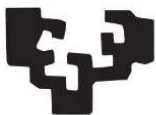


INGURUMEN  
AZTARNA  
KALKULATZEKO  
TRESNA  
—  
ERABILPEN  
GIDA

eman ta zabal zazu



**CBL**

CAMPUS BIZIA LAB.



Proiektua:

EHU-Aztarna/Eszenatokien azterketa eta UPV/EHU erakundearen ingurumen eta gizarte aztarna kalkulatzearen emaitzak zabaltzea.

Finantziatua:

- CBL Programa  
(<https://www.ehu.eus/eu/web/iraunkortasuna/campus-bizia-lab>);  
IRAUNKORTASUNAREN ARLOKO ZUZENDARITZA, BERRIKUNTZAREN, GIZARTE KONPROMISOAREN ETA KULTURGINTZAREN ARLOKO ERREKTOREORDETZA, UPV / EHU.
- CBL Program  
(<https://www.ehu.eus/es/web/iraunkortasuna/campus-bizia-lab>);  
SUSTAINABILITY DIRECTORATE, VICE-RECTORATE OF INNOVATION, SOCIAL COMMITMENT AND CULTURAL ACTION, UPV / EHU.
- Programa CBL  
(<https://www.ehu.eus/es/web/iraunkortasuna/campus-bizia-lab>);  
DIRECCIÓN DE SOSTENIBILIDAD, VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN, COMPROMISO SOCIAL Y ACCIÓN CULTURAL, UPV/EHU.

Egileak:

Bueno Viso, Ane

de Blas Martin, Maite

Bueno Mendieta, Gorka

Ruiz Ulloa, María del Pilar (elikagaien atala)

Itziar Txurrukak eta Jonatan Mirandak, UPV/EHUko Farmazia Fakultateko irakasleek, elikagaien atalaren prestakuntzan parte hartu dute.

# Aurkibidea

---

Aurkibidea	2
1. Sarrera	4
1.1. Bizi-Zikloaren Analisia (BZA)	4
2. Helburuak	6
2.1. Jarduera akademikoarekin lotutako prozesuak eta ingurumen inpaktuak ezagutu eta kuantifikatzea	6
2.2. Jarduera akademikoaren ingurumen-aztarna kalkulatzeko	6
2.3. Jarduera baten ingurumen-aztarnaren txostena prestatzea	6
3. Aztarna Kalkulatzeko Tresna	8
3.1. Diseinua	8
3.2. Sartu beharreko datuak	8
3.2.1. Azala	8
3.2.2. Ikaslearen datuak	9
3.2.3. Energia	10
3.2.4. Materialak	12
3.2.5. Hondakinak	14
3.2.6. Garraioa	15
3.2.7. Elikagaiak	17
3.2.8. Informazio gehigarria	19
4. Emaitzak	20
5. Inpaktu-kategorien azalpena	29
5.1. Berotze globala	31
5.2. Ozono-geruzaren urritzea	32
5.3. Erradiazio ionizatzailea	33
5.4. Partikulak eratzea	34
5.5. Ozono fotokimikoa eratzea: giza osasuna	34
5.6. Ozono fotokimikoa eratzea: ekosistemen kalitatea	34
5.7. Lehorreko azidifikazioa	36
5.8. Ur gezaren eutrofizazioa	36
5.9. Itsasoaren eutrofizazioa	37
Toxikotasuna	38
5.10. Giza toxikotasuna (kantzerigenoa)	38

5.11. Giza toxikotasuna (ez-kantzerigenoa)	38
5.12. Lehorreko ekotoxikotasuna	38
5.13. Ur gezako ekotoxikotasuna	38
5.14. Itsasoko ekotoxikotasuna	38
5.15. Uraren erabilera	39
5.16. Lurraren erabilera	40
5.17. Baliabide mineralak agortzea	41
5.18. Baliabide fosilak agortzea	42
6. Erreferentziak	44

# 1. Sarrera

---

Gure ingurumenaren babesa, gizarteak aurre egin behar duen erronkarik garrantzitsuenetako bat da. Konponbidea globala izan behar da eta horretarako guztiz beharrezkoa da garapen jasangarria bultzatzea.

UPV/EHUK antolaketa eredu jasangarriago baterantz eraldaketa sozialaren adibide izan nahi du, eta horren adibide da Iraunkortasun arloko Zuzendaritzak sustatutako Campus Bizia Lab-eko EHU-Aztarna proiektua, non UPV/EHUren Ingurumen-Aztarna kalkulatu den, Bizi-Zikloaren Analisiaren (BZA) metodologia erabilita, Europako Batzordeak proposatutako gida metodologikoa jarraituz.

Horren harira, proiektu horrekin lotuta dagoen ingurumen-aztarnaren kalkuluan oinarrituta dagoen lana burutu da; zehazki, UPV/EHUko ikasle orok bere jarduera akademikoaren ingurumen-aztarna kalkulatzeko tresna bat diseinatzea. Modu horretan, ikasleek jarduera akademiko zehatz batean lanean ari diren denboran sortzen duten inpaktua zenbatetsi ahal izango dute, eta sortzen duten eraginaz kontzientzia handiagoa izatea lortuko dute. Aztertu beharreko jarduera akademikoa anitza izan daiteke: ikaslearen Gradu edo Master Amaierako Lana, ikasturte edo lauhilabete oso bat, edo irakasgai batean landutako proiektu bat.

## 1.1. Bizi-Zikloaren Analisia (BZA)

Duela gutxi arte, ingurumena hobetzeko ekintzak iturri bakarreko kutsadura murriztera bideratu dira, adibidez industria instalazioek ibaietara eta atmosferara egindako isurketak murriztera. Bizi-zikloaren azterketak beste ikuspegi zabalago bat lantzen du. Bizi-zikloaren ikuspegiak hobekuntza posibleak identifikatu nahi ditu produktu eta zerbitzuetan, ingurumen-inpaktu txikiagoak eta baliabideen erabilera efizienteagoak bilatuz, produktu edo zerbitzu horien bizi-ziklo osoan zehar.

Produktu edo zerbitzu baten bizi-zikloa lehengai energetiko eta material askoren erauzketan hasten da; gero material horien eraldaketa, fabrikazio eta banaketa faseak datoz; produktu finalaren erabilerara arte edota kontsumo fasera arte. Bizi-amaieran fasean materialak berrerabili, birziklatu edota deuseztatzeke prestatzen dira, kasu batzuetan energia berreskuratuz.

Bizi-zikloaren ikuspegiaren funtsezko helburua da ingurumen zamak bizi-zikloaren puntu batetik beste batera pasatzea saihestea. Bizi-zikloaren ikuspegiak laguntzen du inpaktuak gutxitzen bizi-zikloaren fase batean, eskualde geografiko batean edo inpaktu-kategoria jakin batean, baina aldi berean beste leku batzuetan inpaktuak handitu gabe. Helburua izan daiteke, adibidez, produktu

baten erabilera fasean energia aurreztea, hura fabrikatzeko behar den kontsumo energetikoa eta material kopurua handitu gabe.

Jarraitzeko, aurrean aipatutako Bizi-Zikloaren Analisia zer den zehatz mehatz definituko da. Definizio zehatzena ISO<sup>1</sup> erakundeak adierazitakoa da, ISO 14040 arauan:

*Bizi-zikloaren azterketa, produktu bati lotutako ingurumen-alderdiak eta inpaktu potentzialak zehazteko teknika bat da: sistemaren sarrera eta irteera garrantzitsuen inbentarioa eginez, sarrera eta irteera horiei lotutako ingurumen-inpaktu potentzialak ebaluatuz, eta azterlanaren helburuei dagokienez inbentarioko eta eragineko faseen emaitzak interpretatuz.*

---

<sup>1</sup> Nazioarteko estandarrak ezartzen dituen erakunde bat da, hainbat estatutako estandarizazio erakundeek osatua (162). Enpresa eta erakundeen kudeaketa bultzatu eta hobetzeko hainbat arau/metodologia/tresna estandar argitaratzen ditu. Estandar hauen erabilerak; seguruak, fidagarriak eta kalitate handiko produktu eta zerbitzu berrien ekoizpena errazten du.

## 2. Helburuak

---

Esku artean duzun tresnaren bidez, Jarduera Akademikoen Ingurumen-Aztarna kalkulatzea posible izango da; tresna sinplea izanik, UPV/EHUko ikasle orok erabiltzeko diseinatua izan da. Hona hemen tresna honen erabileraren bidez bilatutako helburuak:

### 2.1. Jarduera akademikoarekin lotutako prozesuak eta ingurumen inpaktuak ezagutu eta kuantifikatzea

Tresna honi esker, jarduera akademikoarekin lotutako prozesuak eta horiek lotutako ingurumen inpaktuak ezagutu eta kuantifikatu ahal izango ditugu, inpaktu iturri nagusiak identifikatuz eta hobetzeko aukera nagusiak zehaztuz.

Analisiaren bidez, ingurumenari buruzko informazio kontrastatua lortuko da, eta unibertsitateko ingurumenaren portaera neurtzeko eta hobekuntza kontrolatzeko tresna gisa balioko du. Hau dela eta, ekoeraginkortasuna handituko da, UPV/EHUko kontsumo energetiko eta material arduratsuagoa ahalbidetuz, eta ingurumenari dagokionez, fabrikazio eta garraio prozesu iraunkorragoak sustatuz.

### 2.2. Jarduera akademikoaren ingurumen-aztarna kalkulatzea

Tresna hau Gradu eta Master desberdinetako ikasleek euren jarduera akademikoaren ingurumen-aztarnaren kalkulua egiteko diseinatuta dago. Analisisian hasteko, funtsezkoa da aztertu nahi den jarduera akademikoa ondo zehaztea, denboran eta espazioan. Jarduera akademikoa anitza izan daiteke: ikaslearen Gradu Amaierako Lana edo Master Amaierako Lana, ikasturte edo lauhilabete oso bati lotutako jarduera, edo irakasgai zehatz baten barruan landutako proiektu bat, edo aktibitate bat. Ikasleak, bere jarduera akademikoa aurrera daraman heinean, kontsumitzen edota erabiltzen dituen baliabideen inbentarioa egingo du; gero, tresna erabiliz, jarduera akademiko horri lotutako ingurumen-inpaktua zein izan den jakin ahal izango du.

### 2.3. Jarduera baten ingurumen-aztarnaren txostena prestatzea

Ingurumenaren degradazioari eta kutsaduraren ondorioei buruzko kezka gero eta handiagoa denez, enpresek eta erakundeek garapen jasangarrian eta gizartearen bizi-kalitatearen hobekuntzan laguntzeko mekanismoak ezartzeaz arduratu behar dira. Horretarako, enpresek edo erakundeek

beren ingurumen-jardunari buruzko informazioa ematea ezinbesteko lehenengo pausu bat da. 2013. urtean, Europako Batasunak produktuen eta erakundeen ingurumen-aztarna kalkulatzeko metodologia gizarteratu zuen<sup>2</sup>. Metodologia horrekin lerrokatuta, tresna honi esker, unibertsitateko ikasleek beren jardura akademikoaren ingurumen-txosten bat burutzeko lehen pausoa eman ahal izango dute. Konfiantza dugu esperientzia hori etorkizunerako baliagarria izanen dela.

---

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/environment/news/environmental-footprint-methods-2021-12-16\\_en](https://ec.europa.eu/environment/news/environmental-footprint-methods-2021-12-16_en)



## 3. Aztarna Kalkulatzeko Tresna

---

### 3.1. Diseinua

Tresna diseinatzeko,ecoinvent datu-basea aukeratu da. Base honek BZA egiteko funtsezko datuak biltzen ditu, ondo dokumentatuta dago eta zehaztugabetasun-datuak dauzka, hau oso baliagarria izanik azterlan honetan inbentariatutako datuetarako (Ecoinvent, 2019). Horrez gain, elikaduraren atala Agribalyse® datu-basearekin osatu da. Datu-base honek nekazaritzako eta elikadurako produktuen ingurumen-inpaktuei buruzko informazioa biltzen du. Software-ari dagokionez, openLCA (1.10.3 bertsioa) BZA eta iraunkortasuna ebaluatzeko software librea erabili da. Ingurumen-aztarnaren kalkuluan erabilitako metodoa ingurumen-inpaktua ebaluatzeko, ReCiPe izeneko metodoa aukeratu da; emaitzak interpretatzeko midpoint<sup>3</sup> datu-formatua erabili da.

Edozein fakultatetako ikasleentzat diseinatutako aplikazioa da; beraz, funtzionamendu sinplea eta erabiltzeko erraza du. Horregatik, kalkulu-orria<sup>4</sup> erabili da, unibertsitateko ia ikasle guztiek erabili izan duten edo erabili ohi duten aplikazioa baita. Gainera, aplikazioarekin bateragarria den gailu bat baino ez da behar (ordenagailu bat), eta behin kalkulu-liburua deskargatuta, ez da beharrezkoa interneterako konexioa izatea ere. Kalkulu-orria hiru hizkuntzatan eskuragarri dago: ingelesez, gaztelaniaz eta euskaraz. Atal honetan, erabilpen pausoak eta tresna modu egoki baten erabiltzeko informazioa zehaztuko dira.

### 3.2. Sartu beharreko datuak

Kalkulu-orria hamar ataletan banatuta dago. Ondoren, atal bakoitzean aurki dezakegunaren informazioa azalduko da eta atal bakoitzean ikasleak osatu beharko duena zehaztuko da (3.2.1-8 atalak). Gainera, emaitzetan ageri denaren azalpena emango da, datu horien interpretazioa nola egin azalduz (4. atala).

- 3.2.1. Azala

Kalkulu-orria irekitzean ikasleak aurkituko duena da. Bertan, UPV/EHUko logoa eta Campus Bizia Lab (CBL) programaren logoa desberdindu daitezke, baita tresnaren titulua eta aplikazioaren

---

<sup>3</sup> Ingurumen-inpaktuaren kategoriak adierazteko formatua, aztertutako ingurumen-inpaktuaren emisio- edo sorrera-parametroekin lotutako magnitudeetan oinarrituta. ReCiPe metodologiaren kasuan, guztira 18 inpaktu-kategoria sartzen dira (5. atalean azaltzen dira inpaktu-kategoria horiek).

<sup>4</sup> Microsoft Excel bertsioa aukeratu da; Libreoffice-en ere zabaldu daitezke kalkulu-orria..

egileen izena. Honez gain, ikasleak informazio gehigarria lortzeko aukera izango du erreferentzietan aipatutako estekan.

- 3.2.2. Ikaslearen datuak

Orri honetan hurrengo taula bete beharko du ikasleak:

Izena	
Abizena	
Unibertsitatea	
Fakultatea	
Unibertsitate gradua / masterra	
Jarduera (urte akademikoa / lahilabetekoa / proiektua / ...)	
Jarduera burutzen emandako denbora (egun)	

1. Taula - Ikaslearen datuak

Oso garrantzitsua da aztertu nahi dugun jardueran lan egin izandako denbora zehaztea, hau **egunetan** sartu behar da (adibidez: irakasgai bateko proiektu bat hiru hilabetetan burutu bada, martxoaren 1etik maiatzaren 31ra arte, orduan 90 egun sartuko ditugu, 3 hilabete × 30 egun/hilabete). Lana burutzen sartu den denbora zehazteak emaitzetan izango du eragin zuzena, gero, eguneko inpaktuaren kalkulua egingo delako eta horrek ikaslearen inpaktua beste erreferentziekin konparatzea ahalbidetuko du.

Taulan ikusten den bezala, **kolore honetako** gelaxkek, ikasleek (erabiltzaileek) aplikazioan datuak non sartu behar dituzten zehaztuko dute. Formatu hori, aplikazio osoan errepikatuko da.

Jarduera akademikoarekin lotutako eta inbentariatu beharreko kontzeptuak bost taldetan banatu dira: kontsumo energetiko zuzenak, kontsumo materialak (edo produktu materialen erabilera), sortutako hondakinen tratamendua, garraio beharrak eta elikagaien kontsumoa. Ondoren, talde bakoitzean aurki ditzakegun jarduera horien zerrenda eta ikasleak sartu beharreko datuak azalduko dira.

- 3.2.3. Energia

Atal honetan, kontsumo energetiko zuzenekin lotutako zenbait elementu biltzen dira, adibidez kontsumo elektrikoak eta bero hornidura. Kontsumo elektrikoak dagokienez, atal honetan bi aukera ematen dira: Espainiako nahaste elektrikoak 2018an, eta bakarrik jatorri berriztagarria duen elektrizitatearen nahaste bat (2018ko nahastetik berriztagarria ez dena kenduta).

Berokuntzaren hornidurarako, bi aukera ematen dira: gas naturaleko galdara batean sortutakoa, eta gasolioa kontsumitzen duen galdara batean sortutakoa. Azpiatal honetan, funtsezkoa da urteko bero-eskaria jakitea. Bero-eskaria bi elementuren menpe dago, funtsean: lan egiten dugun lekuaren klimatologia eta eraikinaren eraginkortasun energetikoa. Balio hori kWh/m<sup>2</sup>-tan eman behar da. Zein da gure laborategian edo bulegoan dugun berokuntza beharra, urtean zehar? Erreferentzia bat izateko, 3. taulan IDAEk kalkulaturako urteko bero-eskaria eta hozte-eskaria ematen dira, Espainiako hainbat hiriburutan<sup>5</sup>.

Prozesua/Zerbitzua/Produktua	Ikasleak sartu beharreko datuak
Elektrizitatearen kontsumoa (Espainiako 2018ko nahaste elektrikoak)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontsumitutako kWh</li> <li>• Erabiltzaile kopurua</li> </ul>
Energia-fluxu berriztagarritik datorren elektrizitatearen kontsumoa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontsumitutako kWh</li> <li>• Erabiltzaile kopurua</li> </ul>
Berokuntza, gas naturaleko galdara bat erabiliz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gela/areto/laborategiaren azalera m<sup>2</sup>-tan</li> <li>• Erabiltzaile kopurua</li> <li>• Eraikina zenbat egunez erabili den</li> <li>• Bero-eskaria eraikinetan, urtean (40-100 kWh/m<sup>2</sup>)</li> </ul>
Berokuntza, gasolioko galdara bat erabiliz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gela/areto/laborategiaren azalera m<sup>2</sup>-tan</li> <li>• Erabiltzaile kopurua</li> <li>• Bero-eskaria eraikinetan, urtean (40-100 kWh/m<sup>2</sup>)</li> </ul>

<sup>5</sup> 3. taulan erakusten diren datuak honako dokumentu hauetatik atera dira:

Escala de calificación energética. Edificios de nueva construcción; IDAE, 2009

[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_CALENER\\_07\\_Escala\\_Calif\\_Energetica\\_A2009\\_A\\_5c0316ea.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_CALENER_07_Escala_Calif_Energetica_A2009_A_5c0316ea.pdf) (Tabla I.3. Valores de referencia para calefacción, refrigeración y demanda de ACS antes de considerar la contribución sola mínima de CTE-HE 4 en Bloques de viviendas).

Escala de calificación energética. Edificios existentes; IDAE, 2011

[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_11261\\_EscalaCalifEnerg\\_EdifExistentes\\_2011\\_accesible\\_c762988d.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11261_EscalaCalifEnerg_EdifExistentes_2011_accesible_c762988d.pdf) (Tabla 3.2. Demanda de referencia para viviendas unifamiliares y bloques de viviendas).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berokuntza zenbat egunez erabili den urte batean, eraikin horretan (edo gune klimatiko horretan).</li> <li>• Berokuntza zenbat egunez erabili den jarduera honetan.</li> </ul>
--	---

2. Taula - Aukeren zerrenda "Energia" atalean

Hiriburua	2000. urtea baino lehen eraikitako eraikinetan		Eraikin berrietan (efizienteagoak)	
	Bero-eskaria (kWh/m <sup>2</sup> )	Hozte-eskaria (kWh/m <sup>2</sup> )	Bero-eskaria (kWh/m <sup>2</sup> )	Hozte-eskaria (kWh/m <sup>2</sup> )
Almería	36,5	33,7	10,8	19,1
Barcelona	87,4	14,6	28,3	8,0
Bilbao	106,1	-	40,0	-
Burgos	193,6	-	77,1	-
Cádiz	33,7	25,7	9,0	14,6
Granada	106,6	22,0	37,4	12,5
Madrid	121,2	19,1	43,2	10,8
Sevilla	52,9	41,2	16,6	23,4
Toledo	106,2	33,4	39,0	18,9
Valencia	64,5	22,3	21,3	12,6
Vitoria-Gasteiz	163,6	-	65,4	-
Zamora	148,4	9,7	56,3	5,3

3. Taula – Urteko bero-eskaria eta hozte-eskaria Espainiako hainbat hiriburutan, bloke eraikinetan (2000. urtea baino lehen eraikitako eraikinak eta eraikin berriak).

**Garrantzitsua:** kalkulu-orriaren errenkadak bikoiztu daitezke, kantitate ezberdinekin kontzeptu bereko hainbat sarrera egin behar badira, kontsumo desberdinak jasotzeko.

Adibide gisa, beheko irudiak bi kontsumo elektriko desberdinen kalkuluak batzen ditu. 5. lerroan, ordenagailu baten kontsumo elektrikoaren formula erakusten da: 150 W kontsumitzen duen ordenagailu bat (150 W / 1000 W × 1 kW) 7 orduz eguneko dago piztuta (×7 ordu), proiektua martxan dagoen bitartean (×90 egun), astelehenetik ostiralera (astean

bost egunez,  $\times 5/7$ ). ( $=150/1000 \times 7 \times 90 \times 5/7 = 67,5$  kWh). 6. lerroan, argiztapen sistema baten kontsumoaren formula jasotzen da. Argien potentzia 500 W da, eta egunean 8 orduz pizten dira ( $=500/1000 \times 8 \times 90 \times 5/7 = 257,1$  kWh).

Ikusten denez, kontsumitutako elektrizitatea erregistratzeko, kopurua (kWh-tan) zuzenean idatziko dugu gelaxkan, zenbateko zehatza ezaguna bada (adibidez, kontsumoa faktura elektriko batetik atera badugu, edo neurgailu baten bidez neurtu badugu); bestela, posible da gelaxkan bertan kalkuluko formula bat aplikatzea, estimazio bat egiteko, eskuragarri ditugun datuak erabiliz.

	A	B	Y	Z
1	<b>Energy consumption</b>			
2				
3	Process	Functional Unit	Quantity 1	Parameter 1
4				Unit 1
5	Electricity (computer)	1 kWh	$=150/1000 \times 7 \times 90 \times 5/7$	kWh
6	Electricity (lighting system)	1 kWh	$=500/1000 \times 8 \times 90 \times 5/7$	kWh

### • 3.2.4. Materialak

Kontsumo materialen eta produktuen erabilera atalean aukerak hurrengoak dira:

Prozesua/Zerbitzua/Produktua	Ikasleak sartu beharreko datuak
Eraikinen erabilera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eraikitako azalera m<sup>2</sup>-tan</li> <li>Solairu bakoitzaren altuera m-tan</li> <li>Urtero erabiltzaileak</li> <li>Eraikina zenbat egunez erabili da</li> </ul>
Pantailarik gabeko ordenagailua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unitate kopurua (erabiltzaile bakarra)</li> <li>Erabilera-egunak</li> <li>Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Ordenagailu eramangarria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unitate kopurua (erabiltzaile bakarra)</li> <li>Erabilera-egunak</li> <li>Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
17"-ko LCD pantaila	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unitate kopurua (erabiltzaile bakarra)</li> <li>Erabilera-egunak</li> <li>Bizitza denbora (suposaketa: 14 urte)</li> </ul>

17"-ko izpi katodikoen pantaila	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 14 urte)</li> </ul>
Laser koloreko inprimagailua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Zuri/beltz-eko inprimagailua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Koloreko inprimagailuaren tonerra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> </ul>
Zuri/beltz-eko inprimagailuaren tonerra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> </ul>
Teklatua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Sagua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Router	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Telefonoa (smartphone)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 4 urte)</li> </ul>
Tablet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 4 urte)</li> </ul>
Telebista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Disko gogorra (HDD, desktop)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Disko gogorra (HDD, eramangarria)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unitate kopurua (erabiltzaile bakarria)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Zurezko altzaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altzariaren pisua (kg)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 7 urte)</li> </ul>
Osagai elektronikoen makineria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Makineriaren pisua (kg)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 20 urte)</li> </ul>
Makina industrial astuna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Makineriaren pisua (kg)</li> <li>• Erabilera-egunak</li> <li>• Bizitza denbora (suposaketa: 20 urte)</li> </ul>
Birziklatutako papera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orri kopurua</li> <li>• Orri azalera (A4: 0,06237 m<sup>2</sup>, A3: 0,12474 m<sup>2</sup>)</li> <li>• Orri dentsitatea (normalean, 80 g/m<sup>2</sup>)</li> </ul>
Birziklatu gabeko papera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orri kopurua</li> <li>• Orri azalera (A4: 0,06237 m<sup>2</sup>, A3: 0,12474 m<sup>2</sup>)</li> <li>• Orri dentsitatea (normalean, 80 g/m<sup>2</sup>)</li> </ul>
Iturriko ura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Litro eguneko</li> <li>• Egun kopurua</li> </ul>

4. Taula - Aukeren zerrenda "Materialak" atalean

"Osagai elektronikoen makineria" eta "Makina industrial astuna" izeneko fitxak laborategietan erabilitako azpiegitura industrial edota elektronikoen erabileraren ingurumen-inpaktuak kalkulatzeko erabil daitezke.

**Hausnarketarako:** produktu baten biziraupena bikoiztea lortzen badugu (adibidez, telefono baten bizitza bi urtetik laura luzatuz), produktu horren erabileraren ingurumen-inpaktua erdira jaitsiko dugu.

**Garrantzitsua:** kalkulu-orriaren errenkadak bikoiztu daitezke, kantitate ezberdinekin kontzeptu bereko hainbat sarrera egin behar badira.

### 3.2.5. Hondakinak

Hondakinen atalean aukerak beheko taulan erakusten dira. Atal honetan, erabiltzaileak ikertu beharko du bere herrian edo campusean bildutako hiri-hondakinen gainerako frakzioa zein tratamendu jasaten duen, errausketa edo zabortegira botatzea.

Prozesua/Zerbitzua/Produktua	Ikasleak sartu beharreko datuak
Hondakin-uren tratamendua	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hondakinaren bolumena litrotan eguneko</li> <li>● Egun kopurua</li> </ul>
Hiri-hondakinen errausketa (gainerako frakzioa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hondakin kopurua, kg eguneko</li> <li>● Egun kopurua</li> </ul>
Hiri-hondakin solidoak zabortegian uztea (gainerako frakzioa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hondakin kopurua, kg eguneko</li> <li>● Egun kopurua</li> </ul>
Biohondakinen digestio anaerobikoa	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hondakin kopurua, kg eguneko</li> <li>● Egun kopurua</li> </ul>
Biohondakinen konpostatzea	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hondakin kopurua, kg eguneko</li> <li>● Egun kopurua</li> </ul>
Tonerren birziklatzea	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kontsumitutako unitateak, hilabeteko</li> <li>● Egun kopurua</li> </ul>
Hondakin arriskutsuen errausketa	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hondakin kopurua, kg hilabeteko</li> <li>● Egun kopurua</li> </ul>
Hondakin arriskutsuak zabortegian gordetzea	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hondakin kopurua, kg hilabeteko</li> <li>● Egun kopurua</li> </ul>

5. Taula - Aukeren zerrenda "Hondakinak" atalean

**Garrantzitsua:** kalkulu-orriaren errenkadak bikoiztu daitezke, kantitate ezberdinekin kontzeptu bereko hainbat sarrera egin behar badira.

- 3.2.6. Garraioa

Garraioen atalean hurrengo aukerak izango ditu ikasleak:

Prozesua/Zerbitzua/Produktua	Ikasleak sartu beharrekoa
Garraioa ICE autoz <sup>6</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)<sup>7</sup></li> <li>● Bidaiari kopurua ibilgailuan (okupazioa)</li> </ul>

<sup>6</sup> Internal Combustion Engine (ICE), barne-errekuntzako motorra, orokorrean eztanda motorra deitua, erregai bat airearekin nahastu ondoren leherketa bat sortaraziz energia emateko gai den motor mota da. Bi mota nagusi ditugu eztanda motorretan: gasolinakoak eta gasoliokoak (diesel).

<sup>7</sup> pkm: passenger-km



Garraioa auto elektriko (nahaste elektriko osoa erabiliz, Espainiakoa 2018an)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> <li>● Bidaiari kopurua ibilgailuan (okupazioa)</li> </ul>
Garraioa auto elektriko (nahaste berriztagarria erabiliz, Espainiakoa 2018an)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> <li>● Bidaiari kopurua ibilgailuan (okupazioa)</li> </ul>
Garraioa motozikletaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> <li>● Bidaiari kopurua ibilgailuan (okupazioa)</li> </ul>
Garraioa bizikleta elektriko (nahaste elektriko osoa edo berriztagarria kontsumituz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> </ul>
Garraioa autobusez	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> </ul>
Garraioa tranbiaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> </ul>
Garraioa trolebusez	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> </ul>
Garraioa metro/aldiriko trenaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> </ul>
Distantzia luzeko garraioa trenaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> </ul>
Abiadura handiko trenaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> </ul>
Garraioa hegazkinez	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pkm (garraioa)</li> </ul>
Merkantzien garraioa trenez	<ul style="list-style-type: none"> <li>● tkm (garraioa)<sup>8</sup></li> </ul>
Merkantzien garraioa kamioiez	<ul style="list-style-type: none"> <li>● tkm (garraioa)</li> </ul>
Merkantzien garraioa itsasontziz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● tkm (garraioa)</li> </ul>
Merkantzien garraioa hegazkinez	<ul style="list-style-type: none"> <li>● tkm (garraioa)</li> </ul>
Merkantzien garraioa ibilgailu komertzial arinez	<ul style="list-style-type: none"> <li>● tkm (garraioa)</li> </ul>

6. Taula - Aukeren zerrenda "Garraioa" atalean

**Garrantzitsua:** kalkulu-orriaren errenkadak bikoiztu daitezke, kantitate ezberdinekin kontzeptu bereko hainbat sarrera egin behar badira.

---

<sup>8</sup> tkm: tona-km

### ● 3.2.7. Elikagaiak

Erabiltzaileak jarduera akademikoan kontsumitutako elikagaien inbentario osoa bildu behar du eta tresnan elikagai bakoitzerako errazio kopuru osoa sartu. Errazio guztiak gutxi gorabehera gramotan duten pisuaren arabera kalkulatu behar dira, eta likidoen kasuan, mililitro kopuruaren arabera. Gainera, bilaketa errazteko, elikagaiak bost talde handitan sailkatu dira: esnekiak eta antzekoak; haragia, arraina eta arrautzak; zerealak, lekaleak eta tuberkuluak; frutak, barazkiak eta bestelakoak: koipeak, olioak, saltsak eta azukreak eta edariak. Errazio kopurua kalkulatzeko, taula honetako informazioa erabiltzea gomendatzen da, zeinetan gida moduko adibideak biltzen diren. Zerrendan kontsumitutako produkturen bat aurkitzen ez bada, antzekoena erabiltzea gomendatzen da.

Elikagaien zerrenda		Errazioaren adibideak			Errazioaren neurria
<b>Esnekiak eta antzekoak</b>					
Esnea / soja-esnea	Errazio bat	- Katilukada bat	- Edalontzi bat		200-250 ml
	Errazio erdia	- Katilukada erdia			100-125 ml
Jogurta	Errazio bat	- 2 jogurt arrunt	- 1 jogurt handi (200-250 ml)		200-250 ml
	Errazio erdia	- Jogurt arrunt bat			100-125 ml
Gazta	Errazio bat	- 1-2 terrina txiki - 2-3 xerra	- 2-3 gaztatxo - 2 igurtzitako tostada	- gazta onduaren zati bat	80 g
	Errazio erdia	- Terrina bat - Xerra bat	- Gaztatxo bat - igurtzitako tostada bat		40-60 g
<b>Haragia, arraina eta arrautzak</b>					
Oilasko- eta oilo-okela, behi- eta txerri-okela	Errazio bat	- ¼ oilasko txiki - oilasko-bularki txiki bat - hanburgesa bat	- txahal-xerra txiki bat - egositako okelaren platerkada erdi - Txuleta bat	- 2-3 txuleta txiki edo saiheski - 2-3 txerri-solomoaren xerra	125-150 g
Urdaiazpiko serrano / urdaiazpiko egosia	Errazio bat	- 2 xerra			50-60 g
Arraina	Errazio bat	- xerra, medailoi edo errazio indibidual bat - 3-4 xerra			125-150 g
Oilo-arrautza	Errazio bat	- Arrautza bat			50-75 g
Patata-tortilla	Errazio bat	- Tortilla-pintxo bat			100-150 g
<b>Zerealak, lekaleak eta tuberkuluak</b>					
Ogia	Errazio bat	- Zati bat, txapata zati bat (3 atzamar) - Ogi-opiltxo bat	- 6 atzamar ogi-barra - ¼ baguette-barra	- 4 biskote - 2 moldeko ogi-xerrak	40-60 g
	Errazio erdia	- La mitad de lo descrito en la casilla anterior			20-30 g
Gosarirako zerealak / gailetak, barkilloak	Errazio bat	- Gosarirako zerealeen katilukada bat - Muesli katilukada erdia	- 6-9 María gaileta - 4-6 <i>digestive</i> motako gaileta		30-40 g
	Errazio bat	- Croissant bat	- 3 mini croissant		90-100 g

Elkagaien zerrenda		Errazioaren adibideak			Errazioaren neurria
Croissant / <i>baklava</i>	Errazio erdia	- Croissant erdia	- 1-2 mini croissant	- 1 <i>baklava</i>	45-50 g
Euskal pastela / arroz-esnea	Errazio bat	- Errazio txiki bat			100 g
Arroz / Pasta	Errazio bat	- Platerkada arrunta			170-240 g
	Errazio erdia	- Platerkada erdi arrunta			90-120 g
	¼ errazio	- Garnizio bat, arroza edo pasta entsaladan			60 g
Lekaleak	Errazio bat	- Platerkada arrunta			140-210 g
	Errazio erdia	- Platerkada erdi arrunta	- Garnizio bat	- Entsalada apur bat	70-105 g
Patata	Errazio bat	- Platerkada erdi arrunta	- Patata handi bat edo 2 patata txiki	- Pure-plater arrunt erdia	150-200 g
	Errazio erdia	- 1/4 platerkada arrunta	- Patata handi erdi edo patata txiki bat	- Patata-pure garnizioa	75-100 g
<b>Frutak, barazkiak eta bestelakoak</b>					
Fruta freskoa	Errazio bat	- Fruta ale ertain bat - 2 mandarina - Granada bat	- 2 okaran handi edo 3 okaran txiki - Marrubi-katilukada bat	- 4 abrikot txiki - Anana-xerra bat	120-200 g
	Errazio erdia	- Fruta ale erdia - Okaran handia	- Mandarina bat - 4-6 marrubi	- 2 abrikot txiki	60-100 g
Tomatea / Letxuga, endibia, eskarola	Errazio bat	- Tomate ertain bat edo 2 tomate txiki	- Endibia bat	- Entsalada platerkada bat	150-200 g
	Errazio erdia	- ½ tomate ertain edo tomate txiki bat	- ½ entsalada-platerkada		75-100 g
Olibak	¼ errazio	- Entsalada-garnizio			35-50 g
	Errazio bat	- 6-10 oliba	- Oliba-eskukada txiki bat		25-35 g
Piperra / tipula tipuleta	Errazio bat	- Piper txiki bat - ½ piper lodia	- Tipula txiki bat - ½ tipula txiki	- 3-4 tipulina	100-120 g
	Errazio erdia	- ½ piper txiki	- 8-10 Padrongo piperrak	- 1-2 tipulina	50-60 g
Barazki-purea barazkia / azenario egosia	Errazio bat	- Barazki egosiaren edo gisatuaren platerkada arrunt bat	- Pure- edo barazki-kremaren platerkada arrunt bat		150-200 g
	Errazio erdia	- Barazki egosiaren edo gisatuaren platerkada arrunt baten erdia	- Pure- edo barazki-kremaren platerkada erdia		75-100 g
	¼ errazio	- Barazki egosiaren edo gisatuaren garnizioa			32-50 g
Fruitu lehorrak	Errazio bat	- Eskukada bat - 20-30 hur	- 4-6 intxaur	- 15-20 almendra	25 g
<b>Bestelakoak: koipeak, olioak, saltsak eta azukreak</b>					
Oliba-olioa	Errazio bat	- Arrasean betetako zopa-koilarakada bat			10 ml
Tomate-saltsa	Errazio bat	- Zerbitzatzeko 2 koilarakada handi			30 ml
Azukre zuria / ezitia	Errazio bat	- Ezti postre-koilarakada bat - Postre-koilarakada bat azukre	- Zorrotxo bat - 2 terroi		8-10 g
<b>Edariak</b>					
Iturriko ura	Errazio bat	- Edalontzi bete ur			250 ml
Botilako ur minerala	Bi errazio	- Litro erdiko botila txiki bat (500 ml)			250 ml
	Errazio bat	- Botila txiki bat (200-250ml)			250 ml
Kafe hutsa edo kafesnea, tea, infusioa	Errazio bat	- Katilukada bat			80 ml
Freskagarria / laranja-zukua	Errazio bat eta erdi	- Lata bat			330 ml

Elikagaien zerrenda		Errazioaren adibideak		Errazioaren neurria	
Garagardoa	Errazio bat	- Edalontzi bat	- Beirazko botila txiki bat	200-250 ml	
	Errazio bat eta erdi	- Lata bat	- 1/3 litro	330 ml	
	Errazio bat	- Edalontzi bat	- 1 kaña	- 1 botila txikia (20 cl)	200-250 ml
	Errazio erdia	- Zurito bat		100 ml	
Ardoa	Errazio bat	- Kopa bat	- Txikito bat	100 ml	

7. Taula. "Elikagaiak" fitxako aukeren zerrenda eta errazioen gida

**Garrantzitsua:** kalkulu-orriko errenkadak bikoiztu daitezke, kantitate desberdineko kontzeptu bereko hainbat sarrera egin behar badira.

- **3.2.8. Informazio gehigarria**

Honetaz gain, atal bakoitzean informazio gehiago aurki dezake ikasleak. Jarduera bakoitza (kontsumo energetikoa, materialen kontsumoa, hondakinen tratamendua, pertsona edo merkantzien garraioa eta elikagaiak) errenkadaka banatuta dago eta zutabeetan produktu/zerbitzu bakoitzaren honako informazio hau ematen da: prozesua, unitate funtzionala, ecoinvent edo Agribalyse® datu-basetik erreferentziarako hartutako prozesua, prozesuaren deskribapena, kokalekua, teknologia, inpaktu-kategorien koefizienteak (ezkutatuta daude baina ikasleak nahi izanez gero ikusi ditzake), ikasleak bere balioak sartzeko parametroak, eta sortutako inpaktuen balioak (formulen bidez kalkulaturako balioak, proportzionaltasun arauak erabiliz).

## 4. Emaitzak

Emaitzetan, aurrean aipatutako orrien laburpena aurkituko du ikasleak, multzo bakoitzean sortu den inpaktua adieraziz, inpaktu-kategoria bakoitzean. Hala ere, ikasleak balio hauen inpaktua kualifikatzeko eta sortutako inpaktua neurtzeko, beste erreferentzia bat ematen da: 2010. urtean, mundu osoan, pertsonako batez besteko inpaktua<sup>9</sup>. Hurrengo taulan kontsultatu daitezke aipatutako normalizazio datuak:

Inpaktu-kategoriak	Balioa	Unitatea
Berotze globala	7.990,40765	kg CO <sub>2</sub> baliokide (karbono dioxidoa) pertsonako 2010ean
Ozono estratosferikoa agortzea	0,06001	kg CFC-11 baliokide (triklorofluorometanoa) pertsonako 2010ean
Erradiazio ionizatzailea	479,91735	kBq Co-60 baliokide (kobalto 60 isotopoa) pertsonako 2010ean
Partikula meheen eraketa	25,56959	kg PM <sub>2,5</sub> baliokide pertsonako 2010ean
Ozono fotokimikoa eratzea - giza osasuna	20,56746	kg NO <sub>x</sub> baliokide pertsonako 2010ean
Ozono fotokimikoa eratzea - lehorreko ekosistemak	17,74933	kg NO <sub>x</sub> baliokide pertsonako 2010ean
Lehorreko azidifikazioa	40,98051	kg SO <sub>2</sub> baliokide (sufre dioxidoa) pertsonako 2010ean
Ur gezako eutrofizazioa	0,64989	kg P baliokide (fosforoa) pertsonako 2010ean
Itsasoen eutrofizazioa	4,61779	kg N baliokide (nitrogenoa) pertsonako 2010ean
Giza toxikotasuna - kantzerigenoa	10,29831	kg 1,4-DB baliokide (diklorobentzenoa) pertsonako 2010ean
Giza toxikotasuna - ez-kantzerigenoa	31.251,84226	kg 1,4-DB baliokide (diklorobentzenoa) pertsonako 2010ean
Lehorreko ekotoxikotasuna	15.200,31066	kg 1,4-DB baliokide (diklorobentzenoa) pertsonako 2010ean
Ur gezako ekotoxikotasuna	25,17470	kg 1,4-DB baliokide (diklorobentzenoa) pertsonako 2010ean
Itsasoko ekotoxikotasuna	43,44284	kg 1,4-DB baliokide (diklorobentzenoa) pertsonako 2010ean
Uraren erabilera	266,63926	m <sup>3</sup> pertsonako 2010ean
Lurraren erabilera	6.167,48228	m <sup>2</sup> pertsonako 2010ean
Baliabide mineralak agortzea	120.051,20955	kg Cu baliokide (kobrea) pertsonako 2010ean
Baliabide fosilak agortzea	983,27742	kg petrolio baliokide pertsonako 2010ean

8. Taula - Normalizazio datuak. 2010.eko munduko batez besteko inpaktuak, pertsonako.

Iturria: ReCiPe 2016, *midpoint*, ikuspegi hierarkikoa

Hau ez ezik, modu errazagoan ikusteko helburuarekin, bi grafiko ikusteko aukera du ikasleak. Ondoren, bakoitzaren adibide bat emango da eta hauek nola interpretatzen diren azalduko da.

<sup>9</sup> ReCiPe 2016 normalizazio faktoreak, 2010. urtean, munduan, *midpoint*, ikuspegi hierarkikoa.

Datuak eskuragarri daude esteka honen bidez:

<https://www.rivm.nl/sites/default/files/2020-07/Normalization%20scores%20ReCiPe%202016.xlsx>

*Ikasle batek martxoan, apirilean eta maiatzean egiten du bere GrALa (90 egun gutxi gorabehera).*

*40 m<sup>2</sup>-ko laborategi batean egiten du lan egun osoan, beste 3 ikaskiderekina batera.*

*Hilabete batez, berokuntza-sistema martxan dago (15 lanegun). Eraikinak gas naturalaren galdara bat du. Campuseko eskualdeko klima epela da, eta urtean 90 egunez egoten da piztuta berokuntza-sistema.*

*Elektrizitatearen kontsumoak ondorengo jatorria du:*

- Ordenagailu eramangarri bat eta kontsumo baxuko pantaila bat (150 W, astean 5 lan egun, 7 ordu/eguneko; guztira 67,5 kWh elektrizitate berriztagarri eta ez-berriztagarriko nahasketarekin);*
- laborategiko argiztapena (500 W-eko potentzia, 4 pertsonen partekatuta, astean 5 lan egun, 8 ordu/eguneko; guztira 64,3 kWh elektrizitate berriztagarri eta ez-berriztagarriko nahasketarekin);*
- Industri tailer batean, industria-makineria erabiltzen da aste zehatz batean 20 orduz probak egiteko (makineria 1.000 kg-ko pisua du eta 1 kW-eko batez besteko kontsumoa; kontsumoa iturri berriztagarrietako 20 kWh-ko elektrizitatea da).*

*Denbora horretan, ikasleak ordenagailu eramangarri bat, potentzia gutxiko pantaila bat, sagu bat, koloretako inprimagailu bat eta bi toner-kartutxo erabiltzen ditu. Proiektuan zehar, bere mugikorra (%50ean, gainontzeko erabilera kontu pertsonaletarako) eta tableta (%100ean, proiekturako erabilera eskusiboa) erabiltzen ditu. Birziklatutako paperezko 1000 DIN-A4 orri kontsumitzen ditu. Bere eguneroko ur kontsumoa eguneko 10 litro da, zentroko zerbitzuetan.*

*Adierazi denez, ikasleak 1.000 kg-ko makineria industrial batekin probak egiten ditu, aste batean.*

*Ikasleak 0,5 kg hondakin nahasi sortzen ditu egunean (zerbitzuan, zakarrontzietan, kafetegian). Ikasleak badaki bere inguruan hondakin horien %70, aurretratamendua egin ondoren, erraustu egiten dela eta gainerako %30 zabortegietan amaitzen dela.*

*Ikasleak egunero bidaiatzen du etxetik campusera, 15 km (guztira 1.930 km), metroz. Horrez gain, bidaiak puntualak (zenbait bilera, jardunaldi bat) egin behar izan ditu autobusez (200 km), eta autoz beste pertsona batekin (1.000 km guztira).*

*Dieta askotarikoa du, elikagai talde guztietako produktuak jaten ditu, baita haragikiak, postreak eta edari alkoholduak ere. Ikasleak bost otordu egin ohi ditu egunean: gosaria, bazkaria, afaia eta bi askari. Hala ere, jarduera akademikoan, elikagai horien proportzio bakarra kontsumitzen du, proiektuaren ordutegiaren arabera, astelehenetik ostiralera, egunean zazpi orduz. 9. taulan aste tipiko batean kontsumitutako elikagaiak xehetasunez deskribatzen dira.*

	<b>Astelehena</b>	<b>Asteartea</b>	<b>Asteazkena</b>	<b>Osteguna</b>	<b>Ostirala</b>	<b>Larunbata</b>	<b>Igandea</b>
<b>Gosaria</b>	Arrautza frijitu bat Ogi-xerra bat Gazta-xerra bat 5 marrubia	Arrautza frijitu bat Ogi-xerra bat Gazta-xerra bat	Arrautza frijitu bat Ogi-xerra bat Gazta-xerra bat	Arrautza frijitu bat Ogi-xerra bat Gazta-xerra bat	Arrautza frijitu bat Ogi-xerra bat Gazta-xerra bat	Zereal bol bat esnearekin	2 arrautza frijitu Ogi-xerra bat Gazta-xerra bat
<b>Askaria</b>	Tea esnearekin	Tea nektarina bat	Kafe hutsa platan bat 3 abrikot	Infusioa okaran bat	Infusioa nektarina bat	Kafe hutsa Tortilla- pintxo bat	2 mandarina granada bat
<b>Bazkaria</b>	1. Marmitakoa 2. Oilasko errea entsalada-garnizioarekin (letxuga eta tomate entsalada) eta patata frijituak Postrea: sagarra	1. Makarroiak txanpiñoekin 2. Antxoak entsalada-garnizioarekin (letxuga eta tomate entsalada)	1. Entsalada: letxuga, tomatea, azenarioa, olibak eta gazta 2. Txahal urrixa ogi-garnizio eta patata frijituekin Postrea: Arroz-esnea	1. Barazki-purea 2. Arrain arrautzaztuta entsalada-garnizioarekin (letxuga eta tomate entsalada) eta patata frijituak	1. Paella motako arroza 2. Patata-tortilla tomate saltsarekin eta entsalada-garnizioarekin (letxuga eta tomate entsalada) Postre: palmera bat y sagar bat	Ur-botila bat Oilasko-bularkiarenekin plater konbinatua: garnizioarekin: arroz zuria, patata frijituak eta entsalada (letxuga, tomatera eta azenarioa) Postre: 2 baklava	-
<b>Azkaria</b>	Coca-Cola® Kafe hutsa	Infusioa eztiarekin	Infusioa	Sagarra	Kafesnea Sandwich mistoaren pintxo bat	Kafe hutsa	Infusioa Urdaiazpiko ogitartekoa 2 palmera
<b>Afaria</b>	Zereal bol bat esnearekin	Zereal bol bat esnearekin		Zereal bol bat esnearekin	2 garagardo (kaña)		Barazki salteatuta arroz eta almendra garnizioarekin

9. Taula. Eredu-menua (astebete)

Asteke eredu menuatik abiatuta, 10. taulan inbentario osoa biltzen da, eta 90 eguneko aldiari elikagai bakoitzerako errazioen kopuru osoa kalkulatu da.

<b>Eredu menuko agerpenen guztizko kopurua</b>		<b>Errazioaren baliokidetasuna taularen arabera</b>	<b>Errazio-kopurua</b> Aste-ereduko 7 eguneko zatitzen eta 90 eguneko biderkatzen da	<b>Iruzkina</b>
<b>Esnekiak eta antzekoak</b>				
4	Esnea	1	51,4	Gosariako zerealekin hartutako esnari dagokio
6,5	Gazta-xerra	0,5	41,8	Sandwich mistoaren gazta kontuan hartzen du
1	Gazta-garnizioa	1	12,9	Asteazkeneko entsalada-platearraren osagai modura
<b>Haragia, arraina eta arrautzak</b>				
2	Oilasko zati bat	1	25,7	
1	Txahal-okela	1	12,9	
1	Urdaiazpiko serranoaren xerra bat	0,5	6,4	
0,5	Urdaiazpiko egosiaren xerra bat	0,5	3,2	Sandwich mistoaren osagai modura
3	Arraina	1	38,6	Antxoak, arrain arrautzaztua eta paellaren mariskoa kontuan hartzen ditu
1	Hegaluzea	1	12,9	Marmitakoaren hegaluzea kontuan hartzen du
7	Arrautza frijituak	1	90,0	
3	Tortilla eta tortilla-pintxoak	1	38,6	Ostiraleko bazkariaren tortilla (2) eta larunbateko pintxoak kontuan hartzen ditu

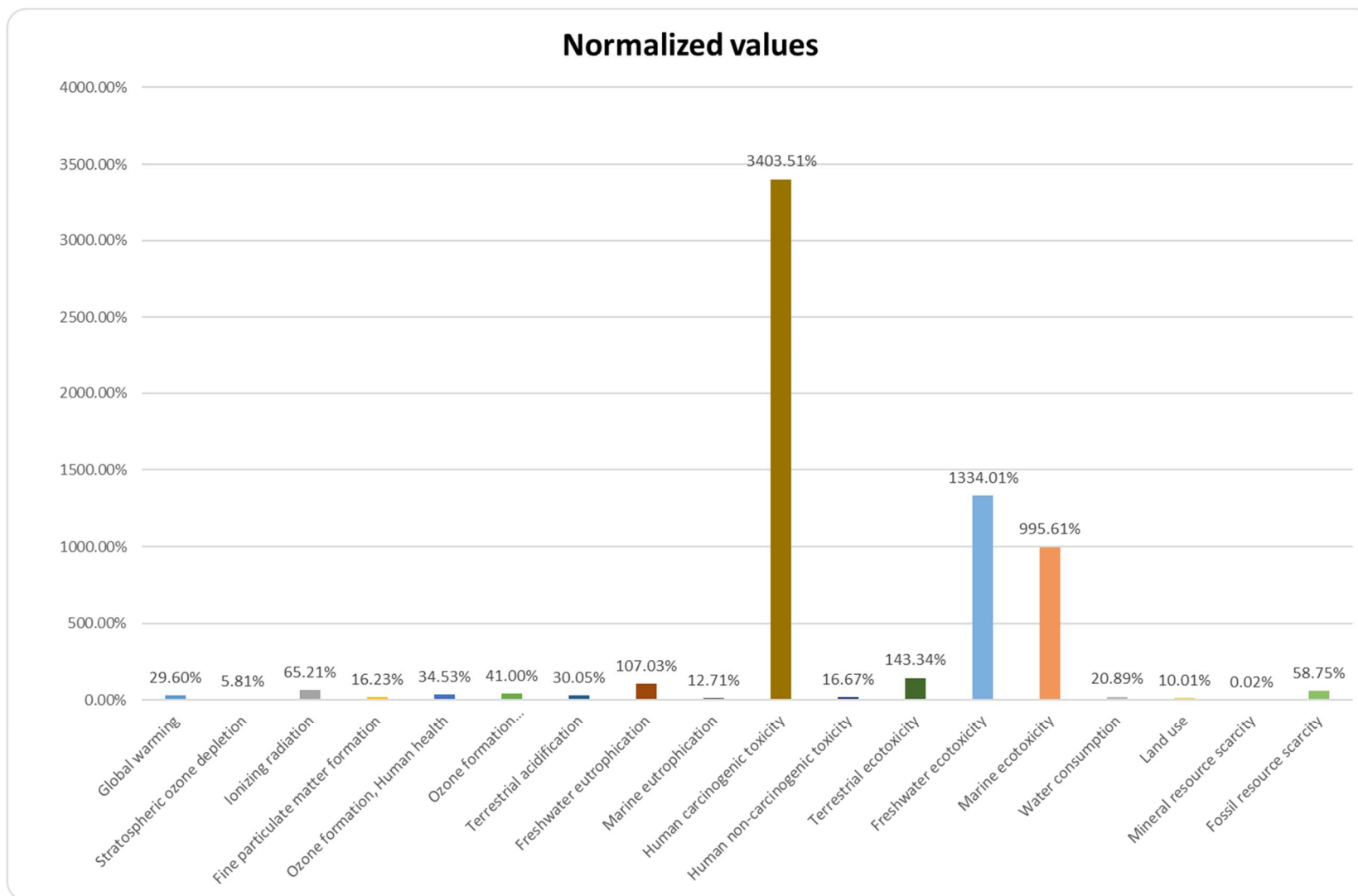
Eredu menuko agerpenen guztizko kopurua		Errazioaren baliokidetasuna taularen arabera	Errazio-kopurua Aste-erreduko 7 egunez zatitzen eta 90 egunez biderkatzen da	Iruzkinak
<b>Zerealak, lekaleak eta tuberkuluak</b>				
3	Txapata-ogiaren garnizioa	1	38,6	
7	Moldeko ogi xerra bat	0,5	45,0	
1	Makarroiak	0,5	6,4	
2	Arroz zuria	1	25,7	Bi garnizio eta paellaren arroza kontuan hartzen ditu
4	Gosariko zereala	1,25	64,3	
2	Baklava	1	25,7	
1	Arroz-esnea	1	12,9	
3	Palmerak	0,5	19,3	Gaileta arrunta esleitzen zaio
1	Patata	1	12,9	Marmitakoaren osagai modura
<b>Frutas, verduras y hortalizas</b>				
1	Almendra eskukada bat	1	12,9	
1	Marrubi errazio bat	0,5	6,4	
4	Okarana	0,5	25,7	Okaranaz gain, abrikota eta nektarina kontuan hartzen ditu
1	Platanoa	1	12,9	
1	Granada	2	25,7	
1	Mandarina	1	12,9	Laranja esleitzen zaio
3	Sagarra	1	38,6	
1	Olibak	1	12,9	Entsaladaren errezetaren parte modura
3	Azenarioa	0,25	9,6	Entsaladaren errezetaren parte modura (2) eta garnizio modura (1)
5	Letxuga-garnizioa	0,25	16,1	
1	Letxuga	1	12,9	Entsaladaren errezetaren parte modura
7	Tomatea	0,25	22,5	Entsaladaren errezetaren parte modura
4	Patata frijituen garnizioa	0,5	25,7	
1	Tipula	0,25	3,2	Marmitakoaren osagai modura
2,5	Barazki-purea	1	32,1	Purez gain (1), salteatutako barazkiak (1), makarroi txanpiñoiak (0,25) eta paellaren barazkiak (0,25)
<b>Bestelakoa: gantzak, olioak, saltsak eta azukrea</b>				
6	Oliba-olioa	1	77,1	Entsalada-ongailu modura
1	Eztia	1	12,9	Infusioarekin kontsumitutako eztea kontuan hartzen du.
2	Tomate-saltsa	1	25,7	Ostiraleko bazkariarena (tomate-saltsa) eta marmitakoaren errezetarena
<b>Edariak</b>				
6	Tea / Infusioa	1	77,1	
4	Kafe hutsa	1	51,4	
2	Kafesnea	1	25,7	
2	Garagardoa (kaña)	1	25,7	
1	Coca-Cola®	1	12,9	
1	Botilako ura	1	12,9	
28	Iturriko ura	1	360	Lau edalontzi bete ur egunean

10. taula. Elikagaien inbentarioa eta 90 eguneko errazioen kopuru osoa

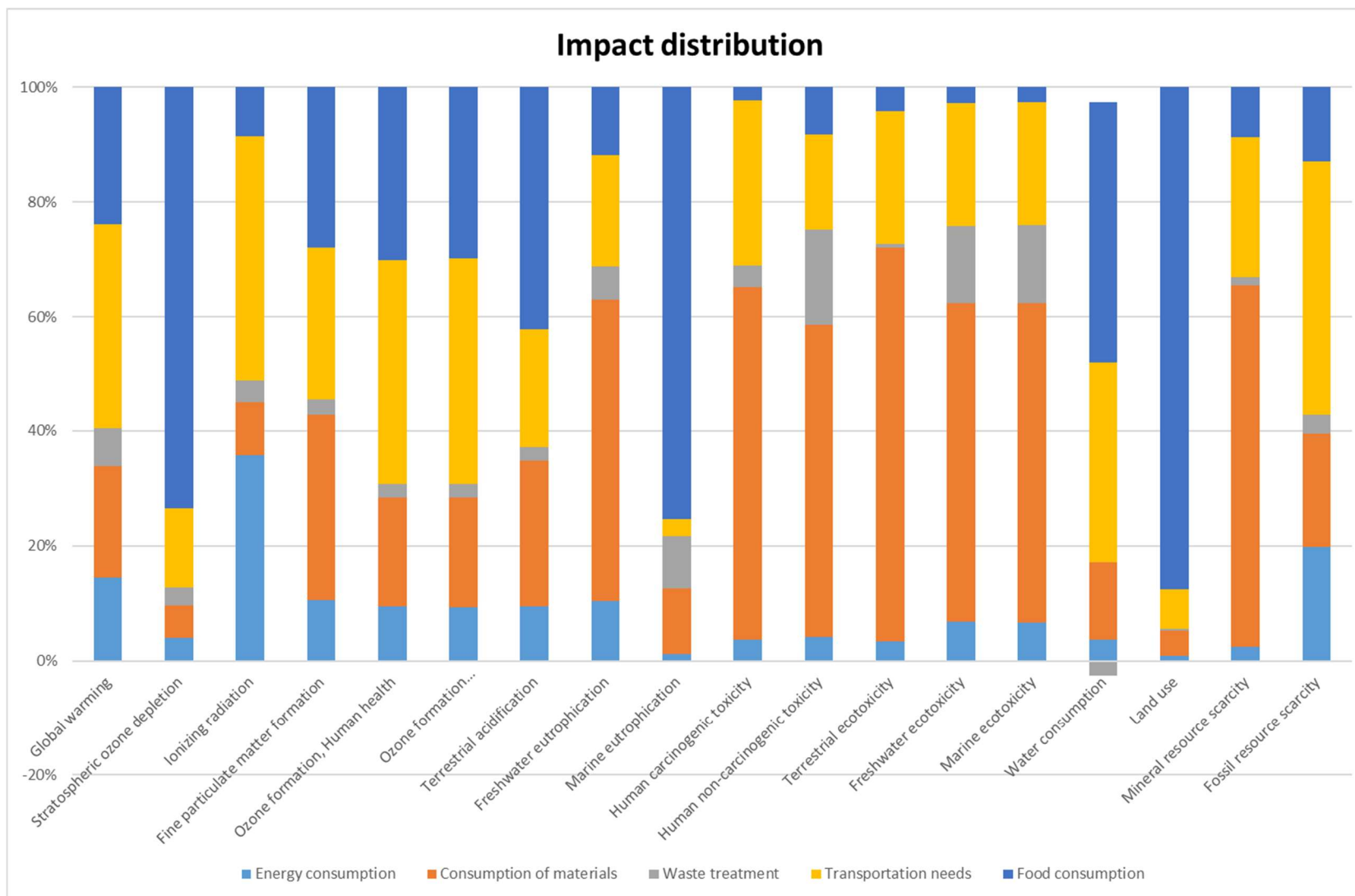
Azkenik, jarduera akademikoa astelehenetik ostiralera eta egunean zazpi orduz gertatzen denez, balioak kalkulu-orrian sartzeko orduan, dagokion kontsumo proportzionala esleitzeko faktore bat aplikatu behar da. Adibidez, gure inbentarioan 51,4 kafe-errazio ditugu 90 eguneko epean. Jarduera akademikoari dagokion proportzioa esleitzeko, biderketa hauek egingo ditugu: egunean 7/24 ordu kopuruaren faktorea eta astean 5/7 egun kopuruaren faktorea



*(kalkulu-orrian sartu beharrekoa:  $54,4 \times 7/24 \times 5/7$ ). Eta horrela hurrenez hurren elikagaien zerrenda guztiarekin.*



1. Grafikoa - Inpaktu-kategoria bakoitzaren konparazioa ehunekotan, 2010. urteko datuak erreferentziatzat hartuta



2. Grafikoa - Inpaktu-kategoria bakoitzean jarduera bakoitzak (energia/materialak/hondakinak/garraioa/elikagaiak) duen pisua

Grafikoen interpretazioa hurrengoa litzateke:

1. Lehenengo grafikoan, ikasleak jarduera akademikoa burutzean sortutako inpaktua konparatzen da 2010. urtean, mundu osoan, pertsonako batez besteko inpaktuarekin. Hau lortzeko, lehen aipatu bezala, ikasleak lana burutzeko denborarekin zatitzen da inpaktu osoa; horrela, posible da eguneko batez besteko inpaktua kalkulatzeko. Balio hori, normalizatutako balioekin zatitu eta ehunekoetan erakusten da grafikoan, ingurumen inpaktu-kategoria bakoitzeko. Beraz, grafika honetan egin beharreko interpretazioa hurrengoa da: Inpaktu-kategoria batean kalkulaturako ehunekoak %100 baino altuagoak baldin bada, orduan inpaktu-kategoria horretan sortutako inpaktua 2010. urteko batez bestekoa pertsonako baino altuagoa da. Adibidez: jarduera akademikoan ikasleak eguneko sortutako klima aldaketa 2010. urtean munduan pertsonako sortutako batez bestekoaren %29,6 izan zen; ur gezaren eutrofizazioan %107,03, eta baliabide fosilen agortzean %58,75.

Proposatu dugun adibidea aztertuz gero, oso argi dago giza toxikotasun kantzerigenoan (%3403,51), lehorreko ekotoxikotasunean (%143,34) eta ur gezaren (%1334,01) eta itsasoan ekotoxikotasunetan (%995,61), eguneko inpaktuak handiagoak direla ditugun erreferentziazko balioekin konparatuz gero. Grafikoa oso erabilgarria da ikasleak inpaktu espezifikoa zein den jakiteko. Inpaktu horiek zein jarduerarekin lotuta dauden jakiteko, 2. grafikoa aztertu behar da.

2. Bigarren grafikoak, jarduera talde bakoitzak (kontsumo energetikoa, materiala, hondakinen tratamendua, garraio beharrak eta elikagaiak) inpaktu bakoitzean duen eragina zein den jakitea ahalbidetzen du. Zutabe bakoitza (ingurumen inpaktu-kategoria bakoitzari erreferentzia egiten diona) bost koloretan banatuta dago eta kolore bakoitzak jarduera talde baten ekarpena islatzen du. Gainera, zutabe bakoitzaren gainean punteroa jarritz gero, zehatz mehatz jarduera taldeak duen eragina ikus daiteke (inpaktu-kategoria bakoitzeko unitateak 10. taulan erakusten dira, beheerago). Adibidearen grafikoa aztertuz gero, ozono fotokimikoaren eratzean eragin gehien dituen jarduerak garraioari lotuta daudela egiaztatu daiteke. Uraren kontsumoan, aldiz, hondakinen tratamenduari erlazionaturako jarduerak inpaktua murrizten dute: hondakin-uren tratamenduan, ura kontsumitu beharrean ur garbia lortzen dugulako gertatzen da hori. Materialen kontsumoak inpaktu-kategoria guztietan eragina du, eta gainera, oso nabarmena batzuetan: Baliabide mineralen urritasuna, Itsasoan ekotoxikotasunean, Giza toxikotasunetan, Ur gezako eutrofizazioan eta Ur gezako eta lehorreko ekotoxikotasunetan. Era berean,

elikagaien kontsumoak inpaktu-kategoria guztietan eragina duela ikus daiteke, bereziki, ozono-geruza suntsitzean, itsasoaren eutrofizazioan eta lurzoruen erabileran.

1. grafikoan nabarmentzen ziren bi kategoriatan (Itsas ekotoxikotasuna eta Ur gezako ekotoxikotasuna) materialen kontsumoa da garrantzitsuena, eta horren barruan Eraikinen erabilera da iturri nagusia. Giza toxikotasun minbizidunean, berriz, makineria industrialaren erabilera da iturri nagusia, eta horren atzetik garraio-beharrak datoz, batez ere autoz egindako bidaiak.

## 5. Inpaktu-kategorien azalpena

---

Ikasleak tresnak eskatzen dizkion balioak sartu ondoren, inpaktu-kategoria desberdinei dagozkien koefizienteak jasoko ditu. Hauek ondo katalogatzea guztiz beharrezkoa da, erabiltzaileak zehatz mehatz jakin dezan zenbatekoa den sortutako inpaktuaren benetako ondorioa. Hurrengo ataletan, tresnak eskaintzen dituen kategoria hauen deskribapena eta inpaktuaren nondik norakoak azalduko dira.

Dokumentu honek ReCiPe 2016 v.1.1 (Huijbregts et al., 2017) metodoaren 18 inpaktu-kategorien deskribapena jasotzen du. 11. taulan inpaktu-kategoria guztiak agertzen dira, dagozkien unitateekin batera. "Inpaktu kategoria" zutabean, dokumentu honetan batera deskribatzen diren kategoriak multzokatu dira.

## INGURUMEN-INPAKTUAREN KATEGORIEN DESKRIBAPENA. Midpoint, ReCiPe 2016 v1.1

*11. Taula. 18 Ingurumen-Inpaktuaren kategorien zerrenda dagozkien unitateekin. ReCiPe 2016 v.1.1 metodologia*

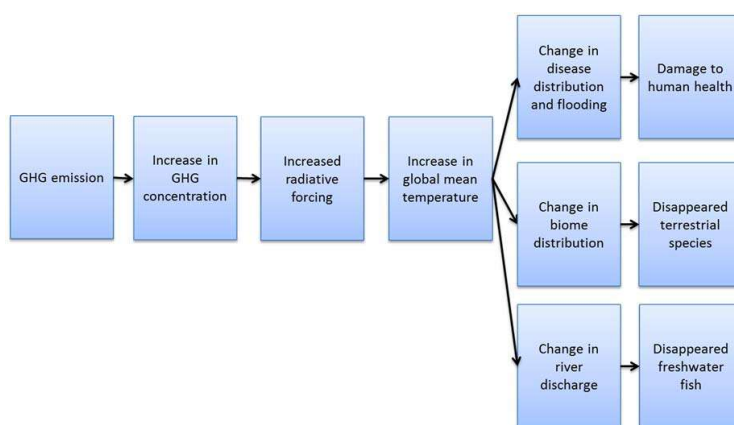
Inpaktu kategoria		Unitatea
1.- Berotze globala		kg CO <sub>2</sub> baliokide
2.- Ozono-geruzaren urritzea		kg CFC-11 baliokide (CFC-11: triklorofluorometano)
3.- Erradiazio ionizatailea		kBq Co-60
4.- Partikulak eratzea		kg PM <sub>2,5</sub> baliokide
5.- Ozono fotokimikoa eratzea: giza osasuna	Ozono fotokimikoa eratzea	kg NO <sub>x</sub>
6.- Ozono fotokimikoa eratzea: ekosistemen kalitatea		kg NO <sub>x</sub>
7.- Lehorreko azidifikazioa		kg SO <sub>2</sub> baliokide
8.- Ur gezaren eutrofizazioa	Eutrofizazioa	kg P baliokide, ur geza
9.- Itsasoen eutrofizazioa		kg N baliokide, itsasoko ura
10.- Giza toxikotasuna: kantzerigenoa	Toxikotasuna	kg 1,4-DCB baliokide (diklorobentzeno), airera
11.- Giza toxikotasuna: ez- kantzerigenoa		kg 1,4-DCB baliokide (diklorobentzeno), airera
12.- Lehorreko ekotoxikotasuna		kg 1,4-DCB baliokide (diklorobentzeno), lurzoru industrialera
13.- Ur gezako ekotoxikotasuna	Ekotoxikotasuna	kg 1,4-DCB baliokide (diklorobentzeno), ur gezara
14.- Itsasoko ekotoxikotasuna		kg 1,4-DCB baliokide (diklorobentzeno), itsasoko uretara
15.- Uraren erabilera		m <sup>3</sup> (metro kubiko) ur (kontsumitutako ura)
16.- Lurraren erabilera		m <sup>2</sup> a (m <sup>2</sup> bider denbora, urteetan neurtuta)
17.- Baliabide mineralak agortzea	Baliabideak agortzea	kg Cu baliokide
18.- Baliabide fosilak agortzea		kg petrolio baliokide

Informazio gehiago (ikus inpaktu-kategoriak): <https://lc-impact.eu/methodology.html>

## 5.1. Berotze globala

**Unitatea:** kg CO<sub>2</sub> baliokide

Inpaktu-kategoria honek Berotegi Efektuko Gasen (BEG) isuriak neurtzen ditu. Emisio horien ondorioz, atmosferako BEGen kontzentrazioa handitu egiten da, eta horrek, era berean, handitu egiten du atmosferaren erradiazioa bortxatzeko gaitasuna (*radiative forcing*, W·m<sup>-2</sup>). Erradiazioa bortxatzeko gaitasunak Lurrak xurgatzen duen eguzkitiko argiaren eta espaziora irradiatzen den energiaren arteko diferentzia adierazten du. Erradiazioa bortxatzeko gaitasuna handituz gero, batez besteko tenperatura globala handitzen da. Ondorioz, hainbat amaierako puntuko ingurumen-inpaktu sortzen dira: giza osasuna eta ekosistemak, bai lehorrekoak eta baita uretakoak ere kaltetzea (1. Irudia).



1. irudia. Kausa-efektu katea, BEGen isurietatik abiatuz, giza osasuna kaltetzea arte, lehorreko eta uretako ekosistemen espezieak galtzeko. Iturria: ReCiPe, 2017

BEG batek erradiazioa bortxatzeko gaitasunean duen eragina, erreferentziako substantziarekiko, karbono dioxidoa (CO<sub>2</sub>) eta 20, 100 edo 1000 urteko denbora-mugarekiko adierazten da, ikuspegi indibidualista, hierarkikoa eta berdintasunezkoa hurrenez hurren, zehazten duena.

12. taulan, BEG nagusien Berotze Globaleko Potentzialaren (GWP ingelesez, *Global Warming Potential*) balioak jaso dira. GWP balioak denboran zehar (20, 100 edo 1000 urte) integratutako erradiazioa bortxatzeko gaitasun gehigarria adierazten du, dagokion 1 kg BEG jakinaren emisioak eragindakoa, 1 kg CO<sub>2</sub>-aren emisioak denbora-epe berean eragindako erradiazioa bortxatzeko gaitasunari dagokionez. Beste BEG batzuren GWP-balioak IPCC txostenean kontsulta daitezke (IPCC, 2013); besteak beste, klorofluorokarbonoak, hidroklorofluorokarbonoak, hidrofurokarbonoak eta abar.



12. taula. Berotegi-Efektuko Gas nagusien Berotze Globaleko Potentzialak (kg CO<sub>2</sub> baliokide/kg), 2, 100 eta 1000 urteko denbora-mugarekiko (Iturria: IPCC, 2013)

Konposatua	Ikuspegia		
	Indibidualista (20 urte)	Hierarkikoa (100 urte)	Berdintasunezkoa (1000 urte)
Karbono dioxidoa (CO <sub>2</sub> )	1	1	1
Metanoa (CH <sub>4</sub> )	84	34	4,9
Metano fosila	85	36	4,9
Oxido nitrosoa (N <sub>2</sub> O)	264	298	78,8

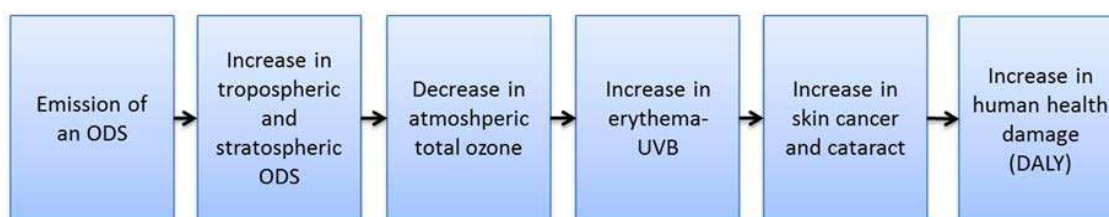
**Informazioa:** <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/el-cambio-climatico/>

## 5.2. Ozono-geruzaren urritzea

**Unitatea:** kg CFC-11 baliokide (triklorofluorometanoa)

Inpaktu-kategoria honek ozonoa agortzen duten substantzien (ODS ingelesez, *Ozone Depleting Substances*) isuriak adierazten ditu. Ozono-geruza agortzen duten substantziak oso iraunkorrak dira. Horien molekulek kloro- eta bromo-atomoak dituzte, ozonoarengan eragina dutenak eta ozonoa suntsitzen dutenak, batez ere, estratosferan. Izan ere, ozonoa agortzen duten substantziek bizitza-denbora luzea dute eta estratosferaraino irits daitezke.

Ozono estratosferikoak erradiazio ultramorea-B (UVB) xurgatzen du. Estratosferako ozono-kontzentrazioa murriztearen ondorioz, Lurraren azalerara erradiazio UVB gehiago iristen da. 2. irudian, ozono-geruza agortzen duten substantzien emisioen kausa-efektu katea ikus daiteke. Horrek, ondorio negatiboak ditu giza osasunean, hala nola, larruazaleko minbiziaren intzidentzia areagotzea eta begi-lausoa agerraraztea.



2. irudia. Kausa-efektu katea, Ozonoa agortzen duten substantzien (ODS) isurietatik abiatuz, giza osasuna kaltetzea arte. Iturria: ReCiPe, 2017

Inpaktu-kategoria honen karakterizazio-faktoreak kalkulatzeko, CFC11: triklorofluorometanoa (CCl<sub>3</sub>F) erabiltzen da erreferentzia gisa, zeini 1 balioko karakterizazio-faktorea esleitzen zaion.

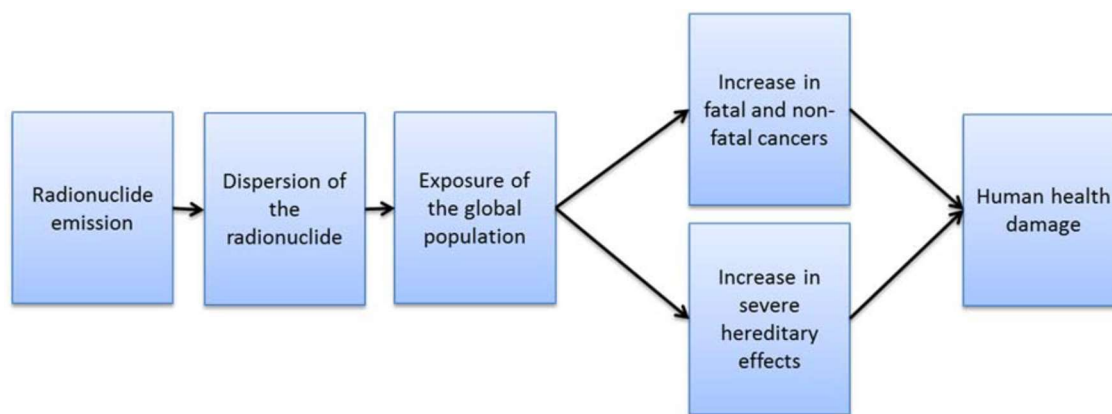
**Informazio gehiago:** [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/capadeozonorecuperacion\\_tcm30-505597.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/capadeozonorecuperacion_tcm30-505597.pdf)

### 5.3. Erradiazio ionizatzailea

**Unitatea:** kBq Co-60

Inpaktu-kategoria honek deskarga erradioaktiboen giza osasunean eragindako kalteak adierazten ditu. Erradiazio ionizatzailea atomoek uhin elektromagnetiko (gamma izpiak edo X izpiak) edo partikula (alfa eta beta partikulak edo neutroiak) modura askatzen duten energia mota bat da. Atomoen bat-bateko desintegrazioari erradioaktibitate deritzen, eta igorritako energia soberakina erradiazio ionizatzaile mota bat da. Desintegratzen diren eta erradiazio ionizatzailea igortzen duten elementu ezegonkorrei erradionukleido deritze. Erradionukleido baten kantitatearen neurri modura aktibitatea erabiltzen da eta becquerel (Bq) unitatearen bidez adierazten da, segundoko desintegrazio bati dagokiona (WHO, 2016).

3. irudian erradionukleidoen isurien ondoriozko giza kalteen emaitzak adierazten dira: minbizia izateko arriskua areagotzea eta herentziazko efektu larriak areagotzea.



*3. irudia. Kausa-efektu katea, airera eta uretara gertatzen diren erradionukleidoen isurietatik abiatuz, giza osasuna kaltzera arte. Iturria: ReCiPe, 2017*

Erreferentzia-unitatea kBq Co-60 unitateetan kalkulatzen da. Hau da, Kobalto-60 isotopoari dagokionez ( $^{60}\text{Co}$ ), kobaltoaren isotopo erradioaktibo sintetikoa, 5,27 urteko semidesintegrazio-periodoa duena.

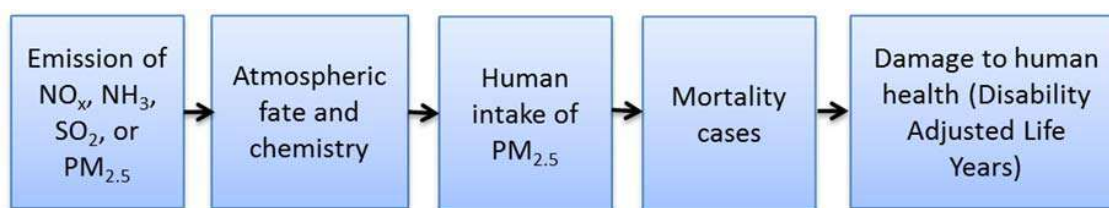
**Informazio gehiago:** <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>

## 5.4. Partikulak eratzea

**Unitatea:** kg PM<sub>2.5</sub> baliokide

Inpaktu-kategoria honen bidez, partikula primarioen emisioak eta atmosferan partikula sekundarioak sortzeak giza osasunean eragindako kalteak adierazten dira. Partikula meheak (PM<sub>2.5</sub>: 2,5 µm baino diametro txikiagoko partikulak) kutsatzaile organikoen eta ez-organikoen nahaste konplexua da.

4. irudian, partikula meheen aitzindari diren kutsatzaileen (NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>) eta partikula primarioen (PM<sub>2.5</sub>) emisioen sekuentzia biltzen dira. Partikula meheak arastu daitezke eta arnasbideen goiko aldera eta biriketara irits daitezke. Partikula meheen esposizio kronikoak heriotza-tasa handitzea ekar dezake (giza osasunari kalte egitea).



4. irudia. Kausa-efektu katea, partikula meheen eta horien aitzindarien emisioetatik abiatuz, giza osasuna kaltzeko. Iturria: ReCiPe, 2017

Inpaktu-kategoriaren unitateak partikula meheei (PM<sub>2.5</sub>) egiten dio erreferentzia. Izan ere, Munduko Osasunaren Erakundearen arabera, partikulek hilkortasunean duten eragina frakzio mehearekin (PM<sub>2.5</sub>) lotura handiagoa dute, frakzio lodiarekin baino (PM<sub>2.5-10</sub>, 2,5 eta 10 µm bitarteko diametroa duten partikulak). Gainera, partikula meheen esposizioa arnas morbilitatearekin lotuta dago (WHO, 2006).

**Informatzio gehiago** ("Particulate Matter, PM" atalena): [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

## 5.5. Ozono fotokimikoa eratzea: giza osasuna

## 5.6. Ozono fotokimikoa eratzea: ekosistemen kalitatea

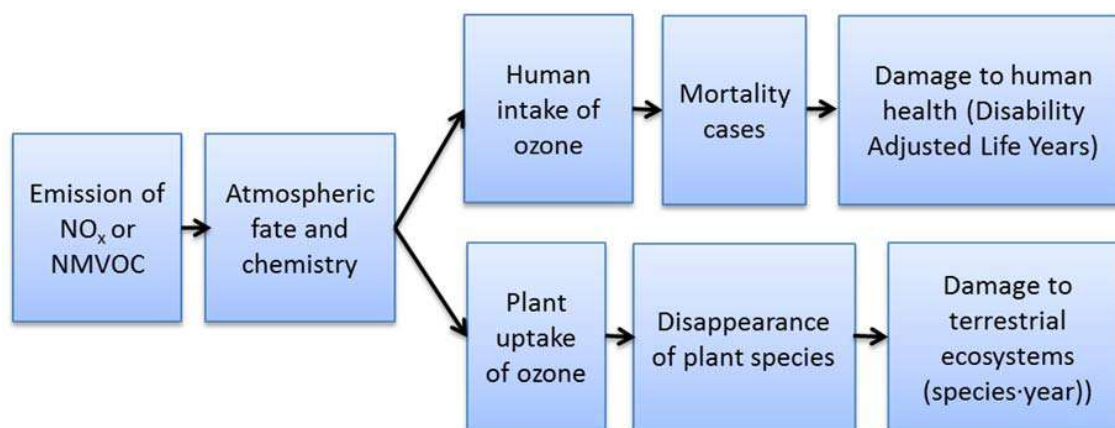
**Unitatea:** kg NO<sub>x</sub>

"Ozono fotokimikoa eratzea" inpaktu-kategoriak ozono fotokimikoa sortzeko gaitasuna neurtzen du. Ozonoaren aitzindariak nitrogeno oxidoak (NO<sub>x</sub>) eta NMVOC dira (metanoa ez

diren konposatu organiko lurrunkorrak, NMVOC, ingelesezko siglen arabera: *Non-Methane Volatile Organic Compounds*). Bi inpaktu-kategoria hauek giza osasunaren gaineko ondorioak eta ekosistemen gaineko kalteak kontuan hartzen dituzte.

Ozonoa ez da zuzenean atmosferara isurtzen, haren aitzindari nagusietatik abiatuz sortzen delako:  $\text{NO}_x$  konposatuetatik eta NMVOC konposatuetatik. Eraketa-prozesua udan areagotzen da, eguzki-erradiazio handiagoaren ondorioz. Esan beharra dago ozonoa sortzeko prozesua ez dela lineala, haren aitzindarien kontzentrazioaren eta baldintza meteorologikoen (eguzki-erradiazioa) araberakoa baita.

5. irudian ageri den bezala, ozonoak giza osasunean aurkako eragina du, asma eta arnas aparatuko beste gaixotasun kroniko batzuk larriagotzen baititu, hala nola, BGBK (Biriketako Gaixotasun Buxatzaile Kronikoa). Gainera, ozonoak landaredian aurkako eragina izan dezake eta haren hazkunde eta hazi-ekoizpen prozesu naturalak aldatu. Gainera, ozonoak materialak ere kalte ditzake.



5. irudia. Kausa-efektu katea, ozonoa eratzen denetik, giza osasunaren gaineko eta lehorreko ekosistemetako kalteak arte. Iturria: ReCiPe, 2017

Inpaktu-kategoria honen neurri-unitatea ozono-aitzindarietako bati zor zaio: nitrogeno-oxidoak ( $\text{NO}_x$ ).  $\text{NO}_x$  terminoak, oxido nitrikoaren (NO) eta nitrogeno dioxidoaren ( $\text{NO}_2$ ) arteko batura kontuan hartzen du. Temperatura altuetan gertatzen diren errekuntza-prozesuetan  $\text{NO}_2$  konposatua da kantitate handienez sortzen dena (PRTR, 2021).

**Informazio gehiago** (ikus 5.1 laukia): <https://www.eea.europa.eu/es/publications/92-828-3351-8/page005.html>

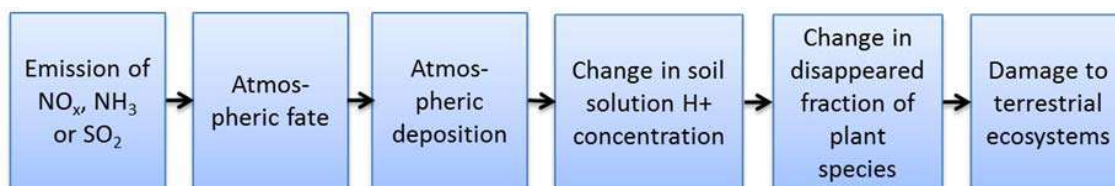
## 5.7. Lehorreko azidifikazioa

**Unitatea:** kg SO<sub>2</sub> baliokide (sufre dioxidoa)

Inpaktu-kategoria honek substantzia ez-organikoek lurzoruan jalkitzean duten eragina adierazten du, hala nola sulfatoak (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), nitratoak (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) eta fosfatoak (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). Izan ere, ioi hauek lurzoruaren azidotasuna aldatzen dute.

Lurzoruaren substantzia azidotzaileen aitzindari nagusiak NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> eta SO<sub>2</sub> konposatuak dira. Atmosferara isuri ondoren, zenbait eraldaketa kimiko jasan ditzakete NO<sub>3</sub><sup>-</sup> eta SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ioiak sortzeko. Ioi horiek lurzoruan jalki daitezke, horren azidotasuna aldatuz. Landare-espezie guztientzat, azidotasun-maila optimoa existitzen da eta, aldatzen bada, kalteak gerta daitezke landare-espezie jakin horretan.

6. irudian, lurzoria azidotzen duten substantzien aitzindariak diren gasen emisioen kausa-efektu katea adierazten da. Sustantzia azidotzaileek landaredia ere kalte dezakete.



6. irudia. Kausa-efektu katea, lurzoria azidotzen duten substantzien aitzindariak diren gasen emisioen kausa-efektu katea adierazten duena. Iturria: ReCiPe, 2017

Inpaktu-kategoria honen unitatea sufre dioxidoari (SO<sub>2</sub>) zor zaio.

**Informazio gehiago** (ikus 4.1 laukia): <https://www.eea.europa.eu/es/publications/92-828-3351-8/page004.html>

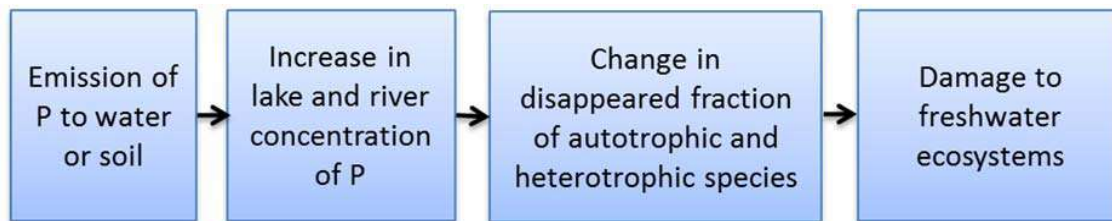
## 5.8. Ur gezaren eutrofizazioa

**Unitatea:** kg P baliokide, ur geza

Ur gezaren eutrofizazioa, lurzoruan edo zuzenean ur gezara, elikagaiak (fosforoa eta nitrogenoa) deskargatzearen ondorioz gertatzen da. Elikagai gehiago daudenez (ur gezaren kasuan, bereziki fosforoak du eragina), organismo autotrofoek (zianobakterioek eta algek, esaterako) kantitate handiagoan xurgatzen dituzte elikagai horiek. Espezie heterotrofoek ere, hala nola arrainek eta ornogabeek, kantitate handiagotan xurgatzen dituzte elikagaiak.

Uretako landareen hazkunde neurrigabeak fotosintesia egiteko beharrezkoa den argia sartzea eragozten du. Landare horiek hiltzen direnean, oxigeno-kantitate handia behar da hildako biomasa degradatzeko. Oxigeno-gabezia horrek arriskuan jar dezake uretako animalia-espezieen iraupena eta, muturreko kasuetan, heriotza ere eragin dezake.

7. irudian, ur gezara eta lurzorura gertatutako fosforo-isurien kausa-efektu katea adierazten da. Katea, ur gezako ekosistemen kaltearekin bukatzen da.



7. irudia. Ekosistemen kaltea sortzen duten fosforoaren isurien Kausa-efektu katea.

Iturria: ReCiPe, 2017

Impaktu-kategoria honen kalkulurako unitatea fosforoari dagokio. Izan ere, ur gezan eraginik handieneko elikagaia da.

#### Informazio gehiago:

Orokorra: <https://www.britannica.com/science/eutrophication>

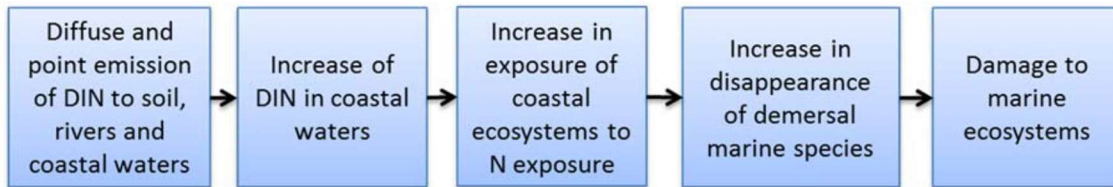
Ur gezaren eutrofizazioa (gainazaleko urak): <https://www.miteco.gob.es/va/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/impacto-calidad-agua/>

### 5.9. Itsasoen eutrofizazioa

**Unitatea:** kg N baliokide (itsasoko ura)

Ur gaziaren eutrofizazioa lurzoruaaren elikagaien isurketaren eta lixibiazioaren bidez gertatzen da. Izan ere, elikagai horiek, deskargaren bidez itsasoan bukatzen dute. Ondorioz, itsasoko uretako elikagaien (nitrogenoa eta fosforoa) edukia handitzen da eta algen eta bestelako uretako landareen hazkuntza areagotzen da. Gehienbat, disolbaturiko nitrogeno ez-organikoari (ingelesezko sigletatik: DIN, *Dissolved Inorganic Nitrogen*) zor zaio. Uretako landareak hiltzen direnean, hildako biomasa degradatzeko oxigenoa kontsumitzen da. Oxigeno-urritasunak arrainen heriotza eragin dezake.

8. irudian ur gezara egindako elikagaien isurien kausa-efektu katea agertzen da. Elikagaiak itsasoan bukatzen dute eta, ondorioz, disolbatutako nitrogeno ez-organikoaren kontzentrazioa handitzen da, eta ur gaziko ekosistemak kaltetzen dira.



*8. irudia. Kausa-efektu katea, disolbaturiko nitrogeno ez-organikoaren (ingelesezko sigletatik DIN: Dissolved Inorganic Nitrogen) isurietatik, ur gaziko ekosistemak kaltetzea arte. Iturria: ReCiPe, 2017*

Inpaktu-kategoria honen kalkulurako unitatea nitrogenoari dagokio. Izan ere, ur gazian eraginik handieneko elikagaia da.

#### **Informazio gehiago:**

Orokorra: <https://www.britannica.com/science/eutrophication>

Itsasoko eutrofizazioa: <https://www.encyclopedie-environnement.org/en/water/phosphorus-and-eutrophication/>

## Toxikotasuna

5.10. Giza toxikotasuna (kantzerigenoa)

5.11. Giza toxikotasuna (ez-kantzerigenoa)

5.12. Lehorreko ekotoxikotasuna

5.13. Ur gezako ekotoxikotasuna

5.14. Itsasoko ekotoxikotasuna

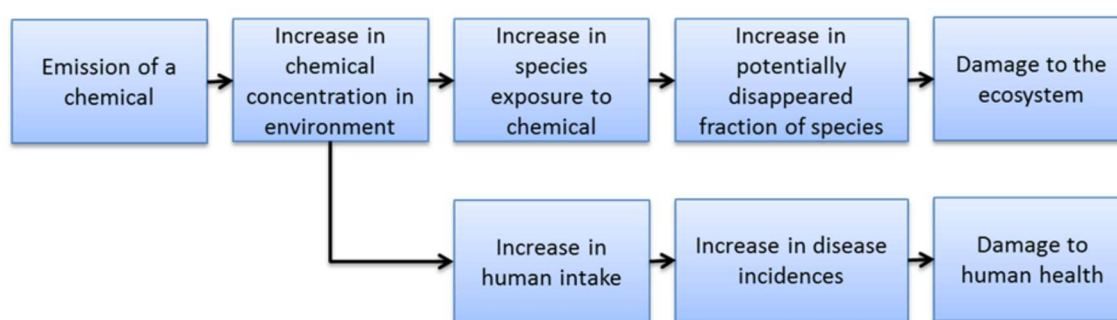
**Unitatea:** kg 1,4-DCB baliokide (diklorobentzeno), airera / lurzoru industrialera / ur gezara / itsasoko uretara

Inpaktu-kategoria honek giza toxikotasunaren ondorioak kontuan hartzen ditu, bai minbizia izateko arriskuarekin zerikusia dutenak (5.10.) eta baita giza osasunean beste eragin batzuekin zerikusia dutenak ere (5.11.). Era berean, ekotoxikotasuna kontuan hartzen da, ingurune desberdinetan: lehorreko ingurunea (5.12. ), ur geza (5.13) eta itsas ingurunea (5.14).

9. irudian, kausa-efektu katea laburbiltzen da, substantzia kimiko jakin bat ingurunera isurtzen eta haren kontzentrazioa handitzen denetik, ondoko ondorioak sortu arte:

1.- Lehorreko, ur gezako eta itsasoko ekosistemetan eragindako kalteak, ekosistema horietako bakoitzaren osasunean aurkako eragin zuzena duten substantziak sartzeagatik edo askatzeagatik.

2.- Giza osasunean eragindako aurkako kalteak, substantzia toxikoak xurgatzearen ondorioz gertatzen direnak, airea arnastearen bidez, elikagaiak edo ura hartzearen bidez, larruzaletik sartuz eta abar.



9. irudia. Kausa-efektu katea, substantzia toxikoen isurietatik, ekosistemen eta giza osasunaren kalteak arte. Iturria: ReCiPe, 2017

Kategoria honetarako kalkulu-unitatea 1,4-diklorobentzenoari dagokio (1,4-DCB edo p-diklorobentzeno,  $C_6H_4Cl_2$  formula molekularrekoa). Substantzia hori balizko kantzerigeno gisa sailkatzen da, 2B taldea (IARC, 2021). Gainera, 1,4-DCB kontzentrazio handien eraginpean egoteak beste ondorio kaltegarri batzuk eragin ditzake osasunean, hala nola, begiak eta sudurra narritzea, arnasa hartzeko zailtasunak eta urdaileko ondoeza sortzea, eta, oso kontzentrazio handietan zorabioak, buruko mina eta gibleko arazoak (ATSDR, 2006).

### Informazio gehiago:

Toxikologia eta toxikotasuna:

[https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology\\_curriculum/modules/1/es\\_lecturenotes.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/modules/1/es_lecturenotes.html)

Ekotoxikotasuna (definizioa): <https://www.informea.org/en/terms/ecotoxicity>

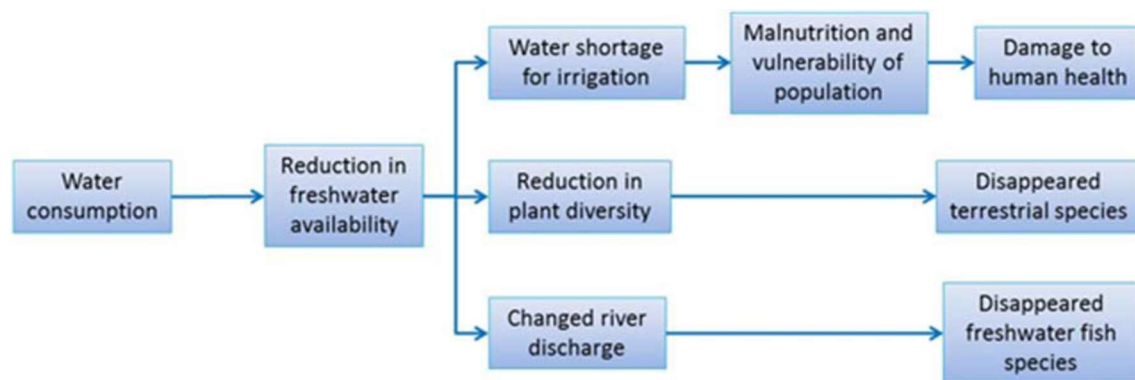
## 5.15. Uraren erabilera

**Unitatea:**  $m^3$  (metro kubiko) kontsumitutako ura



Inpaktu-kategoria honek uraren erabilerari edo kontsumoari egiten dio erreferentzia, eta horrek ur geza gutxiago eskuragarri izatea dakar. Ur-kontsumoaren barnean lurrundutako ura, produktuei gehitutako ura, beste arro hidrografiko batzuetara joanarazitako ura edo itsasora isuritako ura kontuan hartzen da.

10. irudian uraren erabilerak eragindako kausa-efektu katea jaso da. Horren ondorioz, giza osasuna kaltetu daiteke eta lehorreko espezieak eta ur gezako uretako espezieak desagertzen dira.



10. irudia. Kausa-efektu katea, uraren kontsumotik abiatuz, giza osasunean gertatzen diren kalteak, lehorreko eta ur gezako espezieak desagertu arte. Iturria: ReCiPe, 2017

Neurri-unitateak ur gezaren kontsumoa adierazten du bolumen-unitateetan ( $m^3$ ). Inpaktu-kategoria honek aztarna hidrikoaren kontzeptua garatzea baimendu du (informazio gehiago: <https://waterfootprint.org/en/>).

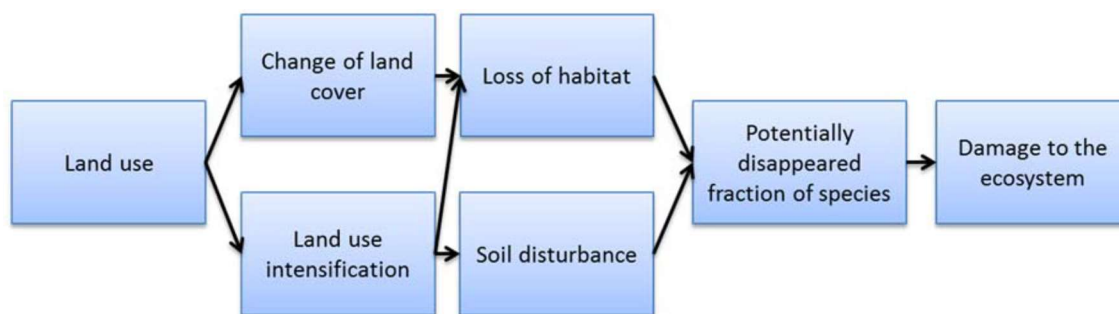
**Informazio gehiago:**

Aztarna hidrikoa: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/>

### 5.16. Lurraren erabilera

**Unitatea:**  $m^2a$  ( $m^2$  bider denbora, urteetan neurtuta), nekazaritzako lurra

Inpaktu-kategoria honek espezieen galera erlatiboa adierazten du, lurzorua tokiko erabilerak, okupazioak eta erabileraren aldaketak eraginda. Lurzorua erabilera naturalaren (erreferentzia) eta lurzorua erabilera antropogenikoaren arteko konparazioan oinarritzen da, nekazaritza eta lurzorua hiri-erabilera (errepideak, etxebizitzak, meatzaritza, etab.) bezalako jarduerak kontuan hartuta. 11. Irudiak lurzorua erabilerak eragindako kausa-efektu katea adierazten du, azken puntuko inpaktua arte, hau da, ekosistemari egindako kaltea arte.



11. irudia. Kausa-efektu katea, lurzoruaren erabilera aldatzen denetik, ekosisteman gertatzen den kaltera arte. Iturria: ReCiPe, 2017

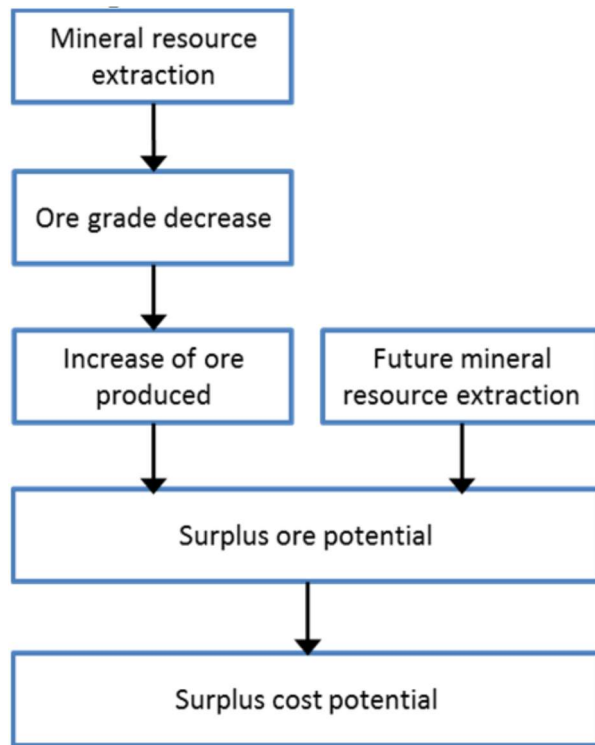
Neurri-unitateak okupatutako lurzoru-eremuari (m<sup>2</sup>) bider okupazioaren iraupenak (urteak) egiten dio erreferentzia. (Azalpena: 10 m<sup>2</sup>a, honela interpreta daiteke: 10 m<sup>2</sup> azalera duen lurzoru urtebetez erabiltzea, edo 1 m<sup>2</sup> azalera duen lurzoru 10 urtez erabiltzea; eremuaren eta denboraren arteko biderkadura, 10 m<sup>2</sup>a izango da bi kasuetan).

**Informazio gehiago:** Lurzoruaren erabilera: <https://www.eea.europa.eu/es/themes/landuse/about-land-use>

### 5.17. Baliabide mineralak agortzea

**Unitatea:** kg Cu baliokide (kobre)

Inpaktu-kategoria honek baliabide mineralak agortzea kontuan hartzen du, hala nola metalak. Metalak meatzetatik ateratako mineraletatik lortzen dira. Mineralak, bai meak (nahi den metala duen minerala) eta baita ganga ere (nahi ez diren beste mineral batzuk) barne hartzen ditu. Mineral baten legea metal jakin bati dagokionez, meatzetatik ateratako mineralaren metal-kontzentrazioa adierazten du. Lehenik, metalen lege altuenak dituzten mineralak erazi ohi dira (kontzentrazio handiagoa, ganga txikiagoa). Metalaren legeak mineralaren behean egin ahala, mineral gehiago atera behar da metal kantitate bera lortzeko. 12. irudiak inpaktu-kategoria honen kausa-efektu katea laburbiltzen du. Minerala ateratzean, erazitako mineralaren bilatutako metalaren kontzentrazioa murrizten da. Horrek mineralaren erauzketa areagotzen du. Mineralaren etorkizuneko erauzketa kontuan hartuta, mineralaren *erauzketa handitzeko potentziala* (*Surplus Ore Potential*, gure *midpoint* adierazlea) kalkulatu da. Azken honek, aldi berean erauzketa-kostuaren igoera potentziala dakar (*Surplus Cost Potential*, *endpoint* adierazlea).



12. irudia. Kausa-efektu katea, baliabide mineralak erauzten direnetik, baliabide naturalen eskasia arte. Iturria: ReCiPe, 2017

Inpaktu-kategoria honen neurri-unitateak kobre kantitateari egiten dio erreferentzia (masa, kg-tan adierazia). Baliabide mineral horri 1 balioa esleitzen zaio inpaktu-kategoria honetan. Hau da, kategoria honek mineralen erauzketaren inpaktua neurtzen du, 1 kg kobre erauzteko zenbatetsitako inpaktua erreferentzia modura hartuta. Adierazle honek materialaren eskasia kontuan hartzen du, baina baita eskura dauden baliabideen kontzentrazioa ere.

**Informazio gehiago:**

Baliabide mineralak erauzteko praktika egokiak:

<https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Environmental-Governance-Project/UNDP-MINING%20Summary%20Report%20ES.pdf>

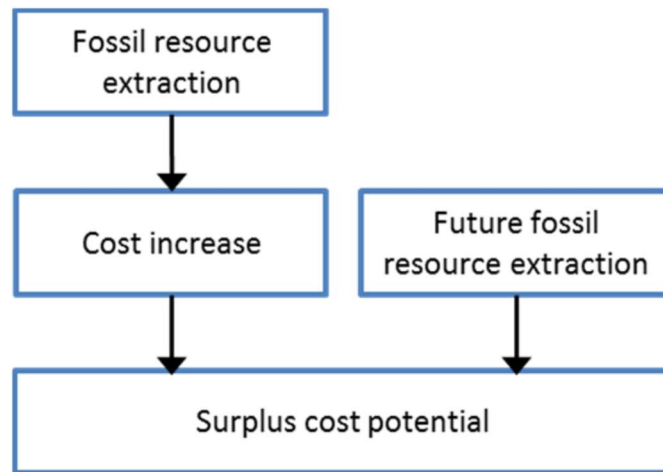
5.18. Baliabide fosilak agortzea

**Unitatea:** kg petrolio baliokide

Inpaktu-kategoria honek petroliotik, gas naturaletik edo ikatzetik datozen baliabide fosilen urritasunari egiten dio erreferentzia.

14. irudian, inpaktu-kategoria honen kausa-ondorio katea laburbiltzen da. Baliabide mineralekin gertatzen den bezala, baliabide fosil bat erauzten den heinean, gero eta zailagoa

da geratzen diren baliabideak ateratzea. Hori dela eta, erauzte-kostuak handitu egiten dira eta, horren ondorioz, erauzketa-kostu potentziala (*Surplus cost potential* endpoint adierazlea) ere handitzen da. Inpaktu-kategoria honetan, *midpoint* adierazlea baliabidearen energia-edukia da, petrolioaren dentsitate energetikoa erreferentzia modura hartuta.



14. irudia. Kausa-efektu katea, baliabide fosilen erauzketatik horien urritasuna arte.

Iturria: ReCiPe, 2017

Kategoria honen neurri-unitateak petrolio gordinean dagoen energia-kantitatea adierazten du (kg petrolio baliokidean adierazia).

**Informazio gehiago:**

Definizioa, erregai fosila: <https://www.britannica.com/science/fossil-fuel>

## 6. Erreferentziak

---

ATSDR, 2006. Agency for Toxic Substances and Disease Registry U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. DICHLOOROBENZENES. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfags/tfacts10.pdf> Azken sarrera: abendua 2021.

IARC, 2021, International Agency of Research on Cancer. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–130 Disponible en: <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications> Azken sarrera: abendua 2021.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.

Huijbregts, M. A., Steinmann, Z. J., Elshout, P. M., Stam, G., Verones, F., Vieira, M. D. M., Hollander, A., van Zelm, R. (2017). ReCiPe 2016 v1.1. A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. report I: Characterization; RIVM Report 2016-0104. National Institute for Human Health and the Environment, Bilthoven. Disponible en: [https://pre-sustainability.com/legacy/download/Report\\_ReCiPe\\_2017.pdf](https://pre-sustainability.com/legacy/download/Report_ReCiPe_2017.pdf) Azken sarrera: abendua 2021.

PRTR-España (2021). Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. NOx Óxidos de nitrógeno. Disponible en: <https://prtr-es.es/NOx-oxidos-de-nitrogeno,15595,11,2007.html> Azken sarrera: abendua 2021.

WHO, World Health Organization (2016). Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures> Azken sarrera: abendua 2021.

WHO, World Health Organization (2006). Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. World Health Organization, Copenhagen, Denmark. Disponible en: [https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/78657/E88189.pdf](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/78657/E88189.pdf) Azken sarrera: abendua 2021.