

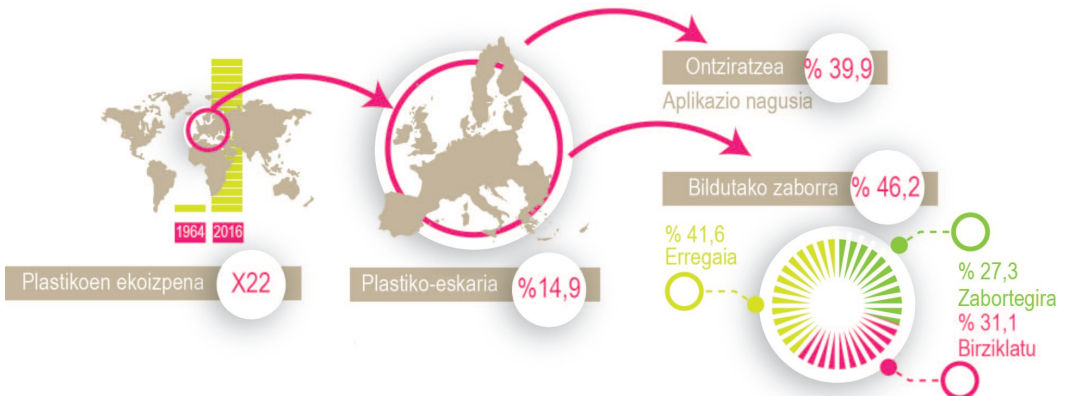
# Irtenbide zirkularra mundua irensten ari den nonahiko zaborraren kontra

Merkea, eraldatzeko erraza, iraunkorra, arina eta erabilera anizkoitzekoa denez, mundu mailako plastikoen ekoizpenak izugarri gora egin du, azken 52 urteotan. 1964. urtean, 15 milioi tona (MT) plastiko sortu ziren, eta 2016. urtean, aldiz, 335 MT, hau da, 22 bider gehiago. Europan, plastikoen eskaria 49,9 MT-koa izan zen, eta gehienbat ontziratze-aplikazioetarako bideratu zen lehengai. Ekoiztako plastiko-produktuetatik sortutako zaborraren % 42,6 bakarrik bildu zen, eta kantitate horretatik, % 41,6 erregai gisa erabili zen, % 27,3 zabortegietara bideratu zen eta % 31,1 birziklatu egin zen (1. irudia).

Datuen arabera, 2006-2016 bitartean birziklatutako plastiko-kantitateak % 79 egin zuen gora. Datu horiek zalantza nagusi hau sortzen dute: geroz eta gehiago birziklatzen bada, zergatik jarraitzen

du plastiko-ekoizpenak urtetik urtera nabarmenki handitzen? Izan ere, espero da 2036. urterako plastikoen ekoizpena bikoitza izango dela.

Aipatu bezala, plastikoak dituen aplikazio ugarietatik, ontziratzea da nagusia. Gizakiarentzat, egunerokotasunerako beharrezko eta funtsezko kontsumo-gai bihurtu da paketatzea, bilgarriek hainbat funtzio betetzen baitituzte, hala nola eustea, babestea, praktikoa izatea, komunikatzea eta elikagaien kalitatea nahiz egoera ona ziurtatzea. Erabileraren arabera aukeratzen da plastiko-mota. Ontzietan gehien erabiltzen diren plastikoak Möbius zirkuluaz identifikatzen dira (2. irudia). Möbius zirkuluaren erdian, produktua zer plastiko-motarekin egin dagoen adierazten duten 1etik 7ra arteko zenbakiak ikus ditzakegu. Ikurrak, aldiz, ez du adierazten produktua birziklagarria denik,



1. irudia. Plastikoen ekoizpena, eskaria, erabilera nagusia eta plastiko-zaborren tratamenduak.

**Alaitz Etxabide Etxeberria**  
Material Berriztagarrien  
Ingeniaritzan doktorea



**Iraia Etxabide Etxeberria**  
Diseinatzaile industrialia



### Puntu berdea

Plastikoa birziklatzeko  
ekarpen ekonomikoa  
egin da



### Möbius zirkulua

Plastiko-mota:

- 1 Polietileno tereftalatoa (PET)
- 2 Dentsitate altuko polietilenoa (HDPE)
- 3 Polibinil kloruroa (PVC)
- 4 Dentsitate baxuko polietilenoa (LDPE)
- 5 Polipropilenoa (PP)
- 6 Poliestirenoa (PS)
- 7 Gainontzeak

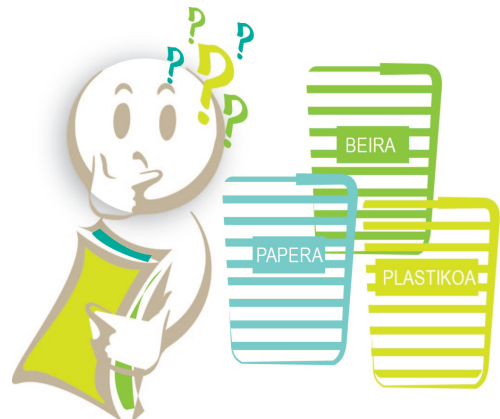
2. irudia. Puntu berdea eta Möbius zirkulua.

ezta material birziklatuarekin egina dagoenik ere. Kontzeptu-nahasketa bera gertatzen da bi geziz osaturiko *yin-yang*-aren antzeko antolamendua duen ikurrarekin. Puntu berdea deritzon ikurrak adierazten du produktuaren ekoizleek munduko lekuren batean plastikoa birziklatzeko ekarpen ekonomikoa egin dutela, eta ez, ordea, produktua birziklagarria denik edota material birziklatuekin egina dagoenik.

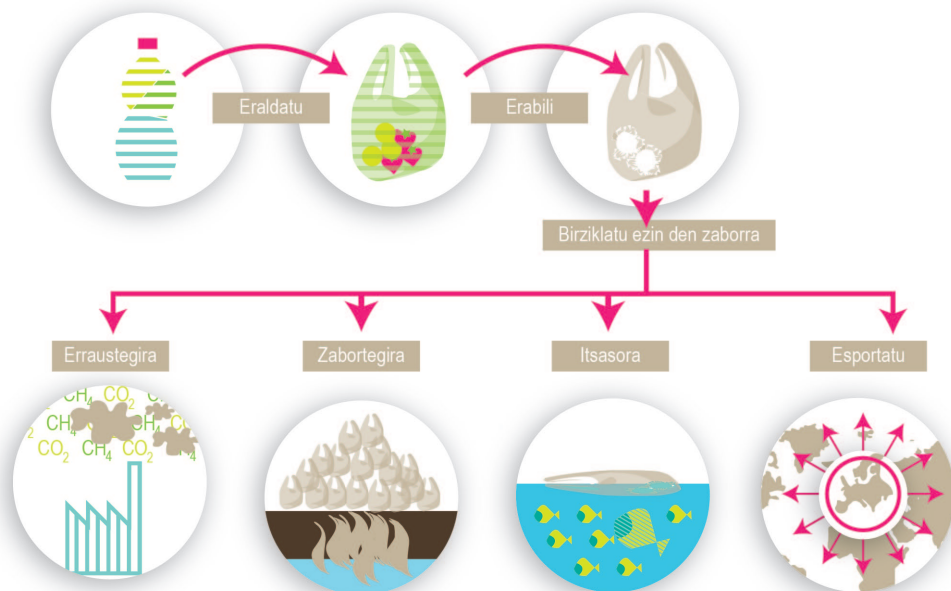
### Zergatik ez da birziklatzen zakarrontzi horira botatzen dugun guztia?

Etxean sortzen dugun zakarra (papera, beira, plastikoa, metala) gaika edukiontzietara botatzen dugunean, zaborra bereizi egiten dugu. Horrela, 2016. urtean Euskal Herriko etxeetan, biztanle bakoitzak, batez beste, 13,20 kg plastik-ontzi bota zituen edukiontzi horira. Nahiz eta norbanako bakoitzak ahaleginak egiten dituen etxean sorturiko zaborra bereizten, oraindik nabarmenak dira zatiki inpropioen, hau da, behar ez duen edukiontzian amaitzen duten gaien portzentajeak. Zatiki inpropioen kantitate handiena plastikozko ontziak jasotzen dituzten edukiontzietan izaten dira. 2016. urtean,

% 29,2 hondakin inpropio bildu ziren Euskal Herriko edukiontzi horietan. Horrek zaildu egiten du zaborrak gaika aukeratzen dituzten instalazioen lana eta ondorengo birziklapen-prozesua. Beraz, hondakina tratamendu-puntura irits dadin, behar-beharrezkoa da gizabanako bakoitzak zaborra ondo bereiztea (3. irudia).



3. irudia. Zaborra gaika bereizterakoan sortzen diren duda-mudak.



4. irudia. Plastikozko produktuen birziklapena/eraldaketa, erabilera eta amaierako zaborren helmugak.

Zakarra gaika banatzeak, beraz, hondakinen tratamendua errazten du, baina horrek ez du esan nahi zakarretara botatzen diren plastikozko ontzi guztiak birzikla daitezkeenik. Plastikoen bereizketa eta birziklapena ez da beiraren eta metalen birziklapen-prozesua bezain zuzena. Plastikozko ezberdinak ezin direnez elkarrekin birziklatu, zakarontzi horitik ateratzean, plastikozkoak identifikatu eta bereizi behar dira. Bestalde, plastikozkoari gehigarriak gehitzen zaizkionez (egonkortzaileak, pigmentuak, lubrifikatzaileak), konposizio kimiko ezberdinetako plastikozko ugari aurkitzen dira askotan, janari- eta edari-hondarrez zikinduak daudenak edota beste-lako materialak dituztenak (botilen etiketak, jogurtapakia ontziaren barruan). Horrek guztiak plastikozkoak identifikatzea eta bereiztea zailtzen du.

Horrez gain, % 100 birzikla daitezkeen beirazko botilak ez bezala, plastikozko ontzien birziklapena mugak ditu. Horietako bat berrereabilpena da. Elikadura-segurtasunagatik, plastikozko-mota batzuk

ezin dira berriro elikagaiak ontziratzeko erabili, eta, ondorioz, erabilitako plastikozkoari beste aplikazio bat eman behar zaio. Beste mugetako bat dira, bestalde, plastikozko ontziak birziklatzeko erabiltzen diren prozesu termikoak. Prozesu horiek plastikozko degradatzen dute, eta materialak, bidean, propietateak galtzea eragiten dute. Hala, plastikozko birziklapen-ziklo mugatua dute, eta horregatik, birziklatutako materiala plastikozko berriarekin nahasi behar da, amaierako produktuak beharrezko propietateak izan ditzan. Horrek guztiak galarazi egiten du % 100 plastikozko birziklatuarekin egindako ontzien ekoizpena, eta kontsumitzaileen eskaria asebetetzeko plastikozko berri gehiago ekoiztera eta erabiltzera behartzen du.

### Orduan, nora doaz birziklatu ezin diren plastikozkoak?

Plastikozko-zaborra birziklatzen denean edota birziklatutako plastikozkoak birziklapen-ziklo gehiago jasan ezin dituztenean, hasierako produktuarekin zerikusier

rik ez duten eta berriro birziklatu ezin diren produktuak sortzeko erabiltzen da, hala nola telak, hariak, sokak, olanak, ontziak, poltsak, eraikuntza-materialak, errepideetako asfaltoak, etab. Adibide gisa, ehungintzan erabiltzen den hari sintetikoa ekoizteko balio dute PET-botilek. Horrela, Tzu Chi Fundazioan, 78 PET-botila erabiliz, 230 x 180 cm<sup>2</sup>-ko manta egin zuten. Nahiz eta zakarrari beste erabilera bat eman, sortzen den produktua ez denez birziklagarria, zaborrak erraustegietan, zabortegetan eta itsasoetan edo ozeanoetan amaitzen du, edota beste lurralde batzuetara eramaten da (4. irudia).

Plastiko-hondakinen bolumenaren arazoari aurre egiteko, hondakinak erraustegietara bideratzen dira. Errekuntza-prozesuan lorturiko energia argindar eta bero moduan erabili arren, plastikoa erretzean karbono dioxidoa (CO<sub>2</sub>), metanoa (CH<sub>4</sub>) eta berotegi-efektuko bestelako gasak igortzen dira airera, eta kalte egiten zaie ingurumenari eta gizakiari. Birziklatzen ez den eta erraustegietara ez doan zatia, berriz, zabortegetara joaten da. 500 urte iraun dezakeen plastiko-zaborraren degradazio-prozesuan, konposatu kutsatzaileak eta toxikoak askatzen dira lurrazalera eta uretara, eta kalte egiten zaie naturari eta gizakien osasunari.

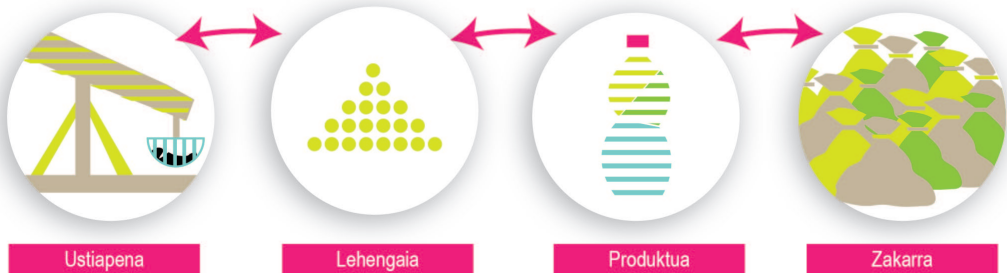
Zabortegeiak zakarrez osotara bete aurretik, beste lurralde batzuetara garraiatzen dira plastiko-

hondakinak. Europan birziklatzeko bildutako plastikoen % 46 esportatu egin zen, eta horren % 90ek Txinan amaitu zuen. Zaborra garraiatzean, plastikoa bidean galtzen dira, eta lurrazalean, itsaso bazterretan eta ozeanoen hondoan amaitzen dute. Ingurumeneko degradazioagatik (ura, haizea, eguzkia), plastiko horiek zati txikitan puskatzen dira, mikroplastiko izatera iritsi arte (< 5 mm). Zooplanktonak eta itsas hegaztiak jaten dituzte plastikozko partikula txiki horiek, elikagaia direlakoan. Gainera, zooplanktona itsasoko elikadura-katearen oinarri nagusietakoa da, zooplanktonaz elikatzen baitira arrainak, eta, hala, kate trofikoaren bidez, gizakien gorputzean amaitzen dute mikroplastikoek.

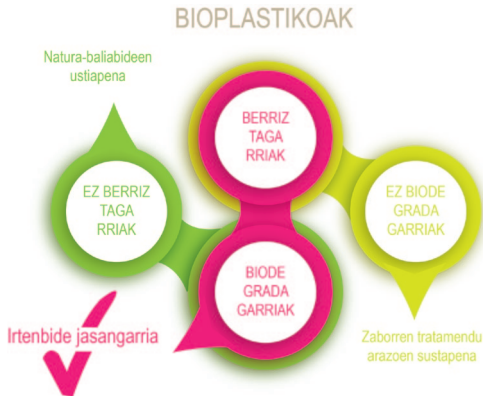
### Ba al dago irtenbiderik plastikoen arazoei aurre egiteko?

Zaborrak gaika banatzea garrantzitsua eta beharrezkoa da, baina horrek guztiak garbi erakusten du plastikozko ontzien birziklapenak atzeratu egiten duela plastiko-zaborra erretzera edota zabortegetara, itsasora edo beste lurralde batzuetara eramateko prozesua. Orokorrean, plastikozko ontzi baten bidaia naturako baliabideak ustiatzen hasten da; eraldaketa-prozesuen ondotik, kontsumitu egiten da, eta, azkenik, zabortegean amaitzen du. Norabide bakarreko lerro zuzenean mugitzen diren materialek ekonomia linealean bidaiatzen dute (5. irudia). Jakin badakigu arazo larriak daudela

#### Ekonomia lineala



5. irudia. Plastikozko ontzien ekonomia lineala.



6. irudia. Bioplastiko-motak.

lerro horretako bi muturretan: amaierako muturreko zaborren kudeaketa eta hasierako muturreko natura-baliabideen (amaitzen ari den petrolioaren) ustiapen etengabea.

Plastiko zaborren arazoei aurre egiteko, teknologia berriak erabiltzen dituzten prozesu eraginkoragoak erabiltzen diren arren, eredu lineal horretan jarraitzea ez da bide egokiena arazoei soluzio eraginkorra emateko. Horregatik, arazoei irtenbide hobea emateko helburuarekin, material berriztagarriak edota biodegradagarriak (almidoia, zelulosa) dituzten plastikozko produktuak ikertzen eta ekoizten hasi dira, ikerketa eta garapenean jardueretan. Oinarri biologikoko plastikoei bioplastiko esaten



7. irudia. Bioplastiko berriztagarri eta biodegradagarrien ekonomia zirkularren eredu.

zaie. 2012. urtean mundu mailan kontsumitutako 259 MT plastikoen % 0,4 bioplastikoak izan ziren, eta astiro hedatzen doa haien ekoizpena. Bioplastikoak hiru multzotan sailka daitezke (6. irudia). Iturri berriztagarrietatik datozen material EZ-biodegradagarrien aldeko edota berriztagarriak EZ diren material biodegradagarrien aldeko apustua egiten ari da industria. Nahiz eta bide berri horiek ekonomia linealeko arazoetako bati aurre egiten dioten, oraindik natura-baliabideak ustiatzen edota zaborrak kudeatzeko arazoa sustatzen jarraitzen da (6. irudia).

Plastikoen ekonomia linealean sortzen diren bi arazoei irtenbidea emateko, irtenbiderik jasangarriena da iturri berriztagarrietatik datozen material biodegradagarriekin egindako bioplastikoak erabiltzea. Eredu horretan, amaierako zaborra produktu berriak ekoizteko erabiltzen da; ibilbide osoan, zero zabor sortzen da, eta materialaren bizi-zikloa ixten da. Horrela, ekonomia zirkularraren eredua bultzatzen da (7. irudia). Zorionez, plastikoen arazoei konponbide eraginkorrak emateko helburuarekin, bioplastiko berriztagarrien eta biodegradagarrien alde apustu egiten hasi da Europan, ekonomia zirkularraren ereduari jarraituz. Nolanahi ere, astiro zabalitzen hasi den plastikozko ontzien zaborren arazoei aurre egingo dion eredu sendo, jasangarri eta eraginkor horretan, ezinbestekoa da gizabanakoen, kolektiboen, enpresen, industrien eta erakundeen laguntza eta elkarlana sortzea, sustatzea eta indartzea. Horrela, eredu zirkular horrekin, bere beharrak bete ditzakete gaur egungo belaunaldiak, etorkizuneko belaunaldien beharrak betetzeko gaitasuna sakrifikatu gabe. ●

## Bibliografia

Plastics- the Facts 2017. An analysis of European plastics production, demand and waste data. PlasticEurope 2016.

Ellen MacArthur Foundation. The New Plastics Economy - Rethinking the Future of Plastics. 2016.

Ecoembes. Resultados 2016. 20 años de la ley de envases, 20 años de Ecoembes. 2016.

J.N. Hahladakis, C.A. Velis, R. Weber, E. Iacovidou, P. Purnell. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 344, 2018, 179-199.

OECD, policies for bioplastics in the context of a bioeconomy 2013. *Industrial Biotechnology*, 10, 2014, 19-21.

Food and Drug Administration (FDA). Guidance for Industry: Use of recycled plastics in food packaging (Chemistry Considerations), 2006.

D. Lazarevic, E. Aoustin, N. Buclet, N. Brandt. Plastic waste management in the context of a European recycling society: comparing results and uncertainties in a life cycle perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 2010, 246-259.

J.Q. Jiang. Occurrence of microplastics and its pollution in the environment: A review. *Sustainable Production and Consumption*, 12, 2018, 16-23.

C.A. Velis. Circular economy and global secondary materials supply chains. *Waste Management and Research*, 33, 2015, 389-391.

L. Giusti. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management*, 29, 2009, 2227-2239.

G. Kaur, K. Uisan, K. L. Ong, C. S. K. Lin. Recent trends in green and sustainable chemistry & waste valorisation: Rethinking plastics in a circular economy. *Current opinion in green and sustainable chemistry*, 9, 2018, 30-39.

European Commission. Closing the Loop - An EU Action Plan for the Circular Economy. Brussels, 2015.