos por dólar en 1982 a 2, 284 pesos en 1988.<sup>29</sup> El ingreso nacional de la población se redujo.

El país pago alrededor de 200 mil millones de dólares por concepto de interés (1982-2000). La reducción de la deuda externa e interna del sector público se debió a que los recursos de las privatizaciones se dedicaron íntegramente a pagar la deuda pública de México. La deuda paso de 63.5% del PIB con pago de intereses de 17.7% en 1988 a 22.5% con pago por intereses de 2.8% en 1994.

Durante 25 años (1956-1981), el crecimiento del PIB por persona fue de alrededor de 3.2% en promedio al año en términos reales. Sin embargo, durante 1982-2006 el PIB por persona creció solo 0.5% al año.

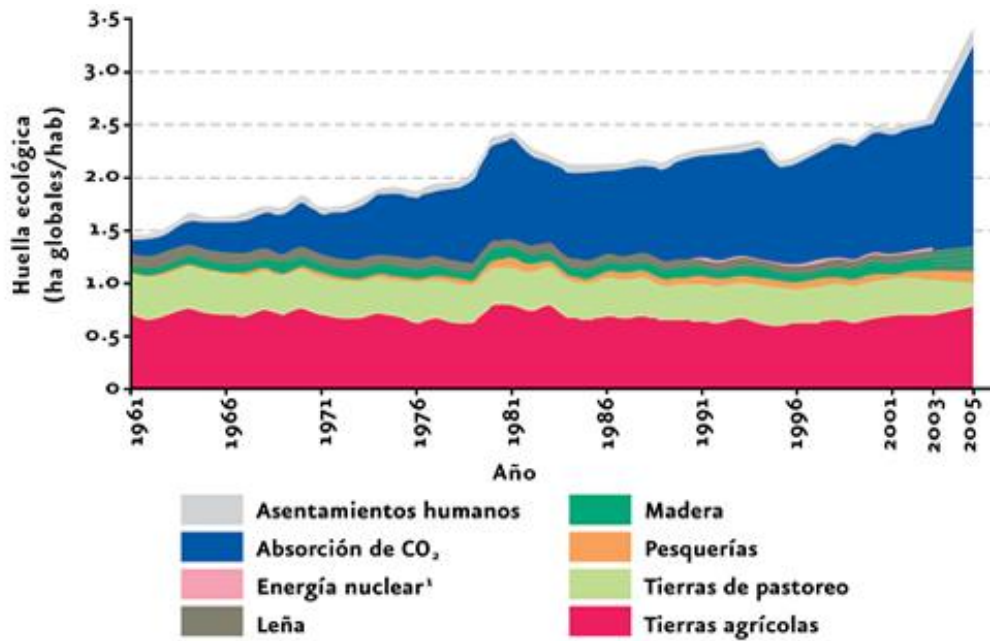
La economía mexicana cumple ya varios lustros de experimentación neoliberal, en donde se plasma la supremacía del individuo sobre el conjunto de la sociedad. Sin embargo, el saldo de ello es un escaso crecimiento económico; una creciente desigualdad en la distribución del ingreso; reducción de ingresos fiscales; desarticulación productiva; crecimiento de la informalidad, explotación de los recursos naturales, entre otros.

---

<sup>29</sup> **HERNÁNDEZ L.E. VELAZQUEZ, R.** (2003) *Globalización, desigualdad y pobreza*. México Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y Plaza Valdés. p. 178 y 179.

## GRÁFICA 4.16

### HUELLA ECOLÓGICA POR COMPONENTE, 1961-2005



**FUENTE:** Secretaría de medio ambiente y recursos naturales

Si todos en el mundo tuviéramos el estilo de vida promedio de México necesitaríamos (2.4 hectáreas x 6,396,614,910 habitantes del mundo = 15,351,875,784 hectáreas) 1.36 planetas para sostener a la población global.



Si todos en el mundo tuviéramos el estilo de vida promedio de Afganistán necesitaríamos (0.3 hectáreas x 6,396,614,910 habitantes del mundo = 1,918,984,473 hectáreas) tan sólo 0.17 planetas para sostener a la población global.



#### 4.1.2 Huella Hídrica en México



	México	EUA	Canadá	
<b>Área (miles de km²)</b>	1,964	9,827	9,985	
Tierra	1,944	9,162	9,094	
Cuerpos de agua	20	665	891	
<b>Línea de costa (km)</b>	9,330	19,924	202,080	
<b>Uso de la tierra</b>	Tierra arable	12.7%	18.0%	4.6%
	Cultivos	1.3%	0.2%	0.7%
	Otros	86.1%	81.8%	94.8%
<b>Área cultivable</b>	63,000	230,000	8,550	
Recursos hídricos renovables totales (km³)	457	3,069	3,300	
<b>Ext. de agua dulce (km³/año)</b>	<b>Totales</b>	78.22	477	44.72
	Dom.	17%	13%	20%
	Ind.	5%	46%	69%
	Agro.	77%	41%	12%
Per cápita (m³/año)	731	1,600	1,386	
<b>Acceso a agua</b>	94%	99%	100%	

Hoy en día las áreas urbanas son el hogar del 50% de la población mundial, este rápido proceso de urbanización está ejerciendo presión sobre el suministro de agua dulce, los sistemas de alcantarillado y la salud pública, a menudo con el resultado de que las infraestructuras no son las adecuadas, el desempeño ambiental se resiente y se generan costos significativos para la salud pública.

En este contexto, las ciudades tienen una oportunidad única para aumentar su eficiencia energética y su productividad, reducir las emisiones y los residuos generados por los edificios, y ofrecer los servicios básicos, a través de medios de transporte innovadores y con bajas emisiones.

México es un país con escasez relativa de agua, como la mayoría de los países latinoamericanos, asiáticos y africanos. Este recurso se ha convertido en un bien escaso en el mundo, igualmente en México el problema del agua se presentó con severidad a principios de los ochenta. Según datos de la Comisión Nacional del Agua para México los flujos de agua virtual en el mundo, relacionados con el comercio agrícola e industrial son superiores a los 15 mil millones de m<sup>3</sup>/año (1996-2005). Se puede apreciar que en América Latina solamente dos países exportan un flujo de agua virtual superior a la cifra mencionada: Argentina (hacia Brasil) y México (hacia Estados Unidos). Sin embargo, México a su vez importa un

volumen muy superior al que exporta, siendo el mayor importador neto de agua virtual de la región y el segundo del mundo.<sup>30</sup>

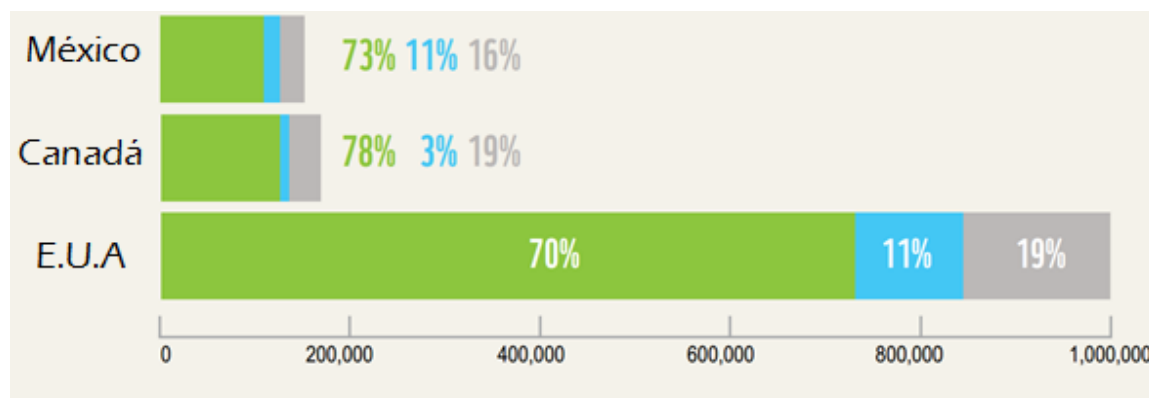
El detalle del flujo de agua virtual por comercio agrícola, ganadero e industrial de los países de América Latina. Destacan como grandes exportadores Argentina y Brasil, especialmente en cuanto a comercio agrícola y ganadero. A nivel mundial, Argentina es el segundo exportador de agua virtual, superado únicamente por India, mientras que Brasil ocupa el quinto lugar.

Por otro lado, México destaca como gran importador de agua virtual en comercio agrícola, ganadero e industrial, ocupando además el segundo lugar en el mundo, superado únicamente por Japón. Su dependencia hídrica del exterior es de 42.5%, cuando el promedio mundial es de 21.7%.

#### GRÁFICA 4.17

#### HUELLA HÍDRICA DE MÉXICO, CANADA y EUA

Hm3/año



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de World Wildlife Fund of Nature

El consumo es diferente en cada país, por lo tanto su dependencia del comercio internacional también es diferente. Canadá y los EUA son en su mayoría autosuficientes debido a que del total de su huella hídrica ellos solo importa el

<sup>30</sup> Mekonnen y Hoekstra, 2011, Apéndice II

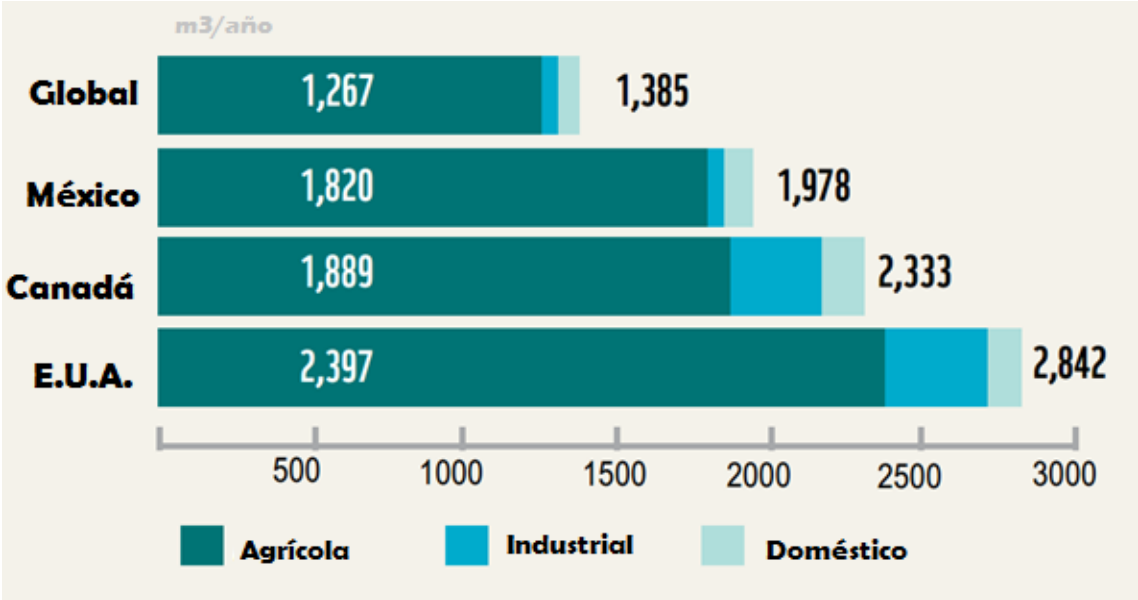
20% de su consumo. Sin embargo, México depende de lo que se produce en el extranjero dado que del total de su huella hídrica importa el 43% de su consumo.

Nuestra huella hídrica consiste en lo que comemos, bebemos, y en el uso. A nivel mundial, el consumo per cápita se estima en 1.385 m<sup>3</sup>/año WF. Los tres países de América del Norte se encuentran por encima de esta media los EUA. ocupa el octavo lugar, Canadá ocupa el rango 20 y México 49<sup>a</sup> de este indicador. El consumo de los productos agrícolas derivando su mayor parte de nuestra huella hídrica como individuos.

**GRÁFICA 4.18**

**HUELLA HÍDRICA PER CÁPITA**

**M<sup>3</sup>/año**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Global Water Footprint

Los hábitos de consumo en Canadá y los EUA. son muy diferentes a las de México. En la forma, las dietas son los productos más intensivos en agua (principalmente carne), todos los cuales implican HH per cápita mayor que en México.

América del Norte supera el promedio mundial de consumo per cápita en los principales productos agrícolas de maíz previsto. Al comparar los países de América del Norte, México supera a Estados Unidos y Canadá exclusivamente en el consumo de huevos, maíz y frijol. Aparte del volumen consumido en cada producto y el origen del producto, se reflejan en la diferencias en la huella hídrica.

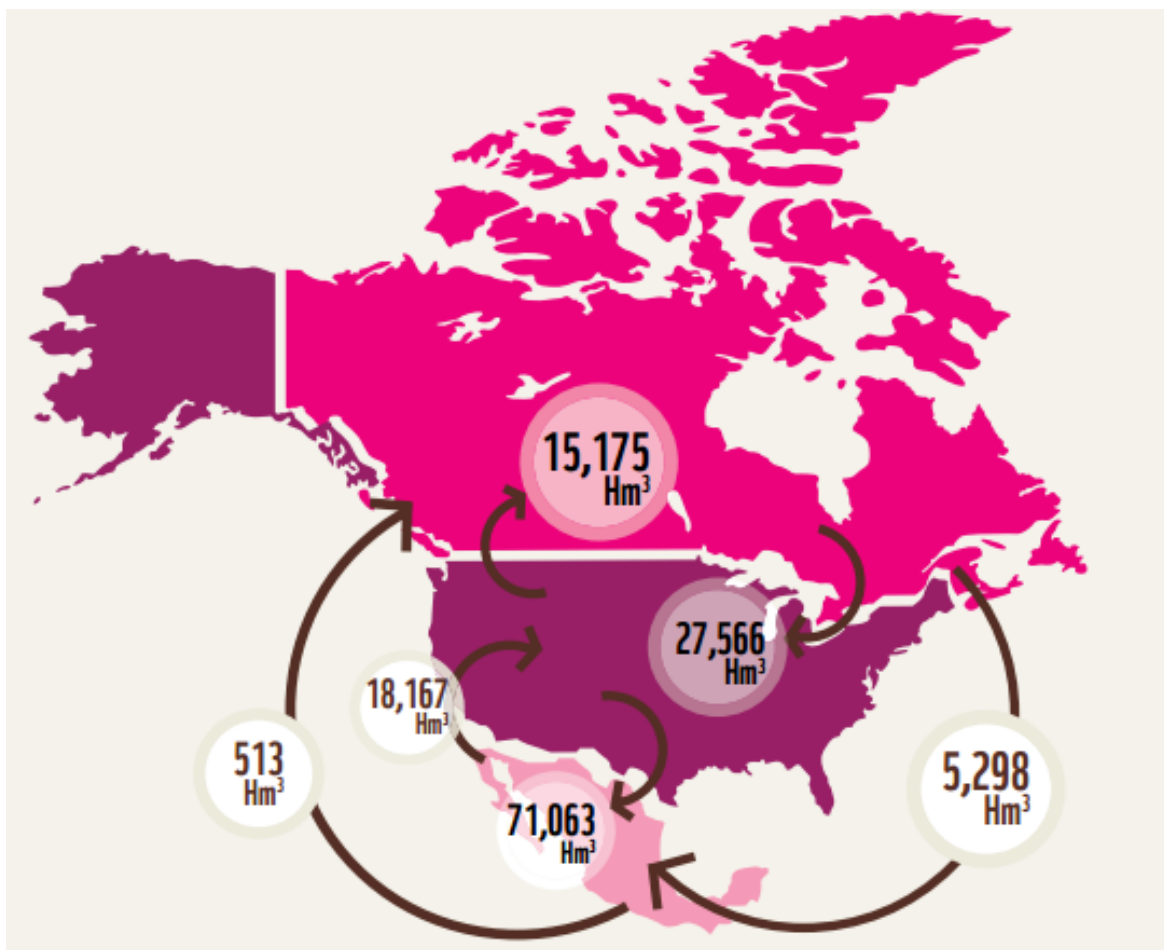
Los flujos virtuales de agua de los tres países son diferentes. Canadá exporta: para los EUA., 27,556 Hm<sup>3</sup> en el ganado bovino, las semillas oleaginosas, los cereales, los cerdos, el azúcar y estimulantes. Para México, 5,298 Hm<sup>3</sup> en las semillas oleaginosas, los cereales, los animales bovinos, porcinos y legumbres. Las exportaciones de Estados Unidos: para Canadá, 15,175 Hm<sup>3</sup> en las semillas oleaginosas, los cereales, los animales bovinos, estimulantes, azúcar y frutas. Para México, 71,063 Hm<sup>3</sup> en las semillas oleaginosas, los cereales, los animales bovinos, porcinos, azúcar, legumbres y productos lácteos. Las exportaciones de México: para Canadá, 513 Hm<sup>3</sup> de estimulantes, semillas y frutas, principalmente. Para los EUA, 18,167 Hm<sup>3</sup> en las semillas oleaginosas, los estimulantes, los animales bovinos y frutas, principalmente. América del Norte es un buen ejemplo de flujo de agua que tiene lugar en las transacciones internacionales. A través del comercio de diferentes productos, 137 772 Hm<sup>3</sup> de flujo entre ellos cada año, estas cifras representan el 13% de la Huella hídrica de la región.(véase mapa 4.9).

El mayor caudal de agua virtual tiene lugar entre los EUA y México. Las exportaciones de agua desde el primero al segundo, sólo en productos agrícolas, corresponden a 71,063 Hm<sup>3</sup> al año, mientras que, por el contrario, corresponden a 18,167 Hm<sup>3</sup>. Hay un flujo inferior entre los EUA y Canadá, aunque las exportaciones de Canadá a los EUA son casi el doble de la cantidad que importa de ella. El comercio entre México y Canadá es poco representativa, pero las exportaciones de Canadá a México son diez veces mayores de lo que importa de ella. Asimismo, China ha estado creciendo como socio comercial de esta región, principalmente como proveedor de productos. En consecuencia, una parte importante de la huella hídrica de los tres países se originó en el país asiático,

principalmente para los EUA debido a que es su principal proveedor de importaciones.

#### MAPA 4.9

### FLUJOS DE AGUA VIRTUAL EN MATERIA DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS (HECTÓMETRO CÚBICO, HM<sup>3</sup>)



**FUENTE:** World Wildlife Fund of Nature

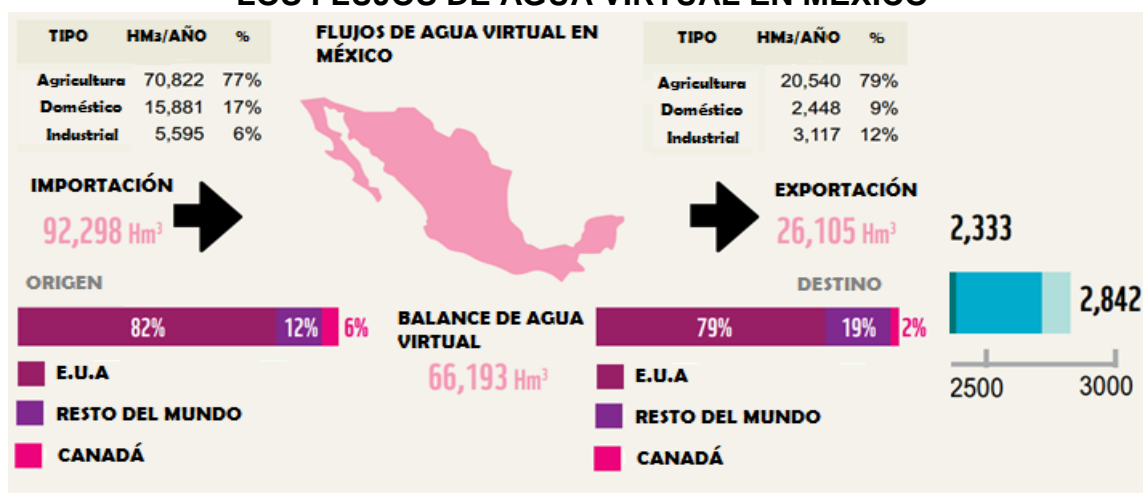
China se posicionó como la segunda mayor economía mundial en 2009. Ocupa el segundo entre los países proveedores de la huella hídrica externa a los EE.UU. y Canadá, y el tercero para México. Las importaciones provenientes de China son

predominantemente industriales, incluso sin ningún acuerdo comercial entre la región de Norte América y China, el segundo actualmente alberga 9% de la huella hídrica externa de los Estados Unidos, 6% de la huella hídrica externa de Canadá y el 2% de México.

México es el país con el mayor número de acuerdos comerciales en todo el mundo (12 de 43 países). La más importante en términos de comercio es el Acuerdo de Libre Comercio de Norteamérica (TLCAN), firmado en 1994, que multiplica por cinco el valor comercial de la región (crecimiento \$ 297000 millones de dólares en 1994 a US \$ 1,6 billones de dólares en 2010), lo que representa 48% de la actividad comercial de los tres países. Durante este mismo período, nuestras importaciones agrícolas a los EUA. y Canadá se incrementaron casi un 500%.<sup>31</sup>

México tiene una mayor dependencia de las importaciones, es decir, tiene un balance de agua virtual positivo, ya que importa volúmenes considerables a través de productos agrícolas, provenientes principalmente de los EUA. El TLCAN ha permitido que México sea es el único de estos socios comerciales cuyo balance de agua virtual es positivo.

**FIGURA 4.2**  
**LOS FLUJOS DE AGUA VIRTUAL EN MÉXICO**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de World Wildlife Fund of Nature

<sup>31</sup> United States Census Bureau, 2003-2011; FAOSTAT, 2003-2011



México es el mayor consumidor de maíz en todo el mundo (123 kg / habitante / año) y los EUA es el principal productor. La demanda sigue en aumento y el 30% del consumo mexicano es proporcionada a través de las importaciones, que representan el 7% del total de las importaciones de agua virtual, los procedentes de los EUA (21.171 Hm<sup>3</sup> de VW / año) se han incrementado un 556% desde el inicio del TLCAN, un período durante el cual la producción mexicana se ha incrementado un 20%. En México el consumo per cápita de carne de aves de corral ha aumentado un 300%, lo que provocó el consumo de maíz (35% se utiliza como entrada de animales, principalmente aves de corral). Los EUA aumento su producción de 30% en 10 años, debido a que el 40% de su maíz se utiliza para producir bioetanol (estimación de 2010).

En promedio, se requieren 900 litros de agua para producir 1 kg de maíz. Si México produjera la cantidad importada de maíz en su territorio, generaría una huella hídrica más grande: huella hídrica verde (1852 m<sup>3</sup>/ton) es 72,4% mayor que la de Estados Unidos, y su huella hídrica gris sería 54% más grande. Desde el punto de vista comercial del maíz se podría interpretar que este intercambio comercial permite un ahorro agua para México. Dando otra justificación para que los países del Norte intervengan de forma democrática en la utilización de los recursos del Sur.

Sin embargo, si se analizan teniendo en cuenta otros factores, el resultado podría ser muy diferente. En varias regiones de México, el maíz ha dejado de ser cultivado y se han sembrado otros productos agrícolas considerablemente más rentables, algunos de ellos con una mayor huella hídrica por hectárea, como el arroz (8.400 m<sup>3</sup>/ha) y tomate (9.212 m<sup>3</sup>/ha). En consecuencia, el agua virtual debido a las importaciones de maíz se ha traducido en una huella hídrica regional más grande.<sup>32</sup>

México ocupa el lugar 11<sup>o</sup> en los países con mayor producción de huella hídrica en todo el mundo. La producción agrícola es el principal componente, seguido por

---

<sup>32</sup> FAOSTAT, 2004-2010; SAGARPA, 2011; Secretaría de Economía, 2010

el sector de la ganadería (pastoreo y producción), que en conjunto representan el 91% de la huella hídrica de la producción es verde.

La huella hídrica es dinámica, ya que cambia cada año de acuerdo a la variabilidad en los usos, los cambios de producción agrícola cada año a medida que surgen nuevos usuarios en la industria, la eficiencia de sus procesos y las ciudades ven un aumento en las plantas de tratamiento y en la población con acceso a los sistemas de agua potable y drenaje.

En 2012, las sequías afectaron a la mayor parte del territorio, es decir, México perdió 6 millones de toneladas de maíz y 120 mil toneladas de frijol que habría representado una huella hídrica de 56.000 Hm<sup>3</sup> y 602 Hm<sup>3</sup>, respectivamente. En el caso del maíz, para satisfacer la demanda, una emergencia 144.000 hectáreas fueron sembradas en Oaxaca, Chiapas, Campeche y Veracruz, los estados con menor huella hídrica (2157 m<sup>3</sup>/ton) que la de los estados donde se realizó originalmente la siembra (Chihuahua, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, con una media de 2.762 m<sup>3</sup>/ton). Al mismo tiempo, México importó frijol más de lo habitual para cubrir la demanda. Durante el periodo 2001-2009, México importó en promedio 100 mil toneladas de frijol (con una huella hídrica de 500 Hm<sup>3</sup> al año) y se espera que estas importaciones continúen en aumento.<sup>33</sup>

La mayoría de la huella hídrica en México es verde, es decir, está vinculada con la actividad agrícola (76%), mientras que las cuentas de pastoreo son el 24%. Con respecto al agua azul, el 85% se atribuye a la irrigación agrícola, y 1% para uso industrial. Prácticamente la mitad de las aguas grises está vinculada a la producción agrícola, 39% para uso doméstico y 12% para uso industrial.

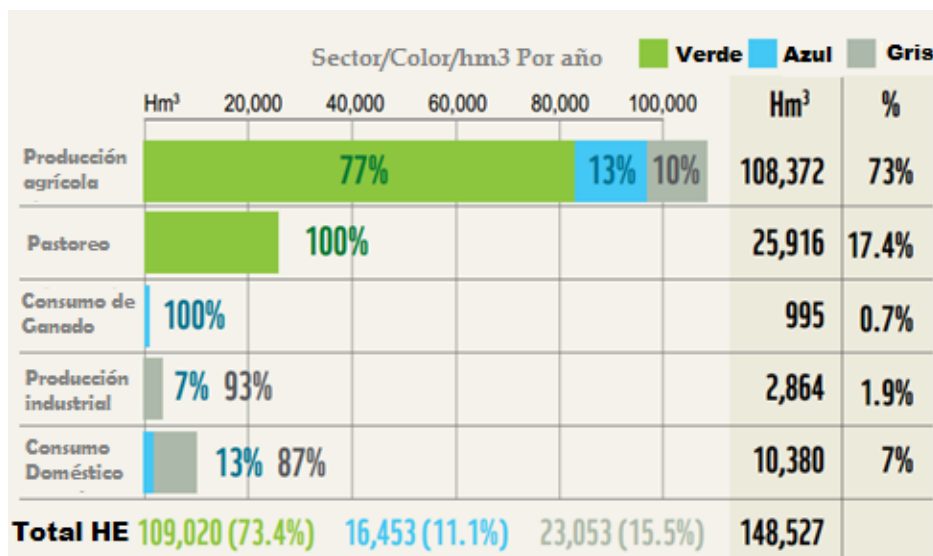
---

<sup>33</sup> SAGARPA, 2012; WFN, 2011 y FAOSTAT, 2011.

## GRÁFICA 4.19

### HUELLA HÍDRICA DE LA PRODUCCIÓN EN MÉXICO

(HM3/%)



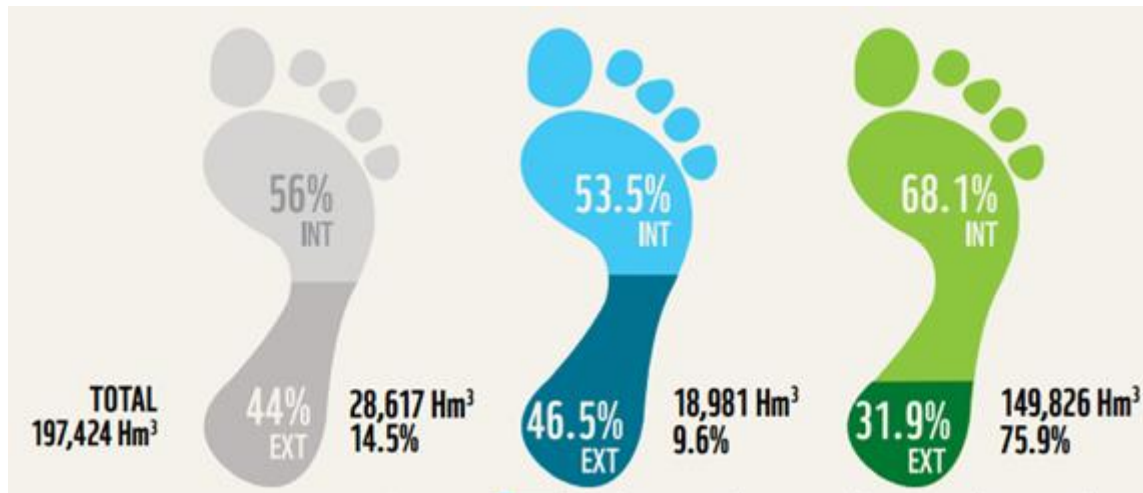
**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de Agro Der

La huella hídrica de consumo en México es el octavo más grande en todo el mundo, principalmente debido a su tamaño de la población (11<sup>o</sup> país más poblado del mundo). Del consumo total, sólo el 27% es industrial y el 5,3% está en moneda nacional. A nivel nacional, México cuenta con una huella hídrica de consumo de 197.000 Hm<sup>3</sup>, el 58% del este consumo es interno, es decir, México importa cerca de la mitad de sus alimentos. Para los productos industriales, el 67% de las importaciones de la huella hídrica es externa. Los alimentos reflejan un alto volumen de las importaciones de agua verde y una gran proporción de agua azul en el consumo de la huella hídrica. En cuanto al consumo per cápita, México ocupa el 48<sup>o</sup> lugar en todo el mundo, con 1.978 m<sup>3</sup> per cápita al año (superior a la media mundial de 1.385 m<sup>3</sup> per cápita al año).

**FIGURA 4.3**

**HUELLA HÍDRICA DEL CONSUMO EN MÉXICO**

**HM3/%**



**FUENTE:** Elaboración propia con base en datos de World Wildlife Fund of Nature

La Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA) predice una disminución de la disponibilidad de agua en México debido a los efectos del cambio climático y a una alta variabilidad en los patrones tradicionales de la precipitación, la humedad del suelo y la escorrentía. Esto afectará a nuestra disponibilidad de agua azul y verde en varias cuencas. Su sustentabilidad debe partir de las políticas y planes diseñados teniendo en cuenta el análisis de huella hídrica de los diferentes productivos usos del agua, teniendo en cuenta su viabilidad de acuerdo a los recursos naturales disponibles y al caudal ambiental.

En meros 3 años, México ha vivido contraste y catastrófico: En 2009, México experimentó su segunda peor sequía en 60 años, es cambio para 2010, fue el año más lluvioso jamás registrado. Pero para 2011, la sequía más severa en 70 años se llevó a cabo.

Según el gobierno federal, por lo menos 22 millones de mexicanos son vulnerables a los eventos climáticos extremos, como ciclones, inundaciones y sequías. Como consecuencia de estos fenómenos, el país ha enfrentado

incendios, escasez de agua potable y las pérdidas en las cosechas y el ganado, lo cual ha afectado negativamente la producción (agrícola e industrial).

La escasez de alimentos es una externalidad del cambio climático, que es generalmente cubierto por las importaciones, la modificación del consumo y la producción de la huella hídrica y de los flujos de agua virtual. La reconversión productiva y la adopción de tecnologías más eficientes serán necesarios en muchas regiones, para conocer la cantidad de agua disponible el próximo año. En este contexto, las naciones que son capaces de usar el agua de manera eficiente, estarán mejor preparados para afrontar los retos que plantea el cambio climático.

## **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

A lo largo de casi toda la historia, la humanidad ha utilizado los recursos de la naturaleza para construir ciudades y carreteras, para proporcionar alimentos y crear productos, y para absorber nuestras emisiones de dióxido de carbono a una tasa claramente dentro del presupuesto de la Tierra. Sin embargo, a mediados de la década de 1970 cruzamos un umbral crítico, cuando el consumo humano anual comenzó a superar lo que el planeta puede reabastecer en un año.

Sin una manera de comparar la demanda de servicios ecológicos a la oferta disponible, es fácil ignorar la amenaza y permanecen enredados en debates ideológicos sobre la "accesibilidad de la sustentabilidad". Era necesaria la creación de un indicador que facilitara la comprensión de los riesgos reales y pasar de los debates ideológicos a los debates basados en hechos empíricos. La Huella Ecológica se desarrolló hace 15 años para ayudar a proporcionar un indicador del impacto humano sobre la Tierra.

La Huella Ecológica es un método para estimar el área biológicamente productiva necesaria para soportar los patrones de consumo actuales, teniendo en cuenta los procesos técnicos y económicos imperantes. Resulta útil para documentar el uso humano o el abuso de las funciones y servicios potencialmente renovables de la naturaleza. En particular, se puede identificar con eficacia la escala de la economía humana en comparación con el tamaño de la biosfera.

Nos encontramos ahora en sobregiro, es decir, mantenemos un déficit ecológico recurriendo a las reservas de recursos, añadiendo a esto el acelerado aumento del dióxido de carbono en la atmósfera. A lo largo del trabajo hemos observado que los datos entre la oferta y demanda de los recursos naturales y los servicios ecológicos usados por la humanidad, son preocupantes.

En promedio, un canadiense necesita cerca de 7 hectáreas de tierra ecológicamente productiva y 1 hectárea de área marina ecológicamente productiva para sostener su nivel actual de consumo. Estas 8 hectáreas son el equivalente a más de diez campos de fútbol.

En comparación, el estadounidense promedio ocupa una huella de aproximadamente 30% más grande. Aunque existen pruebas sólidas de que estas cifras pueden ser una subestimación de las áreas biológicamente productivas que son necesarias para producir los recursos que estas personas consumen y para asimilar los residuos correspondientes que generan, todo ello utilizando la tecnología existente.

Si dividimos toda la tierra biológicamente productiva y el mar en este planeta por el número de personas que habitan en ella, se obtiene en promedio 2,3 hectáreas por persona, dejando a un lado el 12% del espacio biológicamente productivo para la preservación de las otras 30 millones de especies con las que compartimos este planeta, el espacio disponible per cápita se reduce a 2 hectáreas. Con una población mundial prevista de 10 mil millones para el año 2050, el espacio disponible se reducirá a 1,2 hectáreas por persona.

Suecia sigue siendo uno de los pocos países afortunados cuyas huellas ecológicas son más pequeños que su espacio biológicamente productivo nacional. A nivel mundial, sin embargo, la huella de la humanidad puede superar la capacidad de carga global en un 30%.

En otras palabras, la humanidad consume más de lo que la naturaleza puede regenerar provocando la disminución del capital natural del mundo. No sólo se están disminuyendo los recursos no renovables y renovables sino también la capacidad de la naturaleza para asimilar los residuos (por ejemplo, las emisiones de dióxido de carbono o sustancias acidificantes).

Este hecho de utilizar nuestro capital natural más rápido de lo que puede reponerse es similar a tener gastos que superan continuamente nuestros ingresos. En términos planetarios, los costos de nuestros sobregiros ecológicos son cada día más evidentes. El cambio climático, a consecuencia de que los gases de efecto invernadero que se emiten más rápidamente de lo que pueden ser absorbidos por los bosques y los océanos, es el resultado más evidente y probablemente más urgente. Sin embargo hay otros costos, tales como la



disminución de las aéreas forestales, la pérdida de biodiversidad, el colapso de la industria pesquera, el precio más alto de mercancías, e incluso los disturbios sociales para nombrar solo unos. Estas crisis ambientales y económicas que estamos viviendo son los síntomas de una inminente catástrofe. La humanidad sencillamente está usando más de lo que el planeta puede ofrecer.

El sistema capitalista impone una temporalidad cada vez más acelerada de su proceso de producción con el fin último de la obtención de una determinada plusvalía. Sin embargo, los recursos naturales del planeta se manejan con una temporalidad amplia en comparación con la que se necesita para el consumo actual. Por ejemplo:

El petróleo es un líquido viscoso de color verde, amarillo, marrón o negro, que está constituido por diferentes hidrocarburos. No se han encontrado nunca dos yacimientos petrolíferos que tengan exactamente la misma composición, ya que, junto con hidrocarburos, hay a menudo otros compuestos oxigenados, nitrogenados y otros compuestos orgánicos con elementos como el azufre, el níquel o el vanadio.

El oro negro, como metafóricamente se denomina el petróleo, tiene su origen en la descomposición de los minúsculos organismos acuáticos que vivían en los antiguos mares de la Tierra hace millones de años. En aquel momento, la superficie del planeta no tenía las mismas características que la actual. Pangea es el nombre con el que se conoce la única gran placa terrestre que existía, en la que estaban reunidos todos los continentes. Cuando estos microorganismos animales y vegetales morían y caían al fondo de las grandes masas de agua, sucesivas capas de sedimentos inorgánicos –arenas y arcillas– se depositaban encima, enterrándolos cada vez más profundamente. La elevada presión de las capas de tierra, las altas temperaturas y la acción de bacterias con ausencia de oxígeno (es decir, en un medio anaeróbico) fue transformando lentamente los restos orgánicos en lo que hoy conocemos como petróleo crudo. El proceso de descomposición de la materia orgánica y la formación del petróleo tarda entre 10 y 100 millones de años.

Una propiedad característica del petróleo es la miscibilidad de todas sus fracciones, por lo cual forma una fase orgánica continua. En cambio, los hidrocarburos son poco miscibles en agua, y como son más ligeros, forman siempre una capa sobre su superficie.

El petróleo no forma grandes lagos subterráneos, sino que llena los poros y los agujeros de las rocas de origen sedimentario, como sucede con el agua en los acuíferos o en una esponja. Su naturaleza líquida hace que tenga tendencia a emigrar vertical u horizontalmente, aprovechando la permeabilidad de las capas rocosas que encuentra a su paso. Cuando eso sucede, el petróleo avanza hasta llegar a la superficie –los productos ligeros que lo componen se evaporan y el resto se oxida, dando lugar a asfaltos–, o forma un yacimiento cuando queda atrapado en una capa impermeable que no puede atravesar.

Esta gran movilidad hace que, a menudo, sea difícil llegar a saber cuál ha sido el lugar donde se ha formado el petróleo, ya que lo podemos encontrar en todos los estratos geológicos. Los más frecuentes corresponden al Cenozoico (65-0,01 millones de años), seguidos de los del Paleozoico (590-248 millones de años), el Mesozoico (248-65 millones) y el Preconiano (hace más de 500 millones de años), si bien todos se han originado durante el transcurso de una larga historia evolutiva, en que han actuado factores petrográficos, sedimentológicos, estructurales, paleontológicos, etc.

- Las reservas de petróleo en el mundo se concentra en ocho grandes zonas petrolíferas, algunas de las cuales se encuentran en el mar:
- América del Norte, que incluye los Estados Unidos y Canadá (17%); América Central y del Sur, con México, Venezuela, Argentina y Brasil como principales países productores (12%); África del Norte, con Libia, Argelia y Egipto (5%); Resto de África, con Nigeria (3%); Irán, Irak y Emiratos Árabes Unidos (20%); El Extremo Oriente, que incluye Indonesia, China e India (20%); Europa del Mar del Norte, con Gran Bretaña y Noruega como grandes productores (6%).

Es por ello que el acceso a los servicios ecosistémicos se convertirá en un factor cada vez más crítico para el éxito económico en el siglo XXI. Debido a las tendencias actuales que nos acercan a una nueva era de cambio climático aunado a la escasez de alimentos, pérdida de biodiversidad, la pesca agotadas, la erosión del suelo y el estrés de agua dulce, logrando desencadenar una crisis mundial de oferta y demanda de recursos esenciales.

A pesar de las ondas económicas de choque desde octubre de 2008, los esfuerzos de estímulo a los países de la OCDE no se utilizan para disminuir la dependencia estructural de las economías, en el rendimiento de los recursos y servicios ecológicos. Por el contrario la dependencia y la demanda de recursos continua aumentando en otras grandes economías, como China, India y Brasil. El argumento del Informe “Nuestro Futuro Común” es la realización del desarrollo presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de responder a sus propias necesidades. El informe busca la equidad, el crecimiento económico y la conservación del medio ambiente mediante una redistribución de los recursos en beneficio de los países más pobres en recursos.

La eliminación de los recursos renovables esenciales es fundamentalmente problemático, ya que la sustitución puede ser costosa o imposible, especialmente cuando el problema es de escala mundial. Desde los 70’s las demandas ecológicas de la humanidad en términos de consumo de recursos y la absorción de residuos han superado lo que la naturaleza puede ofrecer, es por ello que nos encontramos con una amenaza crítica a la sociedad y al bienestar de la misma.

En resumen no queda nada que el resto del mundo pueda aprovechar sin degradar el soporte vital. Es posible visualizar nuestro exceso ecológico mediante la degradación de los bosques, los suelos, sistemas hídricos, pesquerías y diversidad biológica, lo que demuestra la responsabilidad frente al cambio que tienen que enfrentar todos los países, debido a que el bienestar y seguridad de la población mundial dependerá de los stocks de capital.

Los sistemas creados por el hombre no pueden sustituir las funciones de soporte vital de la ecósfera. Los límites naturales son confusos y pueden ser temporalmente excedidos. Sin embargo, cuando se cruza cierto umbral de insustentabilidad no aparecen luces de advertencia es por ello que la huella ecológica funciona como una señal de alarma indispensable para revelar los inexorables entre la demanda y la oferta de recursos.

El análisis de la huella ecológica permite visualizar el desarrollo de políticas adecuadas que respondan a un amplio rango de contextos desde temas tecnológicos, políticos y ambientales. El interés de analizar un indicador como este es debido a su valor como herramienta didáctica para comunicar la situación de exceso en la que se encuentra la población mundial.

Existe la idea de que dar un paso hacia la mejor utilización de los recursos va en detrimento de la economía. Sin embargo, la inversión en políticas de este tipo se convertirá en un conductor de competitividad cada vez más importante, debido a que se podrá contar con una mayor capacidad de recuperación frente a las perturbaciones en la cadena de suministro. En una era de creciente escasez de recursos, la contabilidad de los mismos también resulta vital para el interés propio de cualquier país, estado o ciudad como es la contabilidad financiera, es decir, la riqueza de las naciones se define cada vez más en términos de quién posee los recursos ecológicos y quién no.

Independientemente de si el objetivo es mantener los activos existentes, o asegurar que la pérdida de una forma de activos que se compensan por otro, necesitamos las cuentas de capital natural. Estas cuentas deben ser capaces de evaluar la demanda humana sobre los recursos ecológicos, así como la capacidad de estos activos para satisfacer esta demanda. No podemos tomar decisiones significativas acerca de dónde tenemos que ir antes de que sepamos dónde estamos. Así como los gobiernos nacionales utilizan actualmente el producto interno bruto (PIB) como punto de referencia para medir el rendimiento económico, las cuentas de capital natural permiten a los gobiernos medir su rendimiento ecológico.

El reto político es demostrar que esto no es una "verdad incómoda", sino más bien una cuestión crítica que exige medidas audaces en el interés directo de la humanidad. Para algunos se trata de un caso de economía pura en donde la prosperidad y el bienestar no será posible sin preservar el acceso a los recursos básicos y servicios ecológicos que sostienen nuestra economía, y toda la vida.

Los recursos necesarios y el bienestar del futuro dependerán, en gran medida, de las inversiones que se realicen en el presente. La elección de las infraestructuras puede hacer que ciudades y países se vean abocados a avanzar por senderos económica ecológicamente peligrosos (por tener una gran dependencia de ciertos recursos), o puede fortalecerlos ante las crecientes limitaciones de recursos.

El sistema actual busca el crecimiento económico a toda costa dejando de lado los costos que lleva asociados, exagerando los beneficios que se obtienen de este crecimiento. En los países desarrollados del norte, el consumo creciente no satisface las desmesuradas aspiraciones que genera el propio modelo en busca de un beneficio económico. En estas sociedades tan volcadas hacia el consumo, el elemento económico que más parece influir en mayor medida es la sensación de satisfacción comparando el consumo respecto al consumo de otras personas. Como dice Fred Hirsch quien a comienzos de los años 70 hablaba de la creciente importancia del consumo posicional, un complejo concepto que abarcaba entre otros aspectos esta idea de la importancia del nivel relativo de consumo.

Existe un lado excitante en llevar un estilo de vida dispendioso, lo que se necesita es resistir las atracciones vacías asociadas con el crecimiento de la sociedad consumidora junto con la denegación cultural existente.

El desafío consiste en la aceptación de la idea de que existen limitaciones reales al proceso de desarrollo debido a que el sobreconsumo hoy en día será reflejado en un menor capital natural y en una renta menor para mañana.

Resulta difícil pensar que se puede resumir el bienestar en un número, es decir, resulta difícil creer que existe una correlación entre nivel de felicidad y renta per cápita. La publicidad es uno de los factores que acrecienta la competencia por el

consumo aunque ella cumple el propósito de incitar a la población a la búsqueda de un mayor consumo y este rápidamente se convierte en nuevo punto de referencia.

Sólo en referencia al aumento de escala, podemos entender el carácter global y no sólo local de las alteraciones ambientales (y, en lugar destacado, la capacidad de cambiar la composición atmosférica con su efecto sobre el clima global). Este aumento del tamaño del sistema económico ha sido debido al crecimiento demográfico de la población pero también al creciente consumo de recursos per cápita sobre todo en una parte del mundo que ha acompañado al crecimiento económico.

El análisis de la huella ecológica muestra que si bien el crecimiento económico acarrea costos potencialmente mayores a largo plazo. Es por ello que se tienen que tomar en cuenta que nos encontramos en un mundo finito en el que las políticas superficiales tomadas hoy en día simplemente se alimenta de la denegación social del problema. Llevar a cabo acciones mínimas hace que la gente sienta que algo se está realizando. Sin embargo, no se realiza un cambio significativo en el estilo de vida.

La vida sobre la tierra puede ser sostenida solamente sobre los límites de los dividendos que paga la naturaleza sobre nuestras reservas remanentes y las inversiones futuras en capital, es decir, se necesita vivir dentro de la capacidad de carga global. Si la capacidad de carga esta sobrepasada y además los países avanzados han tomado más que su justa medida de la abundancia de la Tierra, entonces son estos países en los que resulta urgente un cambio en los modos de consumo material.

**ANEXO 1**

**SIGLAS**

## SIGLAS

ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración
APEC	Cooperación Económica del Pacífico Asiático
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua de México
EAU	Emiratos Árabes Unidos
EUA	Estados Unidos de América
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAOSTAT	La División de Estadística de la FAO
HAG	Hectárea
HC	Huella de Carbono
HE	Huella Ecológica
HH	Huella hídrica
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IEA	Agencia Internacional de Energía
MEC	Factores de equivalencia
NFA	Cuentas Nacionales de la Huella
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PIB	Producto interno bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SE	Secretaría de Economía



TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
WFN	Water Footprint Network
WWF	World Wildlife Fund of Nature
YF	Factores de rendimiento

**ANEXO 2**  
**ÍNDICE DE TABLAS**

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Huella Hídrica mundial de la producción, 1996-2005	91
Tabla 4.1	Huella Hídrica por cultivo, 2008	133
Tabla 4.2	Contenido neto de agua virtual de varios productos (m <sup>3</sup> /ton)	138

**ANEXO 3**  
**ÍNDICE DE GRÁFICAS**

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 3.1	Hectáreas globales por tipo de área, 2007	63
Gráfica 3.2	Pirámide poblacional por ingreso, 1987, 2007 y 2027	77
Gráfica 4.1	Huella Ecológica mundial, 1961-2008	104
Gráfica 4.2	Translimitación ecológica, 1961-2008	109
Gráfica 4.3	Huella ecológica por país, 1961-2007	111
Gráfica 4.4	Los 10 primeros países en términos del total de la Biocapacidad disponible, 2007	113
Gráfica 4.5	Biocapacidad global, 1961-2007	114
Gráfica 4.6	Huella ecológica por grupo de ingresos, 1961-2007	116
Gráfica 4.7	Huella ecológica por grupo de ingresos medios, 1961-2007	116
Gráfica 4.8	Huella ecológica del grupo de altos ingresos, 1961-2007	117
Gráfica 4.9	IDH Y La Huella ecológica, 2007	121
Gráfica 4.10	Proyección del escenario tradicional	122
Gráfica 4.11	Proyecciones según los escenarios de CEPAL	123
Gráfica 4.12	Diferencias en una serie de variables en un escenario determinado por las inversiones verdes	125
Gráfica 4.13	Huella de Carbono	126
Gráfica 4.14	Proyección de emisiones de CO2 en un escenario de inversión del 2%	130
Gráfica 4.15	La Huella Ecológica y la biocapacidad de México, 1961-2008	144
Gráfica 4.16	Huella Ecológica por componente, 1961-2005	148
Gráfica 4.17	Huella Hídrica de México, Canadá y EUA, hm3/año	150
Gráfica 4.18	Huella Hídrica per cápita, m3/año	151
Gráfica 4.19	Huella Hídrica de la producción en México	157

**ANEXO 4**  
**ÍNDICE DE FIGURAS**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Dos divisiones de la economía	30
Figura 2.1	Economía Ecológica	44
Figura 3.1	Indicadores de Sustentabilidad	57
Figura 3.2	Metodología para el cálculo de la Huella Ecológica Total	68
Figura 3.3	Metodología para el cálculo de la Biocapacidad Total	70
Figura 3.4	Huella Ecológica del consumo	73
Figura 3.5	Factores que determinan el exceso global	76
Figura 3.6	El sistema nacional de contabilidad de la Huella Hídrica	83
Figura 3.7	Componentes de la Huella Hídrica	92
Figura 4.1	Componentes de la Huella Hídrica azul, verde y gris	131
Figura 4.2	Los flujos de agua virtual en México	154
Figura 4.3	Huella Hídrica del consumo en México	158

**ANEXO 5**  
**ÍNDICE DE MAPAS**



## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 3.1	Huella hídrica verde, 1996-2005	85
Mapa 3.2	Huella hídrica azul, 1996-2005	86
Mapa 3.3	Huella hídrica gris, 1996-2005	88
Mapa 3.4	Ahorro de agua globales asociados con el comercio internacional de productos agrícolas	94
Mapa 3.5	Deudores y acreedores ecológicos	99
Mapa 4.1	La Huella Ecológica media por persona y por país, 1961	107
Mapa 4.2	La Huella Ecológica media por persona y por país, 2008	108
Mapa 4.3	La Biocapacidad del planeta por país, 2008	112
Mapa 4.4	Meses con escasez de agua, 2008	136
Mapa 4.5	Huella Hídrica de producción, hm <sup>3</sup> /año	137
Mapa 4.6	Exportaciones de agua virtual, hm <sup>3</sup> /año	139
Mapa 4.7	Importaciones de agua virtual, hm <sup>3</sup> /año	141
Mapa 4.8	Balance de agua virtual, hm <sup>3</sup> /año	142
Mapa 4.9	Flujos de Agua Virtual en materia de productos agrícolas	153

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOT, P; GODRON, A; MICHAEL; PRIETO DEL POZO, L. (1990). *Historia de la ecología*. Ed. Taurus, Madrid.
- AYRES, R. (1996). “Limits to growth paradigm”. *Ecological economics*. N. 19.
- BÁEZ, RENÉ. “Estados Unidos desata [crack] financiero global”, en ALAI/Rebelión, 15 de abril de 2008.
- BLAUG, M. (1985). *Teoría económica en retrospectiva*. México. FCE.
- BORGSTRÖM, G. (1967). *The hungry planet*. Editorial MacMillan, New York
- BROWN. L. (1992). *La salvación del planeta*. Apóstrofe, Barcelona.
- BRUNDTLAND, H. (1988). *Nuestro futuro común*. Alianza. Madrid.
- CHURO, EFRAÍN. “Si la crisis económica se profundiza creo que la devaluación del dólar puede aumentar”, en Rebelión, 5 de agosto de 2008
- COASE, R. H. (1994). *La empresa, el mercado y la ley*. Madrid. Alianza.

- COURNOT, A. (1872). *Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes* (1801-1877). Paris. Paris L. Hachette.
- CREUTZING, F. (2009), “*Climate Change Mitigation and Co-benefits of Feasible Transport Demand Policies in Beijing*”. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Tomo 14, Núm. 2.
- DEUTSCH, L; JANSSON, Å; TROELL, M; RONNBÄCK, P; FOLKE, C; KAUTSKY, N. (2000): “*The ecological footprint: communicating human dependence on nature's work*”. Ecological economics. 32 (2000).
- DOMINIQUE, V. F. (2002). *Economía y Ecología*. Quito- Ecuador. Ediciones ABYA- YALA.
- DOUROJEANNI, A. (1989). “*Los procesos naturales y artificiales en la transformación de la estructura productiva con equidad*”, artículo inédito, presentado en el Primer Congreso Mundial de Profesionales en Agronomía, 5 al 8 de septiembre, Santiago de Chile.
- EHRLICH, P; HOLDREN, J. (1971). “*Impact of Population Growth*”. Complacency concerning this component of man's predicament is unjustified and counterproductive. Science 171.
- ENGELS, F. (1978). *Dialéctica de la naturaleza*. Madrid. Akal.

- GALLI, A; KITZES, J; NICCOLUCCI, V; WACKERNAGEL, M; WADA, Y; MARCHETTINI, N (2009). *Assessing the global environmental consequences of economic growth of World's countries through the Ecological Footprint: a focus on China and India. Ecological Indicators*. Global Footprint Network 2009.
- GATCHET, O. (2002). *La huella ecológica: Teoría, método y tres aplicaciones al análisis económico*, ABYA-YALA, Ecuador.
- GEORGESCU ROEGEN, N. (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico* [1971]. Madrid. Fundación Argentaria- Visor.
- HERNÁNDEZ L,E; VELAZQUEZ, R. (2003) *Globalización, desigualdad y pobreza*, Universidad
- HOEKSTRA, A.Y; CHAPAGAIN, A.K; ALDAYA, M.M; Mekonnen, M.M. (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Earthscan, Londres, Reino Unido.
- HOLLING, C. S. (1973). “*Resilience and stability of ecological systems*”. Annual Review of Ecology and Systematics
- IPCC (2007). *Climate change 2007: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the*

*Intergovernmental Panel on Climate Change.*  
Cambridge University Press, Cambridge; New York

- JASON, F; CLIFFORD, N. (1992). *“Economics and ecology: a comparison of experimental methodologies and philosophies”*, en *Ecological Economics*. Elsevier Publishers B.V. Amsterdam, the Netherlands .5.
- JEFFREY, A. NEELY. (1988), *Economics and biological diversity: Developing and using economic incentives to conserve biological resources*, IUCN, Gland, Suiza.
- KAPP, W. (1968). *“In Defense of Institutionalism”*, *Swedish Journal of Economics*, vol. LXX, núm. I.
- KAPP, W. (1978). *El carácter del sistema abierto de la economía y sus implicaciones*.
- KHATIWALA, S. (2009). *“Reconstruction of the history of anthropogenic CO2 concentrations in the ocean”*, *Nature* 462.
- KITZES, J; GALLI, M; BAGLIANI, J; BARRET, G; DIGE, S; EDE, K; ERB, S; GILIJUM, H; HABERL, C; HAILS, S; JUNGWIRTH, M; LENZEN, K; LEWIS, J; LOH, N; MARCHETTINI, H; MESSINGER, K; MILNE, R; MOLES, C; MONFRENDA, D; MORAN, K; NAKANO, A; WACKERNAGEL, Y; WADA, C. (2007). *“A Research Agenda for Improving National*

*Ecological Footprint Accounts*". Oakland: Global Footprint Network.

- KNEESE, A.V.; RUSSELL, C. S. (1987). *Environmental Economics*. The New Palgrave: A Dictionary of Economics. Eatwell. Londres. Macmillan.
- LENNIN (1973). *El Imperialismo, fase superior del capitalismo*. Progreso. Moscú.
- LEONTIEF, W. (1982), "Academic Economics". Science, vol.217.
- LYNN, W. (2007). "Raíces históricas de nuestra crisis ecológica" .Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA, Santiago de Chile, 23(1): 78-86.
- MAGALLÓN. A. (2007). *Problemas teóricos y metodológicos de la ecología, el medio ambiente y el desarrollo sustentable*. México. PVEM.
- MALTHUS, T. R. (1979). *Primer ensayo sobre la población* [1798]. Madrid. Alianza.
- MARGALEF, R. (1998). *Biología de los ecosistemas*. 9° edición. Ed. Omega. Barcelona.
- MARSHALL, A. (1961). *Principles of economics*. Londres. Mcmillan, reimpresión de la 8° edición.
- MARTINEZ, A. (1992). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Icaria. Barcelona.

- MARTÍNEZ, A. (1995), *Lecturas de economía ecológica*. Icaria, Barcelona
- MARX, K. (1875 ó 1966), *Crítica al programa de Gotha*. Obras escogidas. Moscú. Progreso
- MARX, K. (1946). *El Capital. Crítica de la Economía Política*. México. Fondo de Cultura Económica. Libro I, sección Cuarta, cap. XIII
- MARX, K. (1979). *El Capital*. Tomo I. Vol. 1. Madrid. Siglo XXI.
- MEADOWS, D. H. et al. (1972). *Los límites al crecimiento* [1972] (Primer Informe del Club Roma). México. FCE.
- MEEK, R. L. (1975). *La fisiocracia* [1962]. Barcelona. Ariel.
- MENGER, C. (1983). *Principios de economía política*. Madrid. Unión Editorial.
- MILL, J. S. (1998). *La Naturaleza* [1848]. Madrid. Alianza.
- MOFRENDA, C.; RAMANKUTTY, N; FOLEY, J.A. (2008). "Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000", *Global Biogeochemical Cycles*, Vol.22, GB1022. Disponible en: [www.geog.mcgill.ca/landuse/pub/Data/175crops2000](http://www.geog.mcgill.ca/landuse/pub/Data/175crops2000)



- NAREDO, J. M. (1987). *La economía en evolución. Historia y categorías básicas del crecimiento económico*. Madrid. Siglo XXI. 2° ed.
- NATHAN, K. (1989). *El crecimiento demográfico*. Invest. Ciencia.
- ODUM, E.P. (1975): *Ecology: the Link Between the Natural and Social Systems*. HoltSaunders, New York.
- PEARCE, D. W. (1994). *Los límites del análisis costo-beneficio como guía para la política del medio ambiente*. En Aguilera, F. y Alcantara, V. (comps.).
- PENGUE, W.A. (2006). *Sobreexplotación de recursos y mercado agroexportador. Hacia la determinación de la deuda ecológica con la Pampa Argentina*. Tesis doctoral. Universidad de Cordoba. España.
- PIGOU, A. C. (1950). *The Economics of Welfare [1920]*. Aguilar. Madrid.
- PNUMA (2009), *Sustainable Building Construction Initiative*. pág. 1. Disponible en: <http://www.unep.org/sbci/pdfs/UNEPSBCI-GlobalCompactBrochure-Final.pdf>
- PORCHERON, MICHEL. “*Por primera vez en la historia de la economía todos los indicadores están rojo*”, en Tlaxcala/rebelión 6 de agosto de 2008.

- QUESNAY, F. (1974). *El "Tableau Economique" y estudios económicos 1756-1767*. Madrid. Ediciones de la revista de trabajo.
- RAYEN, Q. (2003) *"Naturaleza, culturas y necesidades humanas"*. México. PNUMA. Universidad Bolivariana.
- RICARDO, D. (1973). *Principios de economía política y tributación [1817](versión de Valentín Andrés Álvarez)*. Madrid. Seminarios y Ediciones.
- RICHTER, B,D; DAVIS, M,M; APSE, C; KONRAD, C. (2011), *A presumptive standard for environmental flow protection, River Research and Applications*.
- RIECHEMAN, J. (2005). *Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnología*. Ed. Catarata. Madrid. Segunda edición.
- ROCKSTROM, J.; BARRON, J.; FOX, P. (2003) *Water productivity in rain-fed agriculture: challenges and opportunities for smallholder farmers in drought-prone tropical agroecosystems*, In: Kijne, J.W. (eds.) *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*, CAB International, Wallingford
- ROCKSTRÖM, R; STEFFEN, W; NOONE, K; PERSSON, A; SCHEFFER, M; FOLKE, C; NYKVIST, B; HUGHES, T; SÖRLIN, S; SNYDER,

PK; CONSTANZA, R; SYEDIN U, FALKENMARK, M; KARLBERG, L; HANSEN, J; WALKER, B; LIVERMAN, D; RICHARDSON, K; CRUTZEN, P. (2009). *A safe operating space for humanity. Science*, 46

- SANTOS REDONDO, M. (1994). *Los límites físicos de la economía en la historia del pensamiento económico antes de la revolución marginal*. Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense. Documento de trabajo n. 9413.
- SCHLESINGER, W.H. (2009). *Planetary boundaries: Thresholds risk prolonged degradation. Nature Reports Climate Change* 3
- SCOTT, M. (2008). "Glossary". Earth Observatory
- SEPÚLVEDA, BERNARDO y ANTONIO CHUMACERO (1973), *La inversión extranjera en México*, México, Fondo de Cultura Económico
- SMITH, A. (1994). *La riqueza de las naciones [1776] (edición a cargo de Carlos Rodríguez Braun)*. Madrid. Alianza.
- TONY ALLAN (2011). *Virtual Water: tackling the treat to our planet's most precious resource*. I.B. Tauris.
- WACKERNAGEL, M. (1998): "The Ecological

*Footprint of Santiago de Chile*". Local Environment.  
Vol. 3.

- WACKERNAGEL, M; REES, W.E. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers.
- WACKERNAGEL, M; SCHULZ, N; DEUMLING, A; LINARES, M; JENKINS, V; KAPOS, C; MONFREDA, J; LOH, N; MYERS, R; NORGAARD; RANDERS, J. (2002). *Tracking the ecological overshoot of the human economy*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 99: 9266-9271
- WALRAS, L. (1987). *Elementos de economía política pura o teoría de la riqueza social*. Corbaz. Lausana. Edición española de Alianza Editorial. Madrid.
- WILLIAMSON, J. (1993). "Democracy and the Washington Consensus", en *World Development*, vol.20

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- World Resources Institute Global Land Cover Classification Database. Disponible en: <http://earthtrends.wri.org>
- World Wildlife Fund for Nature, <http://wwf.panda.org/es/>
- Base de datos estadísticos FAO. FAO ForesSTAT Statistical Database.  
Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/626/default.aspx>
- Global Footprint Network, <http://www.footprintnetwork.org>
- Global Water Footprint Standard, <http://www.waterfootprint.org>
- HOEKSTRA, A,Y; MEKONNEN, M,M, (2012), The Water Footprint of humanity, PNAS.  
<http://www.waterfootprint.org/Reports/Hoekstra-Mekonnen-2012-WaterFootprint-of-Humanity.pdf>
- HOEKSTRA, A,Y; MEKONNEN, M,M; CHAPAGAIN, A,K; MATHEWS, R,E; RICHTER, B,D. (2012), *Global Monthly Water Scarcity: Blue Water Footprints versus Blue Water Availability*, Plos One, 7 (2): e32688. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0032688>
- Proceeding of the National Academy of Science, <http://www.pnas.org/>
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, <http://www.pnuma.org/>
- SAGARPA, 2011. <http://www.sagarpa.gob.mx>
- SCHEFFER, M; CARPENTER, S; FOLEY, J; FOLKE, C; WALKER, B; (2001). *Catastrophic shifts in ecosystems*.

Nature 413, 591-596.

Disponible en:

<http://bio.classes.ucsc.edu/bioe107/Scheffer%202001%20Nature.pdf>

- Secretaria de Economía, 2010. <http://www.economia.gob.mx/>