



Leire Perez eta Maite Artetxe-k

egindako artikulua

Plastikoen XXI mendean dituzten erronkak

Gaiordena:

- Sarrera
- Zer dira polimeroak edo makromolekulak ?
- Polimeroen sailkapena
- Polimeroen historia bizkorra
- Plastikoen kontsumo eta ekoizpena
- Plastikoen erabilerak
- Plastikoen kutsadura
- Plastikoen kudeaketa
- Plastikoen birziklapena eta jasangarritasuna
- Plastikoen birziklapenaren arazoak
- Plastikoen birziklapenaren prozesua
- Plastikoen jasangarritasunarako irtendide bat: plastiko biodegradagarriak eta biopolimeroak.
- Ondorioak
- Bibliografia

SARRERA

Gaur egungo gizarteko arazo nagusietariko bat hondakinak dira. Zalantzarik gabe esan dezakegu gure gizartean zaborrez inguratu bizi garela eta hondakinak galgarik gabe ekoizten ditugula. Euskal Herrian biztanleko 546 kilo zabor ekoizten dira urtero, hau da, etxe bakoitzean urteko tona bat edo hirurogei metro kubiko baino gehiago. Ideia bat egiteko, berrogei familiaren zaborrarekin urtero igerileku olimpiko bat bete dezakegu. Honetaz konturatzeko supermekatutik buelta bat ematea nahikoa da. Esaterako, yogur bat jatearen ondorioz sortzen diren hondakinak aztertuko ditugu. Lehenengo, paketatzeke erabiltzen den kartoizko enbalajea kendu behar da, ondoren metal-paperezko estalkia eta azkenik, yogurra jan ondoren geratzen zaigun plastikoa. Adibide honekin ikus daiteke nola sortzen diren hondakinak artikulua beraren bolumena baino handiagoak direla.



Gure inguruko hondakinak

Plastikozko poltsaren arazoa oso eszenatoki egokia da hondakinen oparutasuna eta baliabide zarrastelkeria adierazteko. Estatu espaniarrean urtero hamar mila unitate dohainik banatzen dira, biztanleko urtero berrehun eta berrogeitamar eta horietatik %10a soilik birziklatzen da. Gainontzekoak zabortegietan pilatzen dira edo ibaiak, itsasoa eta paisajea kutsatzen dute. Ekologistentzat plastikozko poltsen arazoarekin amaitzea oso erraza da, bolondresa baino ez da behar. Horretarako gure amamen ohialezko poltsak eta erosketarako orga berreskuratu behar ditugu.

Orokorrean, zaborrean aurkitzen dugun plastiko kantitatea txikia da material organikoarekin konparatzen badugu, pisuan % 10-15koa eta bolumenean %20-30koa da herrialde gehienetan. Baina nahiz eta portzentaia txikia izan, sortzen dituzten arazo ekologikoak handiak dira. Izan ere, papera, metalak edo beira ez bezala ez dira birziklatzen eta biodegradagarria ez izateagatik desagertzeko urte mordoa behar dute.

Hondakin organikoak	3 aste. 4 hilabete
Plastikoa	500 urte
Papera	3 aste 2 hilabete
Egurra	2-3 urte

Material batzuk berez desagertzeko behar duten denbora

Plastikoen propietateak paregabekoak dira eta horregatik pasa den mendeko material interesgarrienak dira. Plastikoz material elastiko, moldeakaitz, gogor, iraunkor, pisu baxuko, tenperaturarekiko edo talkerekiko erresistente eta isolatzaileak egin ditzakegu, forma eta kolorea erraz emanez. Gainera, hau dena, prezio interesgarri batean.

Plastikoak molekula organiko batzuetatik, monomeroetatik, sortzen dira. Hauek petroleorean krudoaren erregai bihurtzeko prozesumenduan *sekundarioki* ekoizten dira. Petroleoaren garaian bizi garenez, plastikoak egiteko lehengaia, orain arte, eskuragarri eta merke aurkeztu zaigu. Hala ere, ezin da ahaztu petroleoa material fosil bat dela eta berriztaezina denez urria izaten hasi dela.

Plastikoen potentzial komertziala dela eta, azken urteotan bere ekoizpen eta kontsumoa esponentzialki hazi da eta plastikoaren industria eta prozesamenduak garapen ikaragarria jasan du. Baina hazkunde hau hasieratik aurrera begira joan da, kontsumoak markatu duen erritmoa hain bizkorra izan denez, zientziak, industriak, eta kontsumitzaileek ez dugu atzera begiratzeko astirik izan, beraz, ez gara kontsumo ikaragarri horren ondorioetaz jabetu. Orain sortzen ditugun plastikoen hondakin tonak ikustean arazoaren garrantziaz konturatzen hasi gara eta ondorioz, konponbideak bilatzen. Ez dugu jakin hasieratik plastikoaren kudeaketa egoki bat egiten eta agian neurritz kanpo baloratu ditugu material hauek, beraien mugen kontzientzia hartu barik.

Orain da guzti honetaz konturatzeko momentua. Planteatutako buruhausteari irtenbideak emateko ordua heldu da, erabilgarriak diren material hauek ekoizten jarraitu ahal izateko osasun eta ingurumena errespetatuz.

1. ZER DIRA POLIMEROAK EDO MAKROMOLEKULAK?

Makro aurrezkiak adierazten duenez, makromolekulak molekula erraldoiak dira, masa molekular handiko substantziak hain zuzen. Bestalde, polimero hitzak informazio gehiago ematen digu polimeroaren egiturari buruz; izan ere, polimeroak monomero izena duten zati txiki ugaz osatuta baitaude. Monomeroa katea osoan zehar errepikatzen den egitura-unitatea da. Beraz, polimeroak molekula txikien, monomeroen, elkarketaz osatutako egitura molekular erraldoiak dira. Eguneroko bizitzan erabiltzen ditugun hainbat elementu dira polimeroak, besteak beste, plastiko izenaz ezagutzen ditugunak, pinturak, bernizak, oihaletak, ukenduak eta abar.

2. POLIMEROEN SAILKAPENA

Polimeroen sailkapena egitea oso zaila izan daiteke, horretarako zenbait irizpide kontuan hartu behar baitira. Ondorioz, polimeroentzako sailkapen desberdinak egin daitezke.

Jatorriaren arabera

Polimeroak naturalak edo sintetikoak izan daitezke.

Naturan hainbat polimero natural aurki daitezke, izaki bizidunak osatzen dituzten biomolekulak (proteinak, azido nukleikoak..) ditugu horren abibide. Denontzat dira ezagunak odolean oxigenoa garraiatzen duen hemoglobina, informazio genetikoak gordetzen duen ADN, azukreak, papera osatzen duen zelulosa, kautxu naturala, hulea, eta abar.

Polimero sintetikoak, orokorrean, monomeroetatik abiatuz lortzen dira maila industrialean. Adibidez, nylon, poliestirenoa, PVC, polietileno,...

Polimero sintetiko bat osatzeko egiten den zenbait monomeroen lotura prozesuari, polimerizazioa deitzen zaio. Prozesu hori bi mekanismo bidez gerta daiteke:

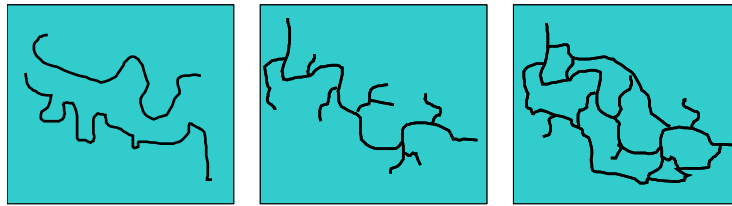
Konposizio kimikoaren arabera

Konposizio kimikoari dagokionez, polimeroen sinpletasuna azpimarratzekoa da. Polimero gehienak karbono, hidrogeno eta oxigeno atomoen errepikapenak dira. Dena den beste atomo gutxi batzuk aurki daitezke polimeroetan, hala nola, nitrogeno, kloro, fluor edo sufrea. Hau kontuan hartuta, polimero organiko eta inorganikoak ezberdintzen dira. Polimero organikoak ugarienak dira eta kate nagusian karbono atomoak dituzte. Inorganikoak kate nagusian sufrea (polisulfuroak) eta silizioa dutenak (silikonak) dira. Polimero organikoen artean hurrengo bereizketa egin ohi da:

- Polimero binilikoak. Kate nagusia karbonoz soilik eratuta dagoenean.
 - Poliolefinak: Olefinen polimerizazioz lortzen diren polimeroak, polietileno eta polipropileno esaterako.
 - Polimero estirenikoak. Monomeroen artean estirenoa dutenak. Hala nola, poliestireno eta kautxo estireno-butadieno.
 - Polimero biniliko halogenatuak. Halogeno atomoak (kloro, fluor,...) dituztenak beraien egiturari. Esaterako PVC eta PTFE.
 - Polimero akrilikoak.
- Polimero organiko ez binilikoak. Karbonoaz gain nitrogeno eta oxigeno atomoak dituzte kate nagusian.
 - Poliesterrak
 - Polikarpioak
 - Poliamidak
 - Poliuretanoak

Polimeroen egituraren arabera

Polimeroen kate luzeak era desberdinetan antola daitezke egitura molekular ezberdinak eratuz, polimero linealak, adarkatuak eta gurutzatuak aurki daitezke. Egitura molekularrak polimeroen propietate fisikoak baldintzatzen ditu, esate baterako, polimero linealak, adarkatuak baino trinkoagoak dira, edo gurutzatuak normalean ez dira disolbatzen eta erresistenteagoak dira.



Lineala

Adarkatua

Gurutzatua

Polimeroen egitura

Polimeroen propietate fisikoen arabera

Polimeroen ezaugarri fisikoak kontuan hartzen badira, polimeroak honela sailka daitezke:

Zuntzak: Polimero hauek norabide batean luzatuta dauden hariak osatuta daude. Propietate mekaniko oso onak azaltzen dituzte zuntzaren norabidean.

Elastomeroak: Indar baten ondorioz deformatu eta indarra desagertzean euren jatorrizko itxura berreskuratzeko gai diren polimeroak dira. Goma naturala, neoprenoa eta kautxuak dira elastomeroen ohiko adibideak.

Plastikoak: Aurreko bien tartean kokatzen diren propietateak dituzten polimeroak dira. Hau da zurruntasun handia dute eta ez dute elastikotasun itzulgaririk baina deforma daitezke tenperatura eta presio baldintza zehatzen eragipean. Plastiko hitza grekoko “plastikos”-etik dator eta moldeakorra esan nahi du.

Tenperatura altuetan duten portaeraren arabera

Tenperatura altuen aurrean polimeroek jokaera oso desberdinak erakusten dituzte. Portaera horren arabera propietateak izango dituzte eta beraien prozesamendua horretan oinarritzen da.

Polimero askok, termoplastiko izenekoak, berotzean likido bihurtzen dira eta hoztean berriz egoera solidora itzultzen dira. Portaera honek prozesamendua errazten du eta berotan nahi dugun forma ematea ahalbidetzen du, beraz printzipioz behin eta berriro moldeak daitezke. Beraien egitura molekularrak gurutzaketa gutxi edo bat ere ez azaltzen ditu. Polietilenoa, polipropileno, eta PVC besteak beste.

Beste polimero batzuk ordea, ez dira likidotzen. Berotzean kimikoki deskonposatzen dira gurutzaketa asko duten egiturak dituztelako. Hauei termoegonkorrak esaten zaie. Gurutzamendu honek molekulen mugimendu erlatiboa eragozten du, beraz, tenperatura altuetan loturak apurtu egiten dira. Kasu honetan behin batean soilik moldea daiteke.

3. POLIMEROEN HISTORIA BIZKORRA

Gizakiok polimeroak sintetizatu baino lehen polimero naturalak manipulatu genituen. Harriak, egurrak edo metalek betetzen ez dituzten propietateak lortzeko asmotan eguneroko objektuak eta tresnak fabrikatzeko erabiltzen ziren. Era honetan, anbar, goma laka, adar naturala eta gutapertxa bezalako polimero naturalak gaur egungo polimeroen aintzindari izan ziren. Egiptoarrek erretxina naturalak erabiltzen zituzten beraien hildakoak balsamatzeko, baina honetaz gain adar naturala berotzen zuten eta forma ematen zioten ontziak eta figurak fabrikatzeko. Hauxe bera egin ohi zen erdi aroan koilarak, orraziak etb. fabrikatzeko. Goma laka eta gutapertxa objektuak estaltzeko erabiltzen ziren, estaltze garden, iragazgaitz eta distiratsuak eratzen zituztelako. Lehenengoa Indiako zimitz baten emeak, *lac* izenekoak, ekoizten du eta bigarrena Indonesiako zuhaitz batzuetatik ateratzen da.

Dena den, XIX. mendearen amaierararte ez ziren lehenengo polimero sintetikoak azaldu. Sintetizatutako lehenengo polimeroak polimero naturaletatik abiatuz lortu ziren. 1839. urtean Charles Goodyear-ek kautxuaren bulkanizazioa gauzatu zuen. 1846. urtean zelulosa nitratoa sintetisatu zuen Christian Friedrich Schönbein zientzialariak, biak ere kasualitatez. Azkenik, 1868. urtean John W. Hyatt zientzialariak zeluloidea sintetizatu zuen zelulosa nitratotik abiatuta.

Lehenengo polimero guztiz sintetikoa 1909. urtean lortu zen. Leo Hendrick Baekeland zientzialari belgak fabrikatu zuen formaldehido eta fenoletik abiatuta. Beste polimero garrantzitsu batzuk gainerako urteetan sintetizatu ziren, polietilenoa 1911. urtean eta PVC 1912. urtean.

1922. urtean Hermann Staudinger kimiko alemana polimeroak aztertzen hasi zen eta 1926. urtean polimeroak era kobalentean lotuta dauden unitate txikiez osatutako kate luzeak direneko hipotesia argitaratu zuen. Poliestireno eta polioximetilenoaren egitura molekularrak proposatu zituen, gaur egun ezagutzen diren bezalakoak. Polimero hauek kate molekular erraldoi bezala definitu zituen, unitate estruktural deritzen talde atomikoez osatuta daudenak, hauek lotura kobalente bidez lotzen direlarik. 1930. urtean kontzeptu hau kimika molekularrean oinarritzko ezagutza bihurtu zen. 1953. urtean Kimikako Nobel Saria jaso zuen lan honengatik.

Wallace Carothers, 1928. urtetik DuPont enpresan lan egiten zuenak, hainbat polimero berri sintetisatu zituen: poliester, poliamida, neopreno, ...

Bigarren Gerrate Mundialak polimeroen ikerketan aurrerapenak ematea ekarri zuen. Esaterako, oso garrantzitsua izan zen kautxu naturalaren ordezkapena kautxu sintetikoagatik.

1950. urtean Karl Ziegler alemaniarra eta Giulio Natta italiarra Ziegler-Natta katalizatzaileak garatu zituzten. Lan honegatik 1963. urtean Kimikako Nobel Saria jaso zuten.

Beste Kimikako Nobel Sari bat Paul J. Flory zientzilariari eman zioten 1974. urtean polimeroen gaineko bere ikerketengatik.

XX. mendeko bigarren erdialdean, polimeroak lortzeko metodo berriak gauzatu ziren, baita polimeroentzako aplikazio berriak ere. Katalizatzaile metalozenikoak, erresistentzi altuko zuntzak, polimero eroaleak (2000. urtean Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid eta Hideki Shirakawa-k Kimikako Nobel Saria jaso zuten aurkikuntza honengatik), egitura konplexuko polimeroak, kristal likidoen polimeroak, ...

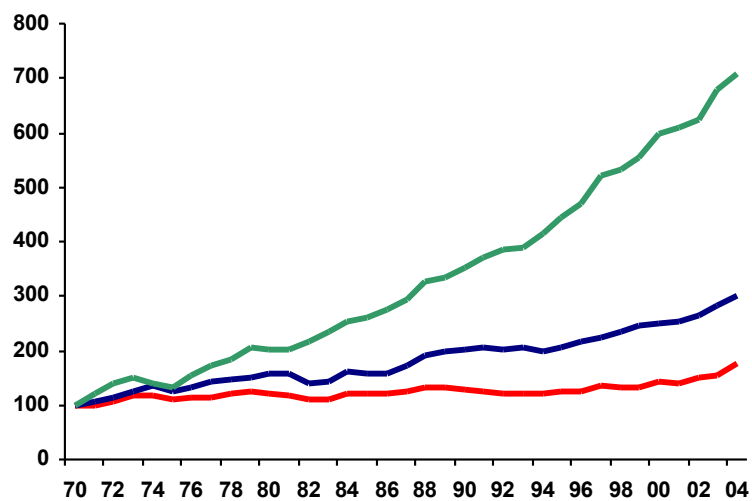
Laburbilduz, polimeroen gaineko interesa, asmakizunak eta ondorioz polimeroen ekoizpena esponentzialki hazi da urteetan zehar eta zalantzarik gabe esan dezakegu polimero arloko hazkundeak martxa bizkorra azaldu duela.

Polimeroen artean plastikoak dira gehien ikusi eta erabiltzen ditugunak, industrialki hauek dira gehien prozesatzen diren polimeroak eta beraz garapen aldetik

aurrerapen handienak jasan dituztenak. Azken urteotako plastikoen ekoizpen eta kontsumo ikaragarria izan da eta honek hondakin kantitate imagina ezinak eratzea ekarri du.

4. PLASTIKOEN KONTSUMOA ETA EKOIZPENA

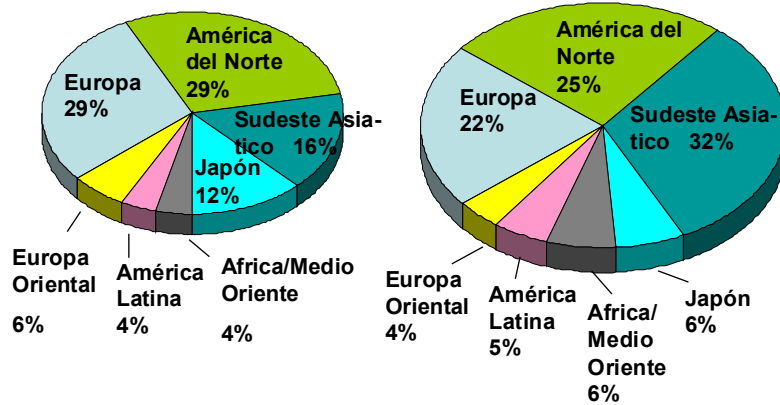
Plastikoak izan dira azken urteotan hazkunde handiena azaldu duten materialak. Hurrengo irudian ikusten da burdinaren, aluminioaren eta plastikoen ekoizpenaren konparaketa.



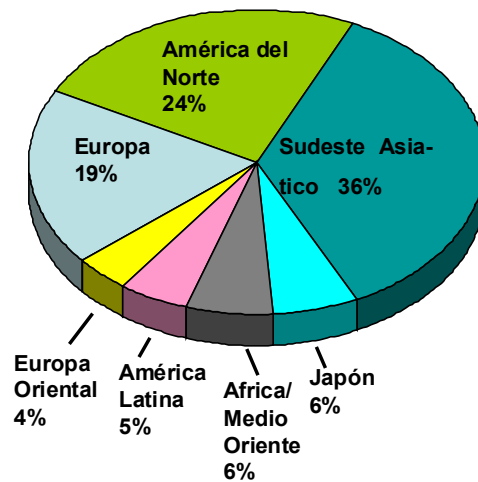
Gorria: Burdina, Urdina: Aluminoa eta Berdea: Plastikoa

Plastikoen kontsumo mundiala gorantz joan da eta hurrengo urteetan horrela jarraitzea espero da. Hurrengo irudian ikusten den bezala plastiko kontsumitzaile handienak Asia hego-ekialdea, Amerika iparraldea eta Europa dira.

1990 – 86 M Ton ➔ 5.7% 2003 – 176 M Ton



➔ 5.1% 2010 – 250 M Ton



Espainiako Estatuari dagokionez honako taulan plastiko kontsumoaren eboluzioa azaltzen da. Ikus dezakegunez urterik urte plastikoaren produkzioa eta kontsumoa (pertsonako kilogramoak) handiagoa da.

Plastikoen produkzioaren eta kontsumoaren eboluzioa Espainiako Estatuan

Urtea	produkzioa (10 ³ ton)	kontsumoa (kg/pertsona)
1960	20	1.29
1965	101	6.04
1970	404	15.86
1975	723	23.60

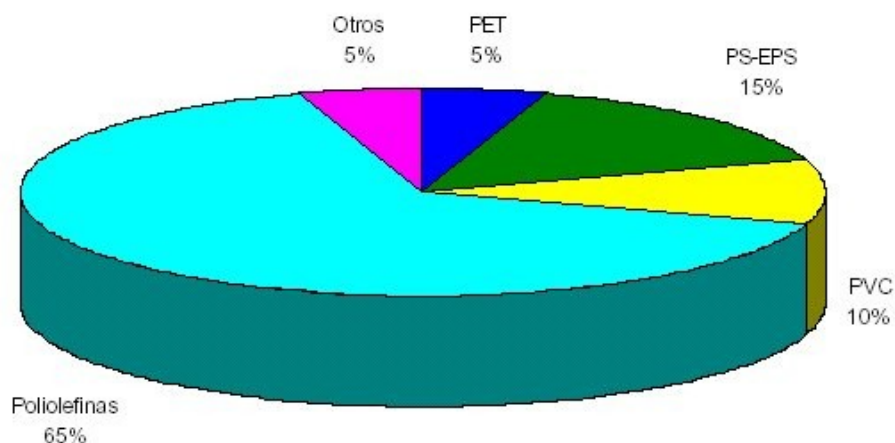
1980	1197	30.80
1985	1448	40.38
1990	2078	57.88
1992	2069	59.10
1995	2714	77.82

1992ko Euskal Herriko plastikoen kontsumoa beste herrialde batzuetakoekin konparatzen da hurrengo taulan. Euskal Herrian eta beste herrialde adierazgarri batzuetan plastikoen kontsumoak 1992an izan duen garrantzia hurrengo taulan agertzen da. Kontsumorik handiena Belgikan egin da, eta txikiena Indian. Euskal Herriaren kontsumoa maila ertainekoa da.

Herrialde batzuetako plastikoen kontsumoa 1992an

Herrialdea	Kontsumoa: Kg/pertsona
Alemania	118.2
Belgika	152.0
Espania	61.2
Euskal Herria	57.1
EEBB	108.0
India	1.3
Italia	79.0
Japonia	86.8
Mexiko	15.4

Hurrengo irudian erakusten denez plastikoen kontsumoa plastikoen mota gutxitara murrizten da. Beheko irudian ikus daitekeen bezala gehien kontsumitzen direnak poliolefinak dira (polietilenoa, PE, eta polipropilenoa, PP). Poliestirenoa, PS, polibinol kloruroa, PVC, polietilentereftalatoa, PET, eta gainerako polimeroen erabilera askoz txikiagoa da.



Euskal Herrian urte horretan erabili ziren plastiko motak 3. taulan ikus daitezke. Erabilienak dentsitate baxuko polietilenoa, polibinilo kloruroa eta plastiko termoengonkorrak dira. Gutxien erabili dena polietilen ftalatoa da, ondoren poliestirenoa eta dentsitate altuko polietilenoa.

Plastikoen kontsumoa Euskal Herrian 1992an

Plastiko mota	kopuru osoaren ehunekoa, %
LDPE	19
HDPE	9
PVC	19
PS	8
PP	12
PET	1
Beste termoplastikoak	12
Termoengonkorrak	20

5. PLASTIKOEN ERABILERAK

Plastikoak asko erabiltzen direlako arrazoia plastikoek propietate fisiko bereziak azaltzea da.

Egitura geometrikoari dagokienez, gehienak C, H eta O atomoz osatuta daude. Neurri txikiago baten N, Cl, F aurki daitezke. Hau dela eta, dentsitate baxuko materialak izango dira, balioak $\rho=0,9-1,4 \text{ g.cm}^{-3}$ tartean daudelarik. Ezin ahaztu metalen

dentsitateak askoz altuagoak direla, Cu, 8,9 eta Fe 7,6 gcm⁻³ direla hurrenez hurren. Honek plastikoak metalak baino askoz arinagoak direla adierazten du.

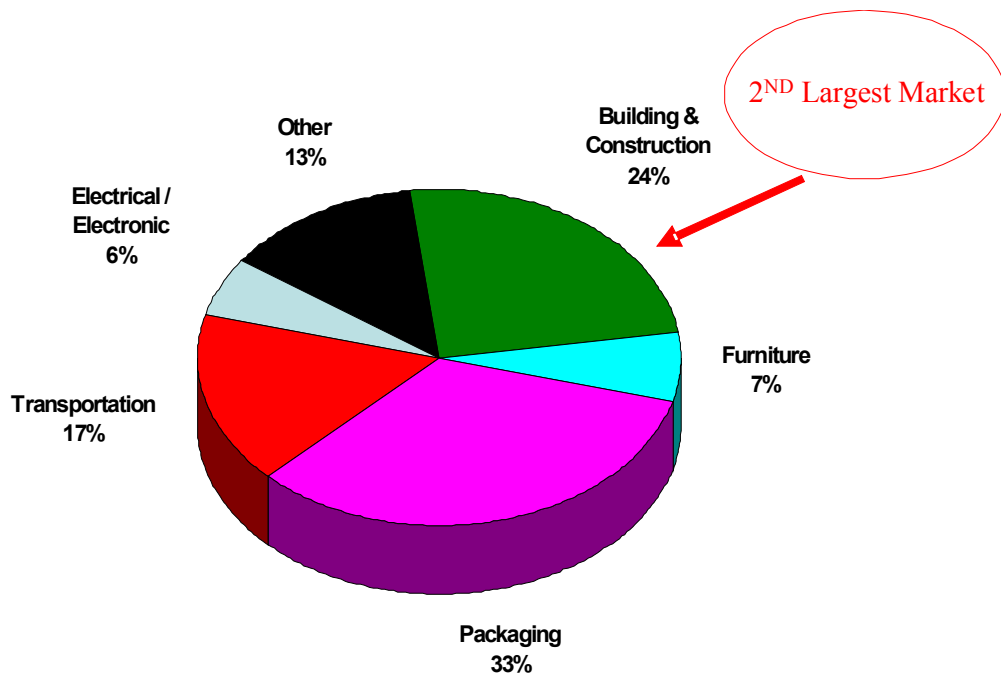
Beraien egitura kimikoa karbono atomoez osatuta dagoenez, kimika organikoaren multzoan sartzen gara eta antzekoak antzekoa disolbatzen duela gogoratuz, plastiko gehienak, guztiak ez esatearren, ez dira uretan disolbatuko. Oso geldoak edo inerteak izango dira, erresistentzia oso altua erakusten dute azidoekin eta alkaliekin eta oso zailak dira disolbatzeko.

Oso isolatzaile elektriko onak dira. Metalek plastikoek baino ehun trilioi, 100.10¹⁸, aldiz hobeto garraiatzen dute elektrizitatea; halaber isolatzaile termiko oso onak ere badira, esate baterako Cu-aren konduktibitatea termikoa 380 baldin bada poliestirenoarena 0,16 da, beraz, bien arteko erlazioa Cu/ PE = 2.400 izango da. Honen irakurketa ondoko adibidearekin azalduko dugu: Cu-zko xafla baten zehar ordu batean zeharkatzen den beroa kantitate berdina zeharkatzeko polietileno-zko xafla batetik, pisu eta itxura berekoa, 2400 ordu gehiago beharko ditu. Horregatik behin plastikoak berotu eta gero oso astiro hozten dira. Batzuetan abantaila den propietate hau beste batzuetan oztopo handia bihurtzen da.

Plastikoek oso dentsitate baxua dute eta beste material batzuek baino merkeagoak direnez, gaur egun, plastikoak ontziak egiteko erabiltzen dira batez ere, beiraren, metalaren eta abarren orde. Dentsitate baxua izateak abantailak ekartzen ditu, esaterako, ibilgailuetan erabiltzean, ibilgailuaren pisua txikiagoa izango da, beraz, erregaiaren kontsumoa ere txikiagoa da.

-Gaurko erabilerak:

Plastikoak erabiltzen diren arlo nagusiak, paketatzea, eraikuntza, autogintza, eta beste batzuk dira.



EEBB-etan plastiko erabileraren banaketa

Aplikazioen arabera plastikoen kontsumoa 1992an

Aplikazio arloa	Kopuru osoaren ehunekoa, %	
	Europar	Euskal Herrian
Paketatzea eta ontziak	33	40
Eraikuntza	20	11
Elektrizitatea eta elektronika	10	12.1
Autogintza	7	6.6
Nekazaritza	5	5.7
Sukaldeko tresneria	5	2.0
Jostailuak	3	1.7
Beste erabilera batzuk (altzairuak, oinetakoak, ...)	17	21

Paketatzea da plastikoen kontsumo handiena erakusten duen arloa, %40koa ia herrialde guztietan eta portzentaje honetatik erdia elikadurarako produktuei dagokie. Plastikoei esker arlo hau aurrera joan da ontzi eta pardeleen itxura eta ezaugarriak hobetuz. Plastikoen arrakastaren giltzarria hurrengo propietateetan datza: merkeak dira, barrera handia erakusten dute, birziklagarriak dira, diseinu posibilitate handiak daukate, testura aukera desberdinak eskaintzen dituzte, energia aurrezten dute, talketarako erresistenteak dira, batzuk mikrouhinean erabil daitezke, besteak beste.

Paketatzean normalean plastiko mota gutxi erabiltzen dira. LDPE (dentsitate baxuko PE) biribilki garden moduan komertzializatzen da **bilgarri malgu bezala erabili ahal izateko**. HDPE (dentsitate altuko PE) ordea, film sendoak (plastikozko poltsenak) ekoizteko erabiltzen dira. PP ere oso ohikoa da gauzak paketatzeko barrera propietate onak erakusteagatik. Oro har estatuan 1996an 1081712 tona erabili ziren, % 31.4a LDPE izan da, % 27.8a HDPE, % 15.8a PP, % 7.6a PVC, % 7.3a PS, % 7.1 PET eta %1.6 beste plastiko mota batzuk.

Plastikoen %14,4a eraikuntzan erabiltzen da. HDPE eta PVC-zko hodiak oso erabiliak dira arlo honetan. Beste aldetik eraikuntzan PVC da gehien erabiltzen dena, xaflak egiteko erabiltzen da. Askotan plastikoak erabiltzen dira kableak isolatzeko eta PS aparra moduan kokatzen da orma eta sabaietan hotza eta zaratarengandik babesteko. Gaurko ateetako, sabaietako eta leihoetako moldura gehienak plastikozkoak dira. Hauxe da 2002ko estatuko plastikoen kontsumoa eraikuntzarako:

- Polibinil kloruroa (PVC): 302001 t.
- Poliestirenoa (PS) 32600 t.
- Poliuretanoak 395509 t.
- Dentsitate altuko polietilenoa (HDPE) 26359 t.
- Dentsitate baxuko polietilenoa (LDPE) 28000 t.
- Poliesterrak/zuntz beira 27600 t.
- Erretxina aminikak (MF eta UF) 28000 t.

Beste industriako arlo batzuetan plastikoen papera azpimarratzekoa da, esate baterako autogintzan. Plastiko gogor eta iraunkorrez motorren piezak, lehergailu hodiak, bonbak eta aparailu elektrikoak egiten dira. Autoen karrozeria gehienak plastikoz indartuak dira eta autoen barrukoa plastikozko piezez osatuta dago. Hau dela eta, autoak arindu egin dira eta ondorioz kontsumoa gutxi daiteke. 1960 eta 2003 artean ibilgailuetako plastikoen erabilerak %0,6tik %7,5era (pisuan) egin zuen gora. Toyota da plastiko iraunkorren erabileran aurrerapen handienak lortzen ari den enpresa. Enpresa horrek material berriztagarrietatik fabrikatutako plastiko bat garatu du, produktu berean birzikla daitekeena. Toyotak bere buruari plastiko iraunkorren erabilerarako helburu

zehatz eta neurgarriak ezarri dizkio eta PVC-aren erabilera murrizteko konpromisoa hartu du.

Beste arlo batzuetan plastikoaren erabilera oso hedatua da: elektronikan eta elektrizitateari lotutako karkasak, osagarriak eta tresnak egiteko, kontsumorako zenbait artikulu (jostailuak, kiroletako artikuluak)...

Plastikoek 1992an etxeetan izan duten erabilera hurrengo taulan ikus daiteke. Ikusten denez, ontziak egiteko plastiko ugari erabiltzen dira, batez ere plastikozko ontzietan elikagaiak hobeto kontserbatzen direlako eta produktuak itxura garbiagoa duelako. Gainera, plastikoak erosoago eta arinagoak dira eta diseinu ezberdinenen lorpena ere errazagoa da.

Erabilera	LDE (tona)	HDPE (tona)	PP (tona)	PS (tona)	PVC (tona)	PET (tona)
Zabor poltsak	17					
Esne ontziak	2.5					
Zakuak	96					
Sukaldeko tresnak	5.3		22	10.2		
Jostailuak	4.4	1.8	3.7	7.4	2.5	
Ontziak	6		5.6	22.3	0.9	
Ur botilak	3	25.3			38.7	53.1
Olio botilak	1.2					
Poltsak		65.6				
Filmak		13				
Ehunak		18.3			5.6	
Esne botilak		14.8				
Olio botilak		6.3			13	
Garbikari botilak		34.2			17.8	
Lixiba botilak		14.2				
Botilen oinarriak		0.2				
Tapoiak		7.8	14.5			
Elektrotresnak			5.6			
Altzariak			21.3			
Edalontziak				20.1		
Oinetakoak				1.8	8.5	
Boligrafoak				3.1		
Xaflak				13.1		
Xafla zurrinak				2.6		
Beste batzuk		16.9				

-Etorkizunerako erabilerak:

Gaurko plastiko industria paketatze eta ontzi arloa garatzeko asmotan dabil, batez ere elikadurarako ontzi barrera bereziak ikertuz. Arlo honetako erronka batzuetarikoak dira kontserbetarako erabili ahal izateko, plastiko multikapak eta ontzi aktiboak. Plastiko berrietan nanoplastikoak erabiltzen hasi dira barrera hobea azaltzen dutelako. Bide horretan Valentziako NanoBioMatters enpresa ari da lanean. Ontzi aktiboek barrukoa babestuz gain kontserbatzen laguntzen dute, adibidez antimikrobianoak askatuz edo usain txarrak xurgatuz. IATAk (CSIC-eko Agrokimika eta Tecnologia Institutua) marrubiak luzaro kontserbatzeko ontzi aktibo bat aurkeztu du.

Polimeroen berezitasun nagusia material isolatzaileak direla da, baina orain dela hirurogei urte elektrizitate garraiatzaile onak ziren polimeroak sintetizatzea lortu zuten. Hain onak direnez, *metal sintetiko* izenez ere ezagutzen dira. Polimero eroaleak metalen propietate elektrikoak dituzte eta gainera, plastikoen abantailak erakusten dituzte. Polianilina, polipirrola, poliazetilenoa, poli(p-fenilbinilenoa), politiofenoa eta poli(N-binilkarbazola) polimero eroale ohikoenak eta ezagunenak dira. Polimero eroaleen aplikazio ezagunena birkarga daitezkeen bateriena da. Bateria hauek pisu gutxiago dute, berun eta azido sulfuriko bateriekin konparatuta eta ez dute sortzen substantzia toxikorik. Gainera, bateria mota hauen bidez bateriaren kapazitatea eta boltaia hirukoiztu egiten da Li-zko batekin konparatuta. Eragozpen nagusia deskargatze espontaneoak izango litzateke, bateria hauen bizi denbora askoz laburrago baita. Guztiz polimerikoak diren bateriak oraindik garapen prozesuan daude hainbat laborategi industrialetan, hala nola, Japonen Hitachi eta Bridgestone, Estatu Batuetan Allied-Signal eta Varta Alemanian. Gaur egun Bridgeston bizitza luzea duen bateria bat komertzializatzen ari da, polianilinazko katodoa duena eta Li-Al-zko anodoa (3V-ko boltaia). Vartak, BASF-ekin batera Li-Al anodozko eta polipirrolezko katodoa duen bateria komertzializatu du (3V-ko boltaia). Bateria hauek oso egokiak dira bizitza denbora luzea behar duten aplikazioetarako. Baita efizientzia altua eta energia baxua duten kasuetarako ere. Hau dela eta, erabilgarriak dira RAM (Random Acces Memory) memorietan, telefono inteligentetan, kalkulagailuetako baterietan, faxetan, telebistetako urruneko kontrolean, erlojuetan,

Polimero eroaleen aplikazio arloa biomedikuntzara zabaltzen hasi da, esate baterako nerbio artifizialak garatzeko. Sistema nerbioaren seinale guztiak bideratzeko ioi-elektroi transduktoreak behar dira. Baina orain arte erabiltzen diren transduktorek egiteko oxido metalikoak erabili dira, baina hauek ez dira biobateragarriak. Polimero eroaleak aldiz, biobateragarriak dira. Gaur egungo ikerketetan polimero hauen selektibitatea garatzen ari dira, ioi eta neurotransmisore espezifikoak askatzeko asmoarekin.

Honez gain, polimero eroale hauek korrosioarekiko babesa, elektromagnetismoarekiko babesa, sentsoarek, leiho inteligenteak, ur hondakinak depuratzeko mintzak, pantaila lauak, ispilu inteligenteak, ... egiteko erabiltzen dira

Badirudi biomedikuntzari begira ikertzen ari direla polimero berri asko, batez ere adimendunak, hau da, kanpoko kitzikapen baten aurrean erantzuteko gai direnak. Hau da elastomero dielektrikoen kasua. Material hauek eremu elektrikoa aldatzean konprimitu eta hedatzen dira eta beraien kapazitatea material piezozeramiko arruntena baino hamar aldiz handiagoa da. Material hauek ikertzen ari dira gihar artifizialak garatzeko.

5. PLASTIKOEN KUTSADURA

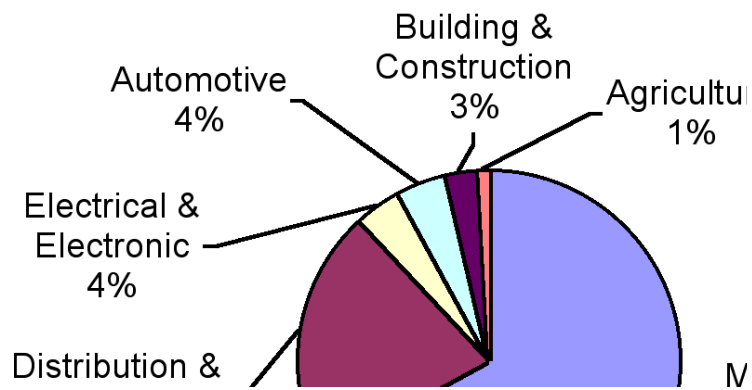
Plastikoen kontsumoak ekologi arazoak ere ekarri ditu. Arazoaren gakoak kontsumo ezarduratsua, kudeaketa urria eta plastiko gehienak degradagaitzak direla da. Plastikoa zabortegietan pilatzen dira eta itsasoko uretan ere aurki daitezke, urtero sei milioi tona eta erdi botatzen baitira itsasora. Itsasoan laurogeita hamar urteraino ere iraun dezakete eta urte hauetan zehar distantzia handiak egin ditzakete aldatu gabe.



Hainbat itsas animalia hiltzen dira plastikoen ondorioz, plastikoa janari bezala hartzen baitituzte edo bestela itota.

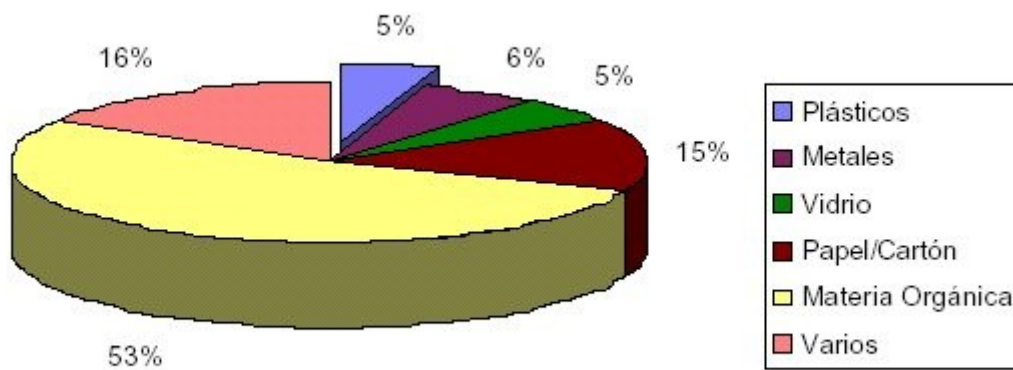
Datuak

Urtero milioi bat tona plastiko inguru botatzen dugu zabortegietara. Hauetatik erdia baino gehiago etxeetako zaborrean sortzen da, gainontzekoa batez ere industria eta banaketaren ondorio da eta proportzio txikiagoan hondakin elektronikoak, elektrikoak, eta autogintzakoak dira.

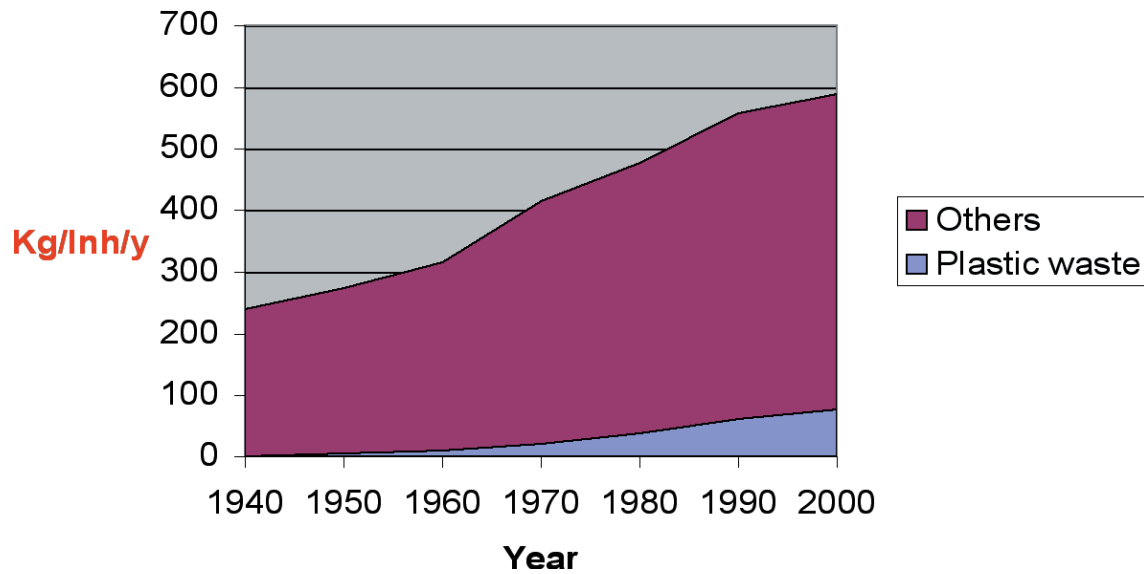


Sektore bakoitzeko plastiko hondakinen ekoizpena

Zakarrontzian dagoenaren zaborretik ehuneko zazpi inguru plastiko hondakinak dira, hau da, urtero pertsonako berrogeitamar kilo inguru kontsumitzen da eta iragarpenen arabera kantitate honek gora egingo du.



Etxeetako zaborraren konposizioa



Pariseko zakarrontzietan plastikoen eboluzioa

Poliolefinak dira etxeetan gehien sortzen ditugun plastiko hondakinak (PE eta PP), hauei PVC eta termoeonkorrek jarraitzen diete.

Polimeroa	kg/biztanle/urte	Portzentajea
LDPE	12.4	24.7
PP	9.1	18.2
HDPE	8.1	16.1
PVC	4.3	8.5
PS	3.7	7.5
PET	3.6	7.3
EPS ₃₁	0.6	1.1
Beste	3.7	7.3

termoplastiko batzuk		
Termoegonkorrak	4.7	9.3

Plastikozko poltsak

Zaborretatik % 2.3a plastikozko poltsak dira. Urtero 10500 milioi banatzen dira Espainiar estatuan eta horietatik soilik %10a birziklatzen da. Hala ere, kontutan hartu behar da biztanleriaren %61-ak plastikozko poltsa horiek zabor-poltsa bezala erabiltzen dituela. Ondorioz, gehienak zabortegetan metatzen dira, itsasora edo ibaietara heltzen dira eta hor irauten dute, degradatzeko 400-1000 urte bitarte behar baitituzte. Gainera azken urteotan plastikozko poltsaren kontsumoa %47 areagotu da. Hau dela eta, herrialde asko neurriak hartzen hasi da. 2002an Irlanda hasi zen euroko 15 zentimoko ekotasa sortuz. Neurri honek plastikozko poltsen kontsumoa %90 murriztea eta urtero ingurumen-proiektuetarako 23 milloi euro lortzea ekarri du. Era berean, munduan zehar plastikozko poltsak dohainik lortzeko aukera desagertzen ari dira eta behin eta berriz erabiltzeko poltsak sustatu nahi dira. Espainiar estatuan Hondakin Plan Nazionalak plastiko poltsen murrizketa defendatu arren ez du ekotasa bat gehitzea planteatzen 2010arte. Dena den, 2015ean biodegradagarriak ez diren plastikozko poltsen %70 biodegradagarriak direnengatik ordezkatzeko asmoa du. Euskal Herrian “Ekologistak martxan”, “Osasun Alde” eta Bizkaiko auzotalde batzuk “Euskadi plastikozko poltsa barik” kanpaina martxan jarri dute kontsumitzaile, gobernua eta komertzioek kontzientzia har dezagun.



Anaip-ek (Plastikoko enpresarien konferedakundeak) Gobernuak hartzen ari diren neurriak drastikoak, negatiboak eta gehiegizkoak direla baieztatzen du. Enpresarien ustez ingurumenari kaltea eragiten diotenak ez dira poltsak berak, usadio eta ohitura txarrak baizik. Espainiar estatua da Europan plastiko poltsen ekoizle handiena eta sektore honetan 300 enpresak 5500 langileri enplegua ematen diote. Anaip kontzientzia aldaketaren alde dago eta berriz erabiltzeko politikarekin bat egiten du. Horretarako enpresariak behin eta berriro erabil daitezkeen poltsa handiagoak eta iraunkorrak diseinatzeko prest daude nahiz eta koste handiagoak jasan.

Legealdia

Etxeetako hondakinen hazkunde eta sortutako hondakin plastikoen tonen ondorioz, administrazioek ingurumen arazoei ez ezik, ekonomiko eta sozialei ere aurre egin beharko diete. Hurrengo puntuak gainditu behar dituzte besteak beste: zabortegien asetasuna, materialak selektiboki batzeko sistema berriak, ikus kutsadura eta lege betebeharrak.

Legealdiari dagokionez Europako Batasuna legezko betebeharrak sartzen joan da: ontzi eta ontzien hondakinei buruzkoa (94/62/EC), erabiltzen ez diren ibilgailuei buruzkoa (2000/53/EC), tresna elektronikoko eta elektriko hondakinei buruzkoa (2002/96/ED) edo zabortegiei buruzkoa (99/31/EC). Honetaz gain, Bosgarren Programa Komunitarioan, plastiko hondakinen poluzio-iturri eta bigarren mailako lehengai papera azpimarratu zuen.

Ontziei buruzko 94/62/CE Europako Legediaren helburuak hauek dira: gaur egungo hondakinak sortzeko joera ezabatzea; hondakinen kudeaketa antolatzea (hondakin gutxien sortzen dituzten aukerei lehentasuna eman, eta birziklapena indartzea), eta azkenik, laguntza-neurriak antolatzea. Estatuak bost urteko epea izan dute lege berria aplikatzeko. Legedi honek salduetako ontzi guztietatik % 50-60 errekuperatu, %25-45 birziklatzera eta ontzi-hondakinen % 10 gutxienez murriztera behartzen ditu estatuak. Espainiar estatuan, ontzi-hondakinei buruzko Legedia 1997an ezarri zen martxan, Europako Estatu batzuetan legedi honen betebeharra ez zen gauzatu 2006 arte, beste batzuetan 2008 arte. Gaur, espainiar estatuan, legediak esaten duen hondakin plastikoen erdia baino ez da birziklatzen.

Ibilgailuei buruzko legediak ez du behartzen plastikoak birziklatzea. Hala ere % 95 birziklatuko delako helburua dauka. Hondakin elektriko eta elektronikoak legediak klasifikatu egin ditu eta mota bakoitzeko errekuperatzeko portzentaje bat markatu du. Era berean, ziurtatzen du hondakinen batuketa banatzaileentzat dohainik izatea.

6. PLASTIKOEN KUDEAKETA

Aipatu denez, plastikoek beste materialen aldean sekulako ezaugarriak aurkezten dituzte. Erabilera anitzekoak, iraunkorrak, arinak eta hezetasunarekiko eta degradazioarekiko erresistenteak dira. Hala ere ezaugarri hauek guztiak beraien kontra jotzen dute plastikoen hondakinak kudeatzeko orduan. Eguneroko plastikoen autosuntsiketa oso murriztua izaten da, eta ondorioz, kutsadura moduan urte askotan plastikoen hondakinak irauten dute. Beste aldetik gaurko plastikoen lehengaia petrolioia da. Petrolioia gero eta eskasagoa den fosil bat da, horregatik garestitzeko joera dauka. Ondorioz, eragiten duen kutsaduragatik eta balio ekonomikoagatik gero eta argiago dago *hiru erre-ko* politika plastikoen gestioaren oinarria izan behar dela: *Reducir*, murriztu, *Reutilizar*, berriz erabili, eta *Reciclar*, birziklatu.

- Murrizketa: Lehengaia murriztea kudeaketa jasangarria lortzeko lehen urratsa da. Murrizketa plastikoen produkzioari dagokio. Puntu honetan kontsumitzaileen zeregina merkatuan politika honen aldeko produktuak murrizten laguntzea da eta eguneroko bizitzara ideia hau zabaltzea. Soluzioa, ekoizleen kontzientziaren

aldaketan datza, ingurumenari begira garatutako ekoizpena bilatzen da gero eta hondakin gutxiago sortuz. Hasiera batean neurri hau plastiko ekoizleen aurka dagoela ematen duen arren, ez da horrela eta ondo interpretatu behar da. Neurri honek ez du plastikoaren ekoizpena jaitea suposatzen, plastikozko produktuen diseinua aldatzea baizik: pisua arintzea, konbinaketa eta motak jaitea, formulazioak estandarizatzea, ... Azken finean, sinplifikazio-prozesu bat defendatzen da eta xahutzea deuseztatu.

- Berriz erabiltzea: Plastikoa material aproposak dira berriro erabiltzeko, iraunkorrak, erresistenteak eta garbigarriak izateagatik. Puntu hau industrian etxeetan baino hedatuago dago. Puntu hau aurrera eramateko guztion kontzientzia aldaketa behar da. “Erabili eta bota”-ko garaian hazi eta bizi gara, gauzak bizi-iraupen laburra daukate eta ondareak ordezkatzeko eta metatzeko joera daukagu kontsumismoaren ondorioz. Murrizketa sustatzeko produktuak berriz erabiltzea guztion ekarpena izan behar da.
- Birziklapena: Plastikoen birziklapena hirurogeita hamargarren hamarkadan hasi zen, herrialde batzuk beraien hondakin plastikoak errausten hasi zirenean. Harrezkero, aurrerapen asko sortu dira arlo honetan eta gaur lau birziklapen mota desberdin erabil daitezke: primarioa eta sekundarioa, edo mekanikoa, terziarioa edo kimikoa eta kuartenarioa edo errausketa.

7. PLASTIKOEN BIRZIKLAPENA ETA JASANGARRITASUNA

Plastiko hondakinen birziklapena oso positiboa izan daiteke plastikoen jasangarritasuna lortzeko bidean. Birziklapena irtenbide egingarri, errentagarri eta interesgarriago bihurtzen ari da gaur egungo aurrerapenei esker. Gero eta plastiko mota gehiago onartzen dira birziklapen prozesuetan, biltze-banaketa sistema hobetzen doa eta produktu birziklatuen kalitatea handitzen da. Honi guztiari esker plastikoen birziklapena hedatzen ari da, baina, horretarako ingurumen-aspektuak, ekonomikoak eta sozialak gogoan eduki beharko dira.

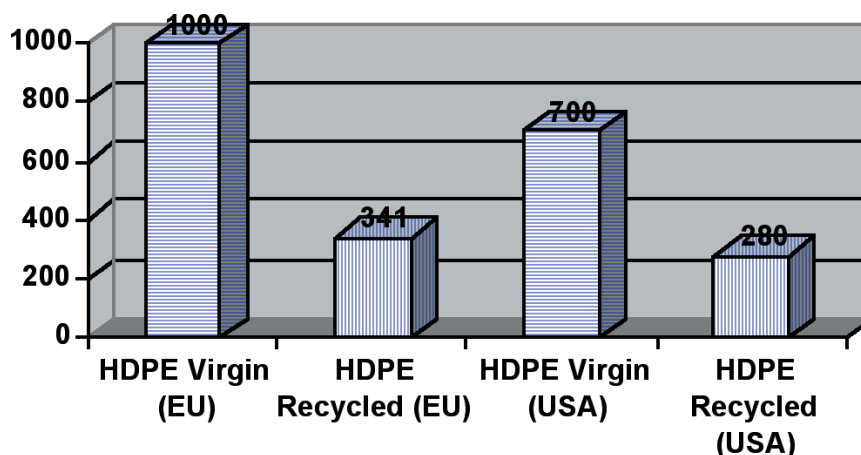
Ingurumen aspektuak

Plastikoen birziklapenak jasangarria izan ahal izateko hainbat baldintza bete behar ditu, adibidez, baliabideak aurreztu eta berotegi-efektuko gasak murriztu.

Datuen arabera argi dago plastikoen birziklapenak baliabideak aurreztea eta erabiltzen diren lehengaien murrizketa dakarrela. Plastikoko kilogramo bakoitzeko ia bi kilogramo petrolio behar dira. Birziklapenaren bidez, plastikoa berdinak hamaika aldiz lehengai moduan joka dezake bigarren produktu bat fabrikatzeko. Era honetan, petrolioaren kontsumoa murriztu eta plastikoen etekina handitzen da energia eta garraioan aurreztuz.

Dena den, plastikoen birziklapenaren abantaila nagusia lehen energiaren kontsumoan aurreztea da. Polimeroen ekoizpena energetikoki prozesu garestiena da, produkzioarako behar den energiaren % 72-91. Prozesatzeko behar den energia aldiz, askoz txikiagoa da, soilik %6-20. Birziklapen prozesuaren gastu energetikoa kontuan hartuz aurreztuko genukeen energia ondorengoa izango zen, %8-38koa PET-en kasuan, 38% LDPEzko filmeekin, % 77 HDPEzko botileekin.

Kiotoko protokoloa kontuan hartuta eta klima gure gizartearen inpaktuagandik babesteko premia dela eta, oso garrantzitsua da plastikoko birziklapen prozesuen askatu ahal diren negutegi-efektuko gas kantitatea kontrolatzea. Europako Komisioak, hau aztertu ondoren, birziklapen prozesuetan erretxina berriak fabrikatzean baino CO₂ gutxiago askatzen dela baieztatzen du.

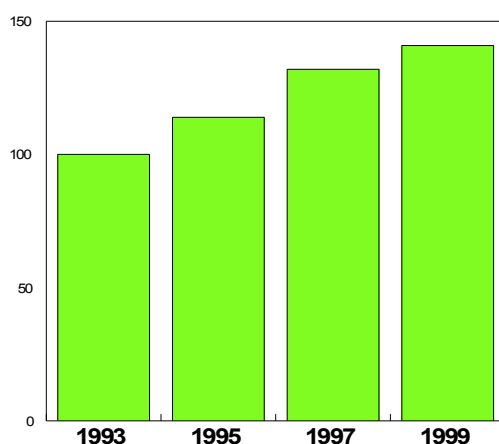


HDPE berria eta birziklatuaren ekoizpenean askatzen den CO₂ kantitatearen konparaketa

Aspektu ekonomikoak

Plastikoen birziklapena banaketan, bereizketan, administrazioan eta garraioan lanpostu berriak sortzeko aukera izan daiteke. Alemanian 170000 lanpostu berri sortu ziren bilketa eta bereizketa selektiboko sistema martxan jarri zenean. Ikerketen arabera birziklapen sistemak 3100 biztanleko lanpostu berri bat suposatzen du eta biztanleko 50 euroko onura ekonomikoa.

Bestalde, plastiko hondakinen birziklapenak orain arte hiriko hondakinak kudeatzeko erabiltzen diren sistemen (zabortegiak eta errausketa) gutxitzea ahalbidetzen du. Izan ere, azken urteotan Europako legediak zabortegien eta erraustegien kontrola gogortu egin du, hauen kostea handituz.



Errusketaren prezio gorakada

Aspektu sozialak

Gizartearen kontzientziazioa da aspektu sozial garrantzitsua. Honek birziklapenaren eskaera areagotuko du ingurumeneko kontzientzia berpiztuz.

8. PLASTIKOEN BIRZIKLAPENAREN ARAZOAK

Jakina da birziklapenak abantaila asko ekartzen dituela. Hau da behintzat kartoi, paper eta beiraren kasuan gertatzen dena. Plastikoen kasuan, aldiz, gauzak desberdinak dira.

Plastikoek propietate oso bereziak erakusten dituzte, beraz, material gehienak ordezkatu ditzake aplikazio askotan. Hondakin bihurtzean, aldiz, arazo handiak eraten ditu ingurumenean, bai zabortegetan eta baita errausketa-instalazioetan ere. Hau dela eta plastikoa birziklatzea premiazkoa da.

Aurretik aipatu bezala, plastikoa material desberdinez osaturik egon daiteke. Ondorioz, birziklapenaren lehenengo urratsa materialak bereiztea da. Kasu batzuetan hau egitea oso zaila da, bi arrazoi direla medio. Lehena, plastiko bakar bat substantzia askoren nahastea delako eta bigarrena, konposizio kimiko bereko plastikoak material ezberdin asko egiteko erabiltzen direlako.

Plastikoen oinarria polimero sintetikoak dira eta honekin batera, kolorea, plastikotasuna, pisua, suarekiko erresistentzia eta beste propietate batzuk emateko substantziak izaten ditu nahasirik. Hau dela eta, printzipioz, honen birziklapena egiteko orduan, substantzia guztiak hartu behar dira kontuan eta zeintzuk diren jakin. Legearen arabera, substantzia batzuk debekatuta daude edota debekatzear. Ondorioz, plastiko hauek birziklatzea ezinezkoa izango da.

Polimero gutxi batzuk dira aplikazio gehienetan erabiltzen direnak eta honi esker, birziklapena zertxobait errazagoa da. Birziklatzea posible den polimero ohikoenak polietilenoak (HDPE eta LDPE), polipropilenoa (PP), polibinil kloruroa (PVC) eta polietilen terftalatoa (PET) dira.

Bereizteko metodo bat baino gehiago erabiltzen direnez, arazoak areagotu egiten dira, metodo bakoitzak polimero eta gehigarri gutxi batzuk bakarrik bereizten baititu. Honen ondorioz, osagaiak bereizteko oso metodologia garestia behar da.

Aurrerago sakonduko denez, plastikoak birziklatzeko praktikan gehien erabiltzen diren metodoak birziklapen mekanikoa eta balorazio energetikoa dira. Birziklapen mekanikoa da sistema zaharrena eta estatuan dauden 84 birziklapen-instalazioetan %10a birziklatzen da metodo honen bidez. Balorazio energetikoaren bidez, aldiz, soilik %5 birziklatzen da. Gainerako %85 zabortegetan amaitzen du. Beraz, argi dago, gaur egun proportzio txiki bat soilik (%15) birziklatzen dela.

Nahiz eta gaur egun birziklatzearen aldeko kanpainei esker plastiko gehiago birziklatzea lortu den, oraindik ere, ez dago azpiegitura egokirik. Bilketa, garraioa eta materialaren onarpena ez daude sistematizaturik eta gainera, plastiko motaren anizkoiztasunaren ondorioz, are eta zailagoa da birziklapena burutzea.

Birziklapen-instalazioetara plastikoa beste produktu batzuekin nahasita iristen da, hau delarik birziklapenaren arazo nagusietariko bat. Esate baterako, hozkailuetako poliestirenoa birziklatzeko, lehenik eta behin hozkailuko likidoa kendu behar da. Nekazaritzan negutegiak, polietilenoazko filmak eta hodiak egiteko PVC-a erabiltzen da, lur kantitate handiekin eta produktu fitosanitarioekin nahastuta. PVC birziklatu ahal izateko beharrezko den garbiketa burutzea oso prozesu garestia da. Industriako plastikozko hondakinak birziklapenerako material egokiak dira, ondo sailkatuta, gutxi degradatuta eta garbi egoten baitira.

Garraioa ere birziklapenaren beste arazo bat da, batez ere, dentsitate txikia duten plastikoen kasuan. Adibidez, poliestireno puztuak oso dentsitate txikia du eta hondakina lortzen den lekutik hurbil ezarri behar da instalazioa, bestela, garraio kosteak prozesuaren bideragarritasuna eragozten du.

Nahiz eta aipatutako bi hauek izan birziklapenaren oztopo nagusiak, beste batzuk ere aipatu behar dira: herrialde bateko eta besteko legediaren arteko desberdintasunak, hondakin birziklatuen erabilera ez bizkortzea eta birziklapen-ideiak sustatzeko bultzada falta, besteak beste.

Espainiar estatuan adibidez plastikoen birziklapenaren tasa baxuaren kausa nagusiak hauek dira: banaketa prozesua garestia izatea (produktuen aniztasunagatik), koste ekonomiko handiak, plastiko berrien kalitatea nahiago dela, bilketa selektiboa eta banaketa sistema ez dela nahikoa eta plastiko birziklatuaren merkatu eskasa.

Hurrengo tauletan birziklapen errealitatea islatzen da.

Europar plastikoen birziklatu eta erabili gabekoaren konparaketa

Polimeroak	Polimero birziklatuak (%)	Polimero erabili gabeko (%)	Totala (KTn)
-------------------	--------------------------------------	--	-------------------------

LLDPE	10	90	7.121
PP	1	99	5.524
PVC	0	100	5.524
HDPE	7	93	4.837
PS	2	98	2.278
PET	1	99	1.695
EPS	4	96	788
Beste termoplastiko batzuk	1	99	4,287
Termoplastikoen subtotala	4	96	30.763
Termoegonkorrak	0	100	6.006

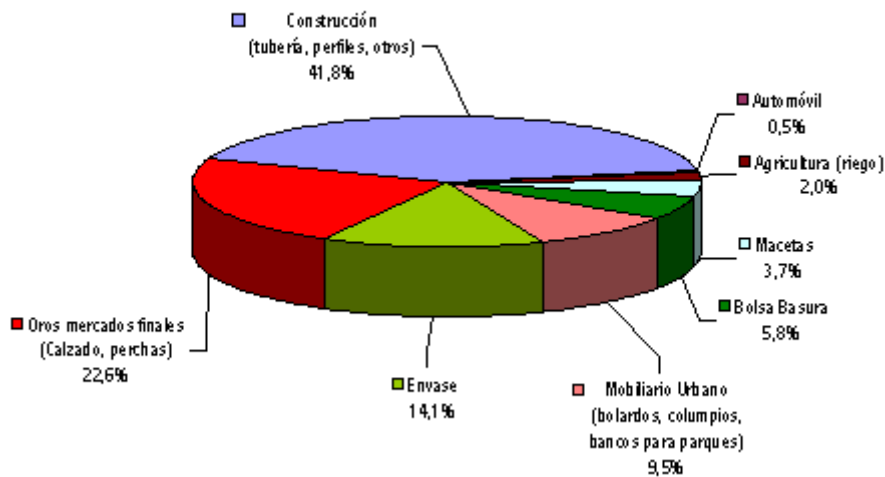
Europar plastikoen kontsumo eta berreskuratzea sektoreko (kTn)

Sektorea	Kontsumoa	Biltzeko erabilgarri	Birziklapena	Balorazio energetikoa	Zabortege
Nekazaritza	953	286	161	0	125
Autogintza	2669	851	61	35	755
Eraikuntza	6710	530	58	0	472
Industria	5969	4130	1418	441	2271
Elektrizitate eta elektronika	2783	854	34	4	816
Etxekoak	19039	13324	1087	4103	8139
Totala	38123	19980	2819	4583	12578

Plastikoen kontsumo eta berreskuratzea Europan (kTn)

Herraldea	Biltzeko erabilgarri	Birziklapena	Balorazio energetikoa	Zabortege
Austria*	350	67	73	210
Belgika	553	85	164	304
Dinamarka	351	36	242	73
Finlandia	162	22	29	111
Frantzia	3120	287	998	1835
Alemania*	3161	983	806	1372
Grezia	317	6	0	311
Irlanda	204	16	0	188
Italia	3396	438	428	2530
Paises Bajos	1027	166	542	318
Portugal	453	13	110	330
Espania	2095	314	266	1515
Suecia	384	32	173	179
Erresuma Batua	3682	295	295	3093
Noruega	181	19	77	85
Suiza	545	40	378	128

*Austrian eta Alemanian birziklapenaren barnean lehengairako birziklapena kontuan hartzen da.



Plástico birziklatuaren erabilerak

9. PLASTIKO BIRZIKLAPENAREN PROZESUA

Birziklapenaren lehen pausua bilketa selektiboa da. Honetarako kontsumo plastikoak zakar-ontzian gainontzeko zaborretik banatu eta kolore horiko zakar-ontzietan bota behar dira. Bigarren pausoa birziklapen instalazioetarako garraioa da. Dentsitate baxuko materialak direnez garraioak beti garestitzen du prozesua eta horregatik hau baino lehen plastikoak fardeletan paketatzen dira. Plastiko fardelak ateri zabalean pilatzen dira hilabeteetan zehar, hiru hilabete baino gehiagotan ez egotea gomendatzen den arren (erradiazio ultramoreak plastikoak honda baititzake). Gero fardel mistoetako plastikoak plastiko motaren arabera eta kolorearen arabera banatzen dira. Plastikoaren banaketa eskuz egin daiteke baina teknologia automatikoa asko garatu da, prozesua arindu eta errazteko. (Leire Ruiz).

*Gomendatutako epe maximoak
plastikoak kanpoan babesik gabe egoteko*

Polimeroa	Kanpoan babesik gabeko pilaketaren iraupena (hilabeteak)
PET	6
HDPE	1
PVC	6
LDPE	1
PS	6
PTDE	mugagabea

Hemendik aurrera birziklapenak hiru bide jarrai ditzake: mekanikoa, kimikoa eta balorazio energetikoa.

1. Birziklapen mekanikoa

Hau da plastikoen birziklapen mota zabalena. Birziklapen mekanikoa prozesu guztiz fisikoa da eta honen bidez post-kontsumoko plastikoa eta industriatik ekarritakoa (scrap) errekueratzen da. Industriako plastiko hondakinak garbi egoteagatik eta konposizio sinplea izateagatik errezago birziklatzen dira kontsumoko plastikoak baino. Izan ere, azken hauek janariz, itsaskorrez, lurrez ... zikin agertzen dira. Birziklapen mekanikoan plastikoen hiru hondakin bereizten dira: 1) sinpleak, 2) banatuak eta klasifikatuak izan ahal direnak, mistoak bezala ezagutzen direnak, plastiko mota askoko nahastea, 3) eta misto konbinatuak, hau da, plastiko mota desberdinak hondakin ez plastikoekin (papera, kartoia, metala ...) nahasturik agertzen direnak. Lehengo hondakinak birziklapen mekaniko primarioan erabiltzen dira eta gainontzekoak birziklapen mekaniko sekundarioan.

1.1. Birziklapen mekaniko primarioa

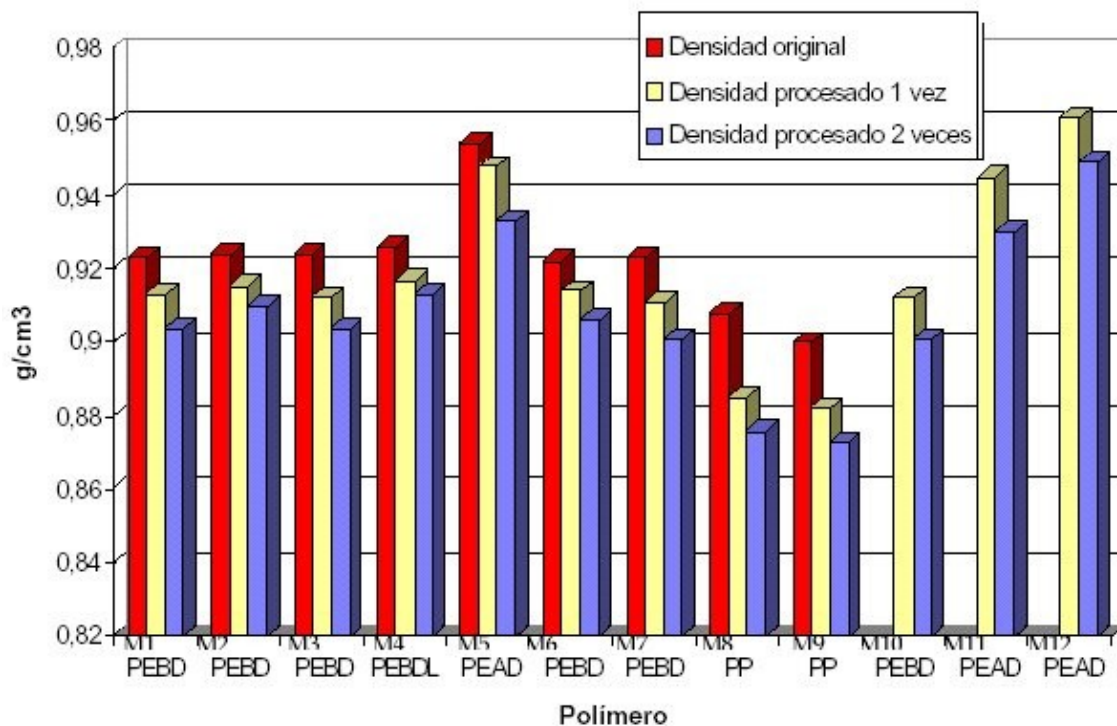
Birziklapen mekaniko primarioa plastiko hondakinak jatorrizko produktuaren propietate fisiko eta kimikoak berdinak dituen bigarren produktuetan bihurtzean datza. Birziklapen mekaniko primarioaren bidez PET (polietilentereftalatoa), HDPE (dentsitate altuko polietilenoa), LDPE (dentsitate baxuko polietilenoa), PP (polipropilenoa), PS (poliestirenoa) eta PVC (polibinil kloruroa) errekueratzen dira.

Termoplastikoen ezaugarriak dira birziklapen mota honen oinarriak. Termoplastikoak gai dira tenperatura ez oso altuetan urtzeko egitura aldatu gabe. Ondorioz, erraz birzikla daitezke mekanikoki.

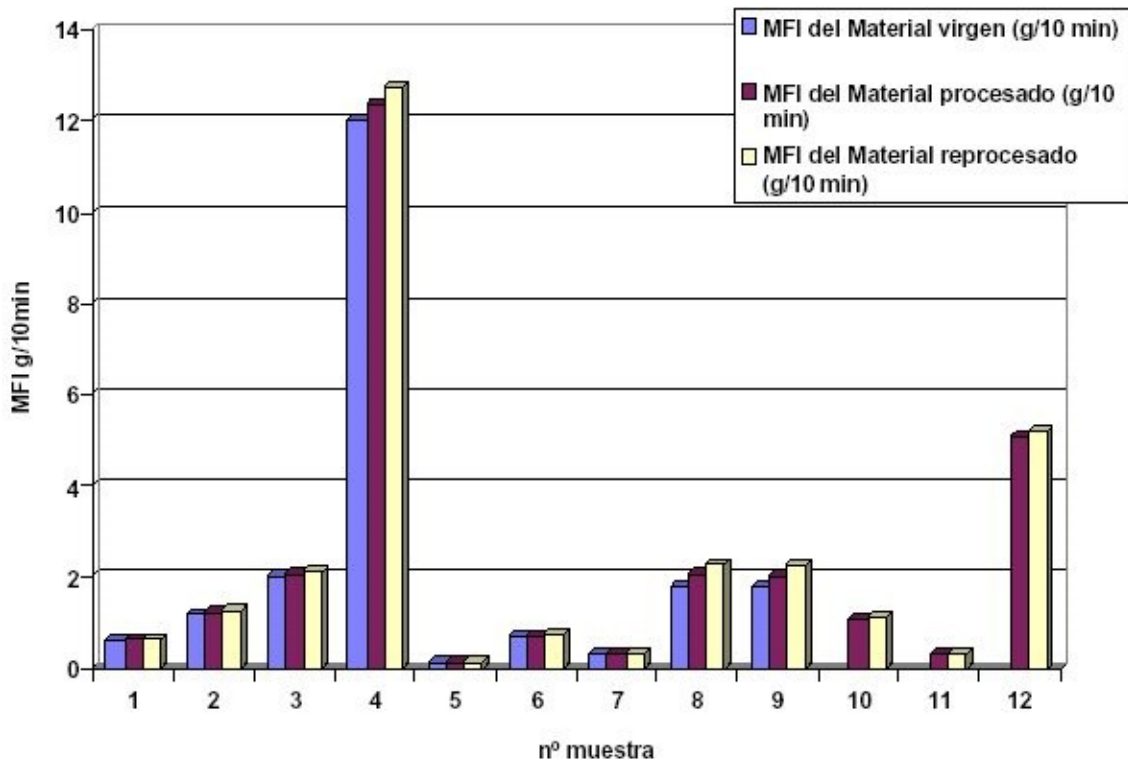
Birziklapen primarioan lau urrats ezberdintzen dira, garbiketa, birrinketa, "pellet" lortzeko prozesua eta moldeaketa.

Plastikoak behin banatuta mekanikoki birrintzen dira, gero garbitu egiten dira xaboizko bainu baten bidez. Plastikoak oso zikin agertzen direnean hidrozikloiak erabili ohi dira. Teknika honen bidez plastiko arina flotatzen geratzen da, urak plastikoa gainazalera bultzatzen du eta zikinkeriak, ordea, hondora. Garbiketa jasan duten plastikoei pikor garbia esaten zaie. Pikor garbia saldu edo "pellet" bihur daiteke. Pellet lortzeko prozesuan plastiko pikorrak funditu egiten dira eta hodi baten zehar pasatuz

espageti itxura ematen zaie, ur hotzeko bainutik pasatu eta gero. Hoztu ondoren espagetiak moztu egiten dira eta “pellet” izeneko plastikozko zati homogeneousak lortzen dira. Pellet-ak dira plastiko moldeaketako industrian erabiltzen diren lehengai nagusia, moldeaketa prozesu normalak jasaten dituztelarik, estrusioa, injekzioa, termokonformaketa.... Hau egindakoan, plastikozko produktu berria sortzen da, gehitu beharreko substantziak gehituz. Birziklapenaren ondorioz lortzen den plastikoa jatorrizkoaren antzekoa da kalitateari dagokionez. Baina, plastiko berriak talkarekiko erresistentzia txikiagoa izango du, beraz, gehienetan hau hobetu nahian substantziak gehitu behar zaizkio. Hurrengo irudi eta tauletan plastiko birziklatuen propietateen aldaketa batzuk erakusten dira.



Plastikoen dentsitatearen beherakada prozesamenduen ondorioz



Polimeroaren jariokortasunaren indizearen beherkada prozesamenduaren kopuruaren aurrean

PROPIEDAD	DISMINUCIÓN DE LA DENSIDAD	AUMENTO DEL MFI
Elongación a la rotura	disminuye mucho	disminuye
Módulo E	disminuye mucho	disminuye
Dureza	disminuye	disminuye poco
Temp. de fusión	disminuye	casi no cambia
Temp. máx de uso	disminuye	disminuye poco
Temp. de fragilización	aumenta	aumenta
Resistencia al impacto	disminuye	disminuye mucho
Hinchamiento	aumenta mucho	aumenta poco
Permeabilidad	aumenta	aumenta
Tensofisuración	disminuye	aumenta
Transparencia	aumenta	no cambia
Fluidez	aumenta poco	aumenta mucho

Jariokortasun indize eta dentsitatearekin aldatzen diren plastikoen ezaugarriak

1.2. Birziklapen mekaniko sekundarioa

Birziklapen mota honen bidez lortzen diren plastikozko produktuen kalitatea printzipioz jatorrizkoena baino txikiagoa da. Modu honetan errekueratzen diren plastikoen adibideak termoegonkorrak eta plastiko kutsatuak dira. Birziklapen primarioarekin alderatuz, sekundarioan plastikoen banaketa eta garbiketa ez da egiten. Plastiko nahastea, aluminiozko estalkiak, paperezko etiketak, hautsa, ... dena batera birrindu eta funditu ondoren, hodi batetik pasarazten da. Hoditik irtetea uretako bainu batean hoztu eta bezeroen nahien arabera zatitzen da. Plastiko termoegonkorrak, beraien egitura gurutzatua dela eta, ez dira urtzen eta nahastearen erdian metatu ohi dira. Birziklapen mota honetan prozesuen ondorioz produktuen prestazioak galtzen joaten dira. Horregatik teknologia oso murriztua da baina autogintzan batez ere erabiltzen hasi da.

Egia esan, birziklapen sekundarioak, termoegonkorren eta plastiko nahasteen birziklapenak hain zuzen, ez birziklagarriak direlako mitoa jasan dute, baina errealitatea guztiz desberdina da. Birziklapen honek iraupen luzeko produktuak ekoiztea ahalbidetzen du, adibidez; egur plastikoa eta adokin plastikoak. Industriak, normalean, horrelako plastikoak betegarri moduan erabiltzen ditu eta termoegonkor zatituak karga ezorganikoak ordezkatu ahal dituztela frogatzen ari da. Honek abantaila asko ekartzen ditu, esate baterako, formulazio merkeak, dentsitate baxuak, termo, kimiko eta talkarako erresistentzia handia. Errealitate hau kontuan hartuta ez da azaltzen gaurko birziklapen sekundarioaren eragin hutsala. Egia esan, plastiko birziklapen hau enpresa askok erabiltzen dute baina isiltzen saiatzen dira eta formulazio sekretu moduan gordetzen dute. Jokaera honen arrazoiak bezeroen buruan produktuan hondakinak erabiltzea eta produktuen kalitate txarra lotuta daudela da eta horrek ospe txarra dakar. Horregatik termoegonkorren eta plastiko nahasteen birziklapena bultzatu behar da, mito honekin amaituz profesional eta kontsumitzaileen artean.

2. Birziklapen kimikoa edo tertziarioa

Prozesu kimiko desberdinek osatzen dute birziklapen kimikoa. Plastikoen birziklapen mota hau polimerizazioaren erreakzio itzulgarria da. Prozesu hauen bidez monomeroz osatutako kateak apurtzen dira jatorrizko monomeroak edo/eta lehengai basikoa berreskuratuz. Hauek plastiko berriak fabrikatzeko edo petrokimikako ibilbidean sar daitezke. Kasu honetan materialaren kalitatea bermatzen da plastikoen

ekoizpena berriro hasieratik hasten delako. Beraz asko dira birziklapen kimikoaren abantailak. Alde batetik petrolioa, baliagai naturala eta ez berriztaezinaren kontsumoa murrizten du. Gainera, gehienetan banaketa eta garbiketa sakona behar ez denez berreskurapen prozesua erraztu eta merkatu egiten da. Bestetik, bigarren produktuaren kalitatea ez da lermatzen.

Birziklapen kimikoa gaur egun esperimentazio aurreratuko etapa batean azaltzen da. Nahiz eta birziklapen mekanikoaren egoera kimikoarena bainoa aurreratuagoa izan, lehenak ezin du plastikoaren berreskurapenaren arazo osoa konpondu eta aukera gehiagoren beharra dago. Plastikoaren sintesi prozesuaren natura eta birziklapen kimikoaren abantailak ikusiz gero, hondakin plastikoetarako tratamendu honek bide zentzudunena ematen du. Birziklapen kimikoa datorren urteotan plastikoen berreskurapenerako tresna iraunkor eta modernoa bihurtzea espero da. Horretarako, plastikoaren katearen partaide guztien, industria petrokimikoaren, transformatzaileen, kontsumitzaileen, udalerrien, ... arteko harremanak estutu egin beharko dira. Industria petrokimikoa honen kontzientzia hartzen ari da eta birziklapen kimikoaren bidez lortutako produktuen kalitatea bermatzeko espezifikazio tekniken definizioan ari da lanean.

Birziklapen kimikorako bidea desberdina da polimerizazio motaren arabera. Polimeroak adizio erreakzio baten bidez lortu baldin badira despolimerizazio prozesu termikoak eta katalitikoak erabiltzen dira, baina polimeroak kondentsaziozkoak direnean, tratamendu kimikoak hidrolitikoak dira (hidrolisia, metanolisia, glikolisia).

Kondentsaziozko polimeroetan (poliesterrak, nylon, poliuretanoak) birziklapena tratamendu hidrolitikoetan oinarritutako deskonposizio kimikoa da, solbolisis izenekoa. Aukera hau da industrian hedatuen dagoena. Kasu honetan polimeroak lotura ahulen bidez lotutako talde funtzionalak dituzte, eta sustantzia kimiko zehatzen aurrean disoziatu egiten dira polimero kateak apurtuz. Deskonposizioaren eragilea metanola denean metanolisia esaten zaio, etilenglikola bada, glikolisia, uraren kasuan, hidrolisia.

Metanolisi eta glikolisiaren kasuak azpimarratzekoak dira, hauen bidez plastikoen ezpurutasunak eta zikinkeriak garbitzen baitira eta honek kalitatezko artikuluak lortzea ahalbidetzen du. Material hauek elikagaietarako ontzietan erabil

daitezke. Estatu Batuetan metanolisia eta glikolisia egiten duten planta batzuk aurkitzen dira (Du Pont de Nemours, Eastman Kodak eta Goodyear) eta PET-en birziklapen kimikoa egiten dute dimetil tereftalatoa eta etilenglikola lortu arte. Frantziako Technochim-en PET txikitzen dute azido tereftaliko lortu arte. Alemanian Hoesch, autoetan eta tresna elektrikoetan erabilitako poliazetala hasierako monomeroan deskonposatzeko lanean ari dira.

Deskonposizio termikoa adiziozko polimeroak txikitzeko beharrezkoa da. Metodo honek solbolisia baino aukera gehiago eskaintzen du, honen barruan prozesu termiko eta katalitiko asko sartzen baitira, bai tenperatura altuetan egiten direnak (pirolisia eta gasifikazioa), errefinerietan egin ohi direnak eta katalizatzaile solidoak erabiltzen dituztenak (krakeo termikoa, hidrogenazio katalitikoa eta krakeo katalitikoa). Kasu hauetan polimeroak monomero, erregai eta petrokimikako beste oinarrizko produktu batzuetan eraldatzen dira.

Pirolisian polimeroak hutsean berotzen dira 400-800 ° C arte, presio murriztuetan hidrokarburoak sortaraziz. Krakeo termikoan, pirolisian bezala, molekulak oxigenorik gabe berotzen dira baina katalizatzaile baten aurrean. Gasifikazioan plastikoak haizearen edo oxigenoaren aurrean berotzen dira eta CO eta H₂ ekoizten da. Ondoren, gas hauek industria kimikoan erabiltzen dira metanola edo amoniakoa ekoizteko. Hidrogenazioaren kasuan deskonposizioa termikoa eta katalitikoa ematen da. Polimeroak beroa eta hidrogenoarekin tratatu ondoren petrolio sintetikoa lortzen da errefinerietan eta planta kimikoetan erabiltzeko.

Azken boladan plastikoen degradazio termikoa indartzen ari da eta eskala handiko birziklapen prozesu baterako teknologia egokiena delako ideia zabaltzen ari da. Gaurko erronka prozesu hauek ekonomikoki erakargarriak egitea da. Jasangarria izateko plastiko nahasketaren degradazio termikoa sustatu nahi da, hondakinen banaketa selektibo sakona egin barik. Gainera halako prozesuak errefinerietako prozesuetan eta plantetan sar daitezke prozesua merkatzeko asmotan. Dena den, ezin da ahaztu prozesu hauen interes ekonomikoa beti petrolio kupelaren prezioaren menpean egongo dela.

Teknika guztien artean gaur egun hidrogenazioa da komertzialki aurreratuen. Eskala pilotuan aztertu diren arren, eskala handiko errentagarritasuna ikertzeko lanean ari dira munduko petrokimika guztiak. Horra hemen adibide bat, British Petroleum eta BASF petrokimikoak, besteak beste, polimeroak kalitatezko diesel lehengai bihurtzeko teknologia ikertzen egon dira azken urteotan ehunaka miloi dolar kostatu ziren planta pilotuetan. Orain arte hau bezalako birziklapen prozesuak zalantzan jartzen ziren hasierako kostu handiak direla eta. Hala ere, azken 17 urteotan Environmental Fuel Development Oregonen diesel lortzeko prozesua hobetzeko lanean ari dira eta dirudienez kostuak 3 miloi dolar ingurura merkatu dituzte. Aurrerapen honek kostu egokiagoak ahalbidetzen ditu eta komertzializazioaren hasiera eragiten du. Lehengo planta Oregonen kokatu zen eta orain teknologia hau zabaltzen ari da Australiatik eta Asia Pazifikotik.

3. Balorazio energetikoa edo kuaternarioa

Balorazio energetikoa plastikoa berotzean askatutako energia termikoa beste prozesu batzuk egiteko birziklatzean datza. Hau da, plastikoa erregai moduan erabiltzea da. Balorazio energetikoa edo kuaternarioa, energia berreskuratzen den errausketa da. Kasu honetan errausketa aire zabalean beharrez, beroa berreskuratzen duen lurrun-sorgailu baten bidez burutzen da. Era honetan bizitza baliagarria agortua duten plastikoak erregai moduan erabil ditzakegu, bero-ahalmen handia edukitzeagatik.

Balorazio energetikoa hiri hondakinen tratamenduetan oso ohikoa da. 2000an hiri hondakin solidoetatik Estatu Batuetan %15 errautsi zen, Europan hondakin plastikoaren %30 eta Japonen etxeetako hondakin plastikoaren %42.

Balorazio energetikoa errauskailuetan egiten da. Hauek zentral termikoek bezala egiten dute lan. Erregaia, kasu honetan plastikoa, labe berezietan erretzen da. Sortzen den energia ur-lurruna sortaraziz berreskuratzen da eta honek turbina bat mugitzen du energia elektrikoa ekoiztuz, edo bero-trukatzaile eta labe baten bidez beroa ekoiztuz.

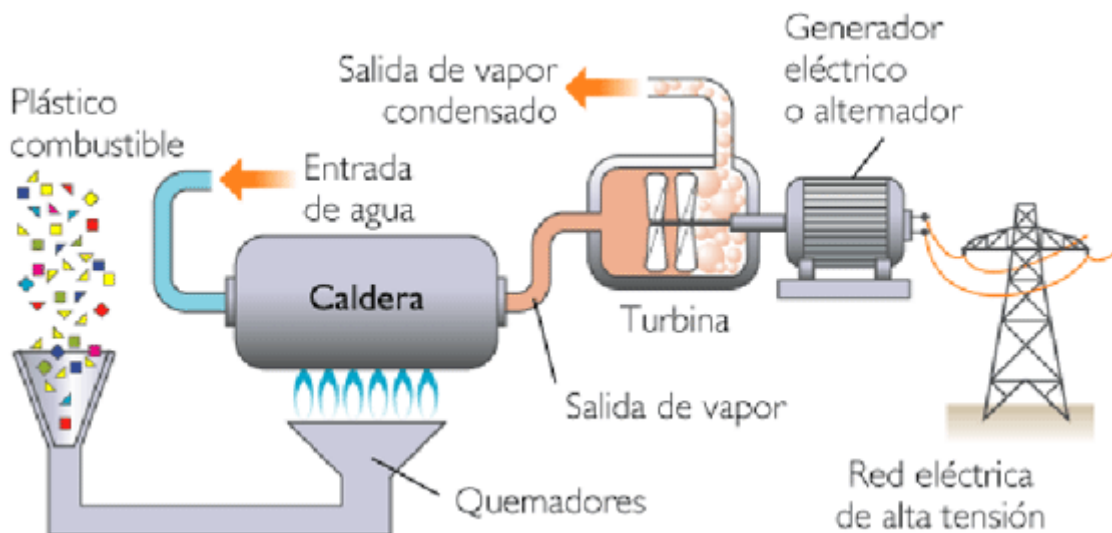
Normalean, energiaren berreskurapena teknikoki posiblea izateko hondakinen bero-ahalmen-intrinsekua 1000 kcal/kg (4.2 MJ/Kg) baino handiagoa izan behar da. Plastiko gehienek bero-ahalmen oso handia daukate baina guztiek ez daukate beroa

emateko ahalmen berdina eta horregatik ez dira egokiak balorazio energetikoan erabiltzeko. Hurrengo taulan erregai eta termoplastiko ezagunen ahalmen energetikoa erakusten da.

Erregai eta termoplastiko ezagunen ahalmen energetikoa

MATERIALA	MJ/KG
Gas naturala	52
PP	44
PE	43
Petroleoaren gurdina	42
PS	40
PA	37
PET	33
Ikatza	29
PMMA	25
PVC	20

Balorazio energetikoa egiteko instalazioetan honako osagaiak aurki ditzakegu: Hondakinen harrerarako eta fardelak kargatzeko tokia, labela, beroa berreskuratzeko instalazioak, sortutako bigarren produktuak tratatzeko instalazioak eta zirkuitu laguntzaileak.



Balorazio energetikoren prozesua

Baina bide honek desabantaila nabarmen eta kezkarriak dauzka, errauskailuak sortzen dituen sustantzia asko kaltegarriak direla hain zuzen. Hiru dira errauskailuek

ekoizten dituzten produktuak: errautsak, eskoriak eta tximiniatik irteten diren gasak. Lehenengo biak hondakin toxikoak dira, dioxinak eta metal astunen eduki handiak dauzkate eta horregatik zabortegei toxiko berezietan gorde behar dira. Beraz, irtenbide hau ez da behin betikoa eta epe luzera zabortegei toxikoak eragiten ditu. Gainera, tximiniak mikropartikulak, gasak, metal astunak, dioxinak, hidrokarbuo polizikliko aromatikoak eta produktu ezezagunak igortzen dituzte.

Mikropartikulen eragina gaur egun ikertzen ari da, baina beraien tamaina txikiaren ondorioz birikietara heltzen dira zuzenean eta arnas aparatuen gaixotasunekin eta heriotza goiztiarrarekin erlazionatzen dira. Nahiz eta errauskailuek iragazkiak eduki, hauek ez dira nahikoa hauek bezalako partikula finak atxikitzeke.

Gasei dagokienez, hiru dira osasunerako kaltegarriak diren gasak. Alde batetik, nitrogenozko oxidoak eta aerosol azidoak, arnas gaixotasun larriak eragiten dituztenak eta bestetik, karbono dioxidoa, negutegi efektuaren sortzailea.

Aurrerapen teknologikoei esker, merkurioa izan ezik, gero eta txikiagoak dira askatutako metal astunen mailak. Dena den, zaborrean dauden metalak ezin dira desagerrarazi. Hauek, errautsetan geratzen dira eta honek epe luzerako kutsadura dakar.

Dioxinak, furanoak eta poliklorofeniloak naturan existitzen ez diren eta prozesu industrial askotan konbustioaren ondorioz sor daitezkeen sustantziak dira. Errauskailuek dioxinen ekoizle nagusiak dira. Dioxina hauek batez ere kloroa daukaten plastikoak eta papera erretzean sortzen dira. Hondakin organiko oso iraunkorrak dira eta elikadurakatean metatzen direnez, gizakiok gara dioxinen kontzentrazio handiena erakusten dugunok. Asko omen dira dioxinek osasunean azaltzen dituzten efektu kaltegarriak: tumoreak, azaleko eta gibeledko kalteak, efektu hormonalak, eta abar. Hala eta guztiz ere estatu espainiarrean egunero jaten den dioxinen kopurua OME-k gomendatzen duena baino handiagoa da.

Papera erretzean hidrokarbuo polizikliko aromatikoak sortzen dira, birikiko minbiziaren eragile nagusiak. Gainera errauskailuetan produktu ezezagun asko aurkitzen dira eta hauek ezagunak baino kaltegarriagoak izan daitezke.



Errauskailua mota guztietako zaborra erretzen den labela da. Teorian birziklagarriak diren produktuak ez lirateke erre beharko, baina praktikan, enpresek nahiago dute zaborrak papera, plastikoa eta egurra edukitzea, material hauek konbustioa errazten dutelako. Azken urteotan errauskailuek gorakada nabarmena izan dute, zabortegietan metatzen diren hiri-hondakinak desagerrarazteko bide errentagarri baten moduan saltzen baitira. Europa, Frantzia eta Belgika errausketaren alde mantentzen dira, Alemaniak, ordez, ia-ia baztertu egiten du bide hau. Espainiar Estatuan zortzi errauskailu ari dira gaur egunean lanean, baina sortzen duten polemika dela eta 30 proiektu inguru gelditu egin dira.

Errauskailuen alde daudenek errausketa kontrolatua zabortegien berehalako ordezkoa izan daitekeela defendatzen dute. Epe luzerako efektu negatiboak uka ezinak direnez errauskailuak behin behineko irtenbide moduan ikusten dituzte. Errausketaren defendatzaileek errauskailuen arriskuak onartzen dituzten arren, uste dute zientzialariek errauskailuak sortutako dioxina eta produktuak osasunerako kaltegarriak direla erakusten duten frogak eztabaida daitezkeela. Adibidez, onartzen dute dioxinen eta minbiziaren arteko erlazioa, baina hauek ez direla errauskailuen aktibitatearen ondorioa azpimarratzen dute, baizik eta PVC-aren konbustioaren ondorioa. Zentzu horretan zientzialari zorrotzagoak ekologistekin ados agertzen dira eta PVC-ren desagertzea proposatzen dute. Era berean, legealdiaren gogortasuna eta erakundearen kontrola sustatzen dute Andorrako kasua errepikatu ez dadin (errauskailu bat itxi zuten sustantzia toxikoen maila legealdiak onartzen duena baino 1000 aldiz handiagoa izategatik).

Bestalde gogoratzen dugu gaurko zabortegietako errealitatea, zaborra berez erretzen da fermentazioaren ondorioz eta konbustio natural hori kontrolatua baino askoz kaltegarriagoa da.

Bestaldetik, errausketa zarrastelkeriatzat har daiteke birziklagarriak diren produktuak haien ahalmena agortu baino lehen erretzeagatik. Ekologisten datuen arabera, birziklapenaren energia-aurrezkia, errausketak eman digun energia baino lau aldiz handiagoa da. Errausketak baliagai naturalak xahutzea sustatzen du, materialen zikloa eta potentziala ahituz.

10. PLASTIKOEN JASANGARRITASUNARAKO IRTENDIDE BAT: PLASTIKO BIODEGRADAGARRIAK ETA BIOPOLIMEROAK.

Argi dago iraupen luzerako plastikoak bizi laburretarako erabiltzea ezin dela inola ere justifikatu. Era berean, hondakin plastikoen eliminazio jasangarri eta ez kaltegarriaren beharra ikusten da. Giro honetan plastiko biodegradagarriak eta iturri berriztagarrietatik lortutako plastikoak indarra hartzen dute.

ASTM D-5488-94d arauak biodegradagarria horrela definitzen du: Karbono dioxido, metano, ura, konposatu ezorganiko edo biomasan deskonposatzeko gai dena da biodegradagarria, horretarako mekanismo nagusia mikroorganismoen akzio entzimatikoa izanik.

Gaur egungo plastiko gehienak produktu petrokimikoetatik ateratzen dira eta ingurumenean irauten dute natura asaldaturaz eta kutsadura sortuz. Bestaldetik hondakin plastikoen kudeaketa oso konplexua eta garestia da. Honengatik guztiagatik plastiko degradagarriak irtenbide oso interesgarria dira, bereziki ontzi eta paketatze industrian, batez ere, ontzi ez-berreskuragarrietarako.

Plastiko biodegradagarrien ekoizpena Ikerkuntza, Teknologia eta Garapen-eko programa eta plan guztietatik sustatzen den *industria berdeko* ideia eta proiektuetan

kokatzen da. Plan hauetan biomasa berriztagarriaren erabilera potentziatzen da erregai fosilen aurrean. Era berean, fotosintesiaren potentziala energia aurrezteko ustiatu, negutegiko efektua murrizteko, ekologiarekin bateragarriak diren prozesuak eta produktuak sustatzeko eta enplegua sortzeko erabiltzea da helburua. Bestalde, biomasa, hondakin organikoak eta nekaindustrialak aukera oso egokiak dira, merkeagoak direlako, ingurumen arazoak konpontzen dituztelako, hondakinak produktu erabilgarri bihurtzen dituztelako eta baliabiderik gabeko herrialdeentzat garapenerako aukera direlako. Honek guztiak azken urteotan polimero biodegradagarriei eta biopolimeroei buruzko ikerketak areagotzea ekarri du.

Plastiko biodegradagarriak egiteko erabilitako erretxinak naturalak eta sintetikoak izan daitezke. Erretxina naturalak edo biopolimeroak baliabide naturaletatik sortzen dira, adibidez, zelulosa edo almidoia. Baita ezezagunagoa den kitinatik edo mikroorganismoek ekoiztuta lor daiteke, esaterako polihidroxiaktonatoen kasua. Polimero sintetikoak ordez, petroliotik ateratzen dira.

XX. mendeko hasieran azido glikolitiko eta beste alkohol-azidoen ikerketa baztertu egin zen, lortutako polimeroak epe luzerako erabileretarako ezegonkorak zirelako. Gaur egun ezegonkortasun berezi hau (biodegradagarritasunak sortutakoa) bilatzen da benetako plastikoen jasangarritasunaren alde. Bide horretan ahaztutako ikerketa horiek berreskuratzen ari dira.

<p style="text-align: center;">Iturri berriztagarria</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PLA (Poliester alifatikoa) ▪ PHB (Polihidroxibutirato) ▪ Almidoia ▪ Zelulosa ▪ Gelatina ▪ Kitosanoa ▪ Alginatoa 	<p>Kate hidrolizagarria Naturala, poliesther bakteriala Naturala, polisakaridoa Naturala, polisakaridoa Naturala, polipeptidoa Naturala, polisakaridoa Naturala, polisakaridoa</p>
<p style="text-align: center;">Petrolioia</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PBS(Butileno poliisozianatoa) ▪ Poliester alifatikoak, PGA ▪ PCL (Polikaprolaktona) ▪ PVOH(Polibinik alkohola) ▪ Poliakrilatoak ▪ Kopoliesterrak alifatiko-aromatikoak 	<p>Kate hidrolizagarria Kate hidrolizagarria Kate hidrolizagarria Karbono katea Karbono katea Kate hidrolizagarria</p>

Ohiko plastikoen birziklapena hondakin plastikoen arazoak konpontzeko bide garrantzitsu bat da, hala ere, hondakin plastiko asko, batez ere ontziak eta paketatzeko plastikoak, elikagai, tinta edo itsasgarriz kutsatuegi aurkitzen dira. Hauen garbiketarako birziklapena ikaragarri garestitzen du, beraz, materialak ez dira egokiak berreskuratzeko. Bide honetan plastiko biodegradagarriak material egokienak dira, baina ezin da pentsatu polimero biodegradagarriak ohiko plastikoen ordezkotzat direnik. Izan ere, material plastiko batzuen ezaugarri fisikoak paregabeak eta ordezkaezinak dira, behintzat epe laburrean. Bakarrik erabilera konkretu batzuetan, batez ere iraupen laburretarako produktuetan, erabili eta zakar-ontzira botatzen ditugunak, sustatu nahi da plastiko biodegradagarrien erabilerarekin.

Ildo honetan produktu biodegradagarria hauek erabilgarriak izan daitezke:

Zabor-poltsak: Ohiko dimentsio eta lodierarekin. Polietilenoaren ezaugarri antzekoak erakusten dituzte baina 35 egun baino lehen biodegradatzen dira. Etxeko eta nekazaritzarako zabor organikoa gordetzeko egokiak dira.

Filmak: Nekazaritzarako filmak, ontzietarako eta paketatzeko film gardena eta film postala.

Ontziteria eta edalontziak: plastikozko platerak, mahai tresnak, edalontziak. Temperatura altuak jasaten dituzte eta 120 egunetan degradatzen dira.

Elikadurarako ontziak: Gaur egun erabiltzen diren poliestirenozko ontzien bezalako erretiluak, baina zelulosatik deribatuak.



Plastiko arloan, batez ere ontzien eta paketatzearen sektorean, piztutako jakin mina handia izan arren, biopolimeroen sarrera pixkanaka-pixkanaka ari da gertatzen.

Egia esan, orain arte ez da plastikoaren berreskurapen arazoaren kontzientzia izan eta arlo jaioberria da. Gainera ezin dugu ahaztu beste arrazoi bat, prezioa. Orain arte bioplastikoak produktu oso garestiak izan dira, ohiko plastikoei lehia egitea ezinezko eginez. Zorionez, ohiko plastiko eta plastiko biodegradagarrien arteko kostu-diferentzia azkar eta gogor ari da murrizten. Petroliotik eratorritako polimeroen kostu-gorakadak eta biopolimeroen merkatzeak, bi materialen prezioen parekotasuna erdiestear dagoela adierazten digu. Adituen ustez 2 eta 3 urte barru plastiko biodegradagarriak konbentzionalak bezain errentagarriak izango dira.

MATERIALA	PREZIOA (DOLAR/KG)
NATURE WORKS (Cargill Dow) Polilaktikoa	4.60-9.00 (Orain dela 5 urte 76)
Mater BI (Novamont) Almidoia-PCL/PVA	6.80-8.80
Amilosa eduki handiko almidoia	1.80-2.00
Zelulosa azetato	4.80-6.40
Polietilenoa	1.60-2.40

Gaur egun polimero biodegradagarrien teknologiak materialen aukera mugatua soilik eskaintzen digu. Horregatik polimero hauen garapen teknologikoan lanean ari dira, batez ere Estatu Batuetan eta Japonian. Industria biokimikoa, zerealak, azukrea, almidoia eta elikagaiak, industria petrokimikoaren laguntzaz, sektore aproposenak direla ematen du garapen teknologiko hau aurrera eramateko. Industria petrokimikoko sektore batek bere teknologia molda lezake materia berriztagarriak prozesatzeko asmotan.

Estatu Batuetan, adibidez, Energia Sailako lau laborategik Applied CarboChemical industri kimikoarekin batera laborantza-produktuetatik plastiko biodegradagarriak petrolioan oinarritutako produktuak baino merkeago ekoizteko hitzarmena adostu dute. Laborategi hauek zerealeetatik edo azukre industriaren hondakinetatik tartekari kimiko bereziak lortzen dituen mikroorganismo bat garatu dute. Hau da planta desberdinen arteko elkarlanaren adibide adierazgarri bat. Gainera aipatu behar da bakterien bidez lortutako polimeroen inbertsioen garrantzia, honek naturalki ekoiztutako polimeroen aukerak ikusteko bidea zabaltzen du.

Polimero biodegradagarriek erronka asko dauzkate aurrerantz joateko bidean. Horretarako kosteak murrizten jarraitu behar dira, hondakin organikoak berreskuratzeko prozesuak garatzen eta mikroorganismoren akzioak aztertzen. Gainera, biodegradagarritasun totala lortu behar da edo behintzat biodegradagarritasunaren ondorioak aztertzen dituen laborategiko arauak adostu. Izan ere, material naturalak erabiltzeak ez du esan nahi produktuak kaltegarriak ez direnik. Biodegradazioa gertatzen den ingurua oso diferentea izan daiteke (mikroorganismoak, pH, temperatura, hezetasuna) eta hau guztia gogoan hartu behar da biodegradagarritasun modu zehatz bat ikastean. Bestalde, kontsumitzaileen kontzientzia handitu behar da kostu handiagoak onartzeko eta erabilitako produktuen berreskurapen azpiegituran parte hartzeko prest egoteko. Hau gertatzeko legealdiak eta gobernuek paper oso inportantea daukate eta zentzu horretan gogor lan egin behar dute *planak eta politikak* garatu eta betetzeko. Azkenik, produktu hauen hondakinen kudeaketa garatu behar da eta kontsumitzaileek ezberdin ditzaketen medioak asmatuz.

ONDORIOAK

Plastikoaren errealitatea ezagutu eta gero sektore honen jasangarritasuna hiru puntutan oinarritzen dela esan dezakegu: kontzientzia, ikerkuntza eta azpiegitura.

Guztiok arazoaren kontzientzia hartu behar dugu eta aurrera eramateko irtenbideak hartzeko prest egon behar dugu. Horretarako hurrengo aspektuak hobetzeko lan egin behar da:

- 1) Kontsumitzaileak kontzientziatu plastikoak, beira eta kartoi bezala, berreskuratu ahal direla, birziklagarriak direla eta irtenbide asko daudela plastikoak aprobetxatzeko.
- 2) Plastikoarekin erlazio duten enpresa guztiak informatu. Enpresa hauetan, plastikoaren birziklapenaren aukerak, plastiko birziklatuen propietateak, baliabide berriztagarrien posibilitateak eta haien hondakinen irtenbideak jakinarazi eta sustatu behar dira.
- 3) Legealdia gogortu, laguntzak eman eta markatutako planen kontrola indartu. Benetako hondakinen legealdi eraginkorra beharrezkoa da. Baliabideak xahutzen

dituztenek ondorio zuzenak jasaten ditzatela eta baliabideak aurrezten, birziklatzen eta iturri berriztagarriak erabiltzen dituztenentzako laguntzak eta abantailak. Honek kontsumitzaileei arazoaz ohartzen lagunduko dio eta industri eta enpresariak neurriak hartzera behartu.

Bestalde, gaur egungo plastikoaren kudeaketa ez da nahikoa. Birziklapen teknologia hondakin plastikoen bolumenari irteera emateko pobreegia da eta horregatik bide errazena nahigo da, zabortegeiak eta errausketa. Plastikoen birziklapena kolokan dago garapen teknologikoa eskasa delako, batez ere birziklapen kimikoaren kasuan, eta produktu birziklatuentzako merkatua oso murriztuta dagoelako. Hau dela eta plastikoaren birziklapenari buruzko ikerketa sustatu behar da, behar den maila teknologikora heldu ahal izateko. Horretarako hurrengo pausuak gomendagarriak dira:

- 1) Plastikoen birziklapen mekanikoa hobetu eta plastiko birziklatuaren propietateak aztertu. Mitoak baztertu, plastikoen nahasketak eta termoegonkorren birziklapena ikertu, emaitzak jakinaraziz.
- 2) Birziklapen kimikoa garatu eta errentagarritasuna hobetu.
- 3) Plastiko biodegradagarriei edo ohiko plastikoen degradazio azeleratuei buruzko ikerketak sustatu errentagarri bihurtzeko.
- 4) Errausketaren ondorio kaltegarriak aztertu eta PVC-aren eraginaz erabaki bat hartu.

Gainera plastikoa berreskuratzeko bidean ideiak edo proposamen-korapilo handiak aurkitzen dugu benetako plan edo protokolo bat ez baitago. Bilketarako azpiegitura garatu nahi da baina helburu finko gabe. Irtenbide bakanak proposatzen dira, baina lehentasunik eman gabe eta plan orokor bat gabe. Irtenbide, aukera, plastiko mota eta erabilera guztiak aztertu ondoren, plastikoa berreskuratzeko protokolo orokor bat proposatu beharko litzateke. Protokolo hau hondakin plastikoen kudeaketaren oinarria izango litzateke eta bere eraginkortasuna legealdiak eta gobernuak indartu beharko lukete. Hau izango litzateke hemendik aurrera egin behar dugun lana.

Bibliografia

Sergio García “Referencias históricas y evolución de los plásticos” Revista Iberoamericana de Polímeros. *10(1)*, enero de 2009

P.R. Lewis “Plastics Engineering” Septiembre 2000, 67-73

Doi, Y. «Biodegradable plastics and polymers”. , ed. Y. Doi and K. Fkuda (eds.). 1994, Elsevier.

“Environmentally friendly plastics for the future”. Achievement, 1995. 1(abril).

“European parliament and council directive 94/62/ec on packaging and packaging waste”. 1994.

José M Arandes, Javier Bilbao, Danilo López Valerio “Reciclado de residuos plásticos” Revista Iberoamericana de Polímeros 5(1), marzo de 2004

Rennie, Caroline Maclean Alair. 1989. “*Salvaging the future: waste-based production.*” Washington, D.C.: Institute for local self-reliance.

Hegberg, Bruce A. Gary R. Brenniman. 1992. “*Mixed plastics recycling technology*” New Jersey: Noyes Data Corporation.

Miller, Andrew. January 3, 1994. "Back to basis." *Chemistry and Industry*". 8-9.

Warner, Arthur J. 1970. “*Solid waste management of plastics*”. Washington, D.C.: Manufacturing Chemists Association.

Kastner, H., Kaminsky, W. May 1995. "Recycle plastics into feedstocks." *Hydrocarbon processing*. 74:109-12.

Fouhy, Ken and Kim, Irene. December 1993. "Plastics recycling's diminishing returns." *Chemical Engineering*. 100:30-3.

Layman, Patricia. October 4, 1993. "Advances in feedstock recycling offer help with plastic waste." *Chemical and Engineering News*. 71:11-4.

28 de octubre de 2008

“Encuestas sobre la generación de residuos. año 2006”. Instituto Nacional de Estadística España. 28 de octubre de 2008

“Guía de buenas prácticas para el reciclaje de los residuos plásticos una guía por y para las autoridades locales y regionales” Cit - Centro de información técnica gerencia técnica

“Residuos plásticos su aprovechamiento como necesidad” *Boletín técnico informativo n° 2*. Cit - centro de información técnica gerencia técnica

20135fgjuyikuio