

Definiciones de algunos impactos ambientales

Adaptado de: Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. *Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background.* Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 pp.

Actividad: En grupos, lea el apartado de la categoría de impacto ambiental que se le asignó, discuta y responda:

1. ¿Cuáles son las áreas de protección a las que afecta esta categoría de impacto?
2. Mencione un ejemplo de efectos negativos de la categoría de impacto sobre cada área de protección.
3. ¿Cuáles son las principales sustancias (presentes en las emisiones) que *provocan* el impacto?
4. ¿Cuál es la sustancia de referencia que se utiliza para *caracterizar* la categoría de impacto?

En la evaluación de impacto ambiental, se definen “áreas de protección”, que en un sentido amplio se refieren a aquellos aspectos que debemos preservar del medio ambiente y nuestros entornos. Las áreas de protección son:

- a) Salud humana
- b) Recursos naturales
- c) Entorno natural (Biodiversidad y funciones-soporte de vida)
- d) Entorno antropogénico (*man-made environment*)

Las categorías de impacto ambiental de punto medio son *efectos* de las actividades humanas que resultan en el daño de una o varias áreas de protección. A continuación se definen algunas de las categorías de impacto ambiental de punto medio más reportadas en los análisis de ciclo de vida de la bioenergía.

1. Calentamiento global (*Global warming*)

El calentamiento global es definido como el impacto de las emisiones humanas sobre el forzamiento radiativo (absorción de radiación de calor) de la atmosfera. La mayoría de estas emisiones aumenta el forzamiento radiativo causando un aumento en la temperatura superficial de la tierra (i.e. efecto invernadero). Esto desemboca en efectos adversos para la salud humana, y los entornos natural y antropogénico. La Tabla 1 muestra los factores de caracterización de las sustancias con mayor incidencia sobre el calentamiento global.

Tabla 1. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre el calentamiento global.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg CO _{2eq} kg ⁻¹) |
|--|---------------|--|
| Dióxido de carbono (CO ₂) | Aire | 1 |
| Metano (CH ₄) | Aire | 25 |
| Monóxido de dinitrógeno (N ₂ O) | Aire | 298 |
| Hexafluoruro de azufre (SF ₆) | Aire | 22,800 |

El método base para la evaluación del potencial de calentamiento global está basado en el efecto de las sustancias a 100 años. Algunas alternativas se basan en el efecto a 20 ó 500 años. La diferencia residirá en el tiempo medio de vida atmosférica de las emisiones.

2. Agotamiento de recursos abióticos (*Abiotic resources depletion*)

Los recursos abióticos son recursos naturales considerados *no vivos*, como mineral de hierro, el viento o el petróleo. La manera en cómo estimar este impacto ambiental es todavía muy debatida y en consecuencia, hay una gran variedad de métodos para caracterizar las contribuciones a esta categoría. En gran medida, esta variedad refleja las diferentes definiciones posibles del problema: puede hacer referencia únicamente al agotamiento de recursos naturales en función de reservas físicas, o reservas económicas por ejemplo, o incluir en la ecuación las tasas de extracción de recursos. Según la definición adoptada, las áreas de protección pueden incluir Recursos naturales, Entorno Natural y/o Salud humana. El debate en torno a los factores de caracterización para este impacto ambiental aún sigue vigente. La Tabla 2 muestra los factores de caracterización de ciertas sustancias sobre el agotamiento de recursos abióticos, en función del agotamiento de reservas materiales y tasas de extracción.

Tabla 2. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre la reducción de recursos abióticos.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg Sb _{eq} kg ⁻¹) |
|----------------|---------------|---|
| Antimonio (Sb) | Crudo | 1 |
| Plata (Ag) | Crudo | 1.18 |
| Platino (Pt) | Crudo | 2.22 |
| Teluro (Te) | Crudo | 40.7 |
| Oro (Au) | Crudo | 52 |

3. Agotamiento de la capa de ozono (*Ozone-layer depletion*)

Este impacto se refiere al adelgazamiento de la capa de ozono estratosférico como resultado de emisiones antropogénicas. Esto causa que una mayor fracción de radiación solar UV-B alcance la superficie terrestre con impactos sobre la Salud humana, los Recursos naturales, el Entorno natural y el Entorno antropogénico. La Tabla 3 muestra los factores de caracterización de ciertas sustancias sobre el agotamiento de la capa de ozono.

Tabla 3. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre el agotamiento de la capa de ozono.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg CFC-11 _{eq} kg ⁻¹) |
|---|---------------|---|
| Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113 | Aire | 1 |
| Metano, diclorodifluoro-, CFC-11 | Aire | 1 |
| Metano, bromodifluoro-, Halón 1201 | Aire | 1.4 |
| Etano, 1,2-dibromotetrafluoro-, Halón 2402 | Aire | 6 |
| Metano, bromotrifluoro-, Halón 1301 | Aire | 12 |

El método base para la evaluación del potencial de la reducción de la capa de ozono está basado en el efecto de las sustancias a tiempo indefinido (∞). Algunos métodos alternativos se basan en el efecto a 5, 10, 15 o 40 años.

4. Toxicidad humana (*Human toxicity*)

Este impacto hace referencia al impacto sobre la salud humana de la presencia de sustancias tóxicas en el ambiente. El área de protección es la Salud humana. Los métodos de caracterización incluyen modelos que estiman la persistencia y el destino de sustancias tóxicas al ser emitidas al suelo, agua y aire y hasta que son ingeridas por el hombre por vía dérmica, nasal u oral. El debate en torno a los factores de caracterización para este impacto ambiental aún sigue vigente. La Tabla 4 muestra los factores de caracterización de ciertas sustancias sobre la toxicidad humana.

Tabla 4. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre la toxicidad humana.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg 1,4-DB _{eq} kg ⁻¹) |
|-----------------------|---------------|---|
| Benzeno, 1,4-dicloro- | Aire | 1 |
| Cobre | Agua | 1.34 |
| Antraceno | Agua | 2.06 |
| Disulfuro de carbono | Suelo | 2.24 |
| Hexaclorobenceno | Agua | 5.65E6 |
| Dioxinas | Aire | 1.93E9 |

El método base para la evaluación del potencial de la toxicidad humana está basado en el efecto de las sustancias a tiempo indefinido (∞) a nivel global. Algunas alternativas se basan en el efecto a 20, 100 ó 500 años a nivel global, o a tiempo indefinido a nivel continental.

5. Ecotoxicidad (*Ecotoxicity*)

Este impacto incluye el efecto de sustancias tóxicas sobre los ecosistemas acuáticos, terrestres o sedimentarios. El área de protección es el Entorno natural y los Recursos naturales. El debate en torno a los factores de caracterización para este impacto ambiental aún sigue vigente. Dependiendo del compartimento sujeto al daño, se reportan impactos específicos de ecotoxicidad, por ejemplo:

El método base para la evaluación de la ecotoxicidad (en sus diferentes compartimentos) está basado en el efecto de las sustancias a tiempo indefinido (∞) a nivel global. Algunas alternativas se basan en el efecto a 20, 100 ó 500 años a nivel global, o a tiempo indefinido a nivel continental.

- a) Ecotoxicidad acuática de agua dulce (*Freshwater aquatic ecotoxicity*)
- b) Ecotoxicidad acuática marina (*Marine aquatic ecotoxicity*)
- c) Ecotoxicidad terrestre (*Terrestrial ecotoxicity*)
- d) Ecotoxicidad del sedimento marino (*Marine sediment ecotoxicity*)
- e) Ecotoxicidad del sedimento en aguas dulces (*Freshwater sediment ecotoxicity*)

Las siguientes tablas muestra los factores de caracterización de ciertas sustancias sobre la toxicidad en algunos de estos compartimentos.

Tabla 5. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre la ecotoxicidad acuática de agua dulce.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg 1,4-DB _{eq} kg ⁻¹) |
|-----------------------|---------------|---|
| Benzeno, 1,4-dicloro- | Agua | 1 |
| Plomo | Aire | 2.4 |
| Estaño | Aire | 2.54 |
| Fenol | Suelo | 3.47 |
| Glifosato | Suelo | 3.67 |
| Antimonio | Aire | 3.72 |
| Plomo | Suelo | 6.53 |
| Plomo | Agua | 9.62 |
| Antimonio | Suelo | 9.98 |
| Estaño | Agua | 10.2 |
| Dioxinas | Aire | 2.13E6 |

Tabla 6. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre la ecotoxicidad acuática marina.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg 1,4-DB _{eq} kg ⁻¹) |
|-----------------------|---------------|---|
| Benzeno, 1,4-dicloro- | Agua | 1 |
| Fenol | Agua | 4.66 |
| Glifosato | Aire | 16.8 |
| Antraceno | Suelo | 24.6 |
| Glifosato | Agua | 33.5 |
| Berilio | Agua | 3.43E8 |

Tabla 7. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre la ecotoxicidad terrestre.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg 1,4-DB _{eq} kg ⁻¹) |
|-----------------------|---------------|---|
| Benzeno, 1,4-dicloro- | Suelo | 1 |
| Cobre | Aire | 6.99 |
| Plomo | Aire | 15.7 |
| DDT | Aire | 18.8 |
| Zinc | Suelo | 24.6 |
| Estaño | Suelo | 29.8 |
| Plomo | Suelo | 32.5 |
| DDT | Suelo | 60 |
| Cobalto | Aire | 109 |
| Selenio | Suelo | 110 |
| Níquel | Aire | 116 |
| Mercurio | Suelo | 5.60E4 |

6. Formación de foto-oxidantes (*Photo-oxidant formation*)

Este impacto se refiere a la formación de compuestos químicos reactivos (llamados foto-oxidantes) mediante la reacción de ciertos contaminantes en el aire con la luz. Los foto-oxidantes pueden ser formados en la tropósfera bajo la influencia de luz ultravioleta a través de la oxidación fotoquímica de compuestos orgánicos volátiles (VOC) y monóxido de carbono (CO) en presencia de óxidos de nitrógeno (NO_x). El ozono es considerado como el compuesto más importante, junto con el peroxiacetilnitrato. Los foto-oxidantes pueden ser peligrosos para la Salud humana, los Recursos naturales, el Entorno natural y el Entorno antropogénico. La Tabla 8 muestra los factores de caracterización de ciertas sustancias sobre la oxidación fotoquímica.

Tabla 8. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre la oxidación fotoquímica.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg C ₂ H _{4eq} kg ⁻¹) |
|-----------|---------------|--|
| Tolueno | Aire | 0.637 |
| Eteno | Aire | 1 |
| Propeno | Aire | 1.13 |

7. Acidificación (*Acidification*)

Los compuestos acidificantes tienen una amplia variedad de impactos sobre el suelo, el agua del subsuelo, aguas superficiales, organismos biológicos, ecosistemas y edificaciones. Ejemplos de impactos son la muerte de peces, daño a los bosques y cultivos (lluvia ácida) y el deterioro de edificios. Los mayores acidificantes son: SO₂, NO_x y NH_x. Las áreas de protección son el Entorno natural., el Entorno antropogénico, la Salud humana y los Recursos naturales. La Tabla 9 muestra los factores de caracterización de ciertas sustancias sobre la acidificación.

Tabla 9. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre la acidificación.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg SO _{2eq} □ kg ⁻¹) |
|----------------------|---------------|--|
| Dióxido de nitrógeno | Aire | 0.5 |
| Óxidos de nitrógeno | Aire | 0.5 |
| Óxido nítrico | Aire | 0.76 |
| Ácido sulfúrico | Aire | 0.78 |
| Trióxido de azufre | Aire | 0.96 |
| Dióxido de azufre | Aire | 1.2 |
| Monóxido de azufre | Aire | 1.2 |
| Amoniaco | Aire | 1.6 |

8. Eutrofización (*Eutrophication*)

La eutrofización cubre todos los impactos potenciales derivados de los altos niveles ambientales de macronutrientes, siendo el nitrógeno y el fósforo las sustancias más importantes. El exceso de nutrientes puede causar un cambio indeseable en la población de las especies y elevar la producción de biomasa en ecosistemas terrestres y acuáticos. Además, altas concentraciones de nutrientes pueden contaminar el agua superficial hasta hacerla no apta para el consumo. En ecosistemas acuáticos, el incremento en la producción de biomasa puede conllevar a una reducción en los niveles de oxígeno debido al consumo adicional derivado de la descomposición (oxidación) de material orgánico vegetal. Las emisiones de materiales orgánicos degradables tienen un impacto similar, por tanto, son incluidos como parte de la eutrofización. Las áreas de protección son el Entorno natural, los Recursos naturales y el Entorno antropogénico. La Tabla 10 muestra los factores de caracterización de ciertas sustancias sobre la eutrofización.

Tabla 10. Factores de caracterización de algunas sustancias sobre la eutrofización.

| Sustancia | Compartimento | Factor de caracterización (kg PO ₄ ⁻³ eq kg ⁻¹) |
|----------------------------|--------------------|---|
| Demanda química de oxígeno | Agua | 0.022 |
| Nitrato | Agua, suelo y aire | 0.1 |
| Amonio | Agua, suelo y aire | 0.35 |
| Nitrógeno | Suelo y agua | 0.42 |
| Ácido fosfórico | Agua, suelo y aire | 0.97 |
| Fosfato | Agua, suelo y aire | 1 |
| Pentóxido de fósforo | Agua, suelo y aire | 1.34 |
| Fósforo | Agua, suelo y aire | 306 |