

## *Euskal Herrirako energia- eredu iraunkor baterantz*



# Euskal Herrirako energia-eredu iraunkor baterantz

<b>Hitzaurrea</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Hego Euskal Herriko egungo egoera energetikoa</b> .....	<b>7</b>
Gezur bat: hidrokarbuero ez-konbentzionalak dira alternatiba erregai fosilen agortzeari aurre egiteko .....	7
Klima-aldaketaren arazoari nahitaez ekin behar zaio .....	8
Hego Euskal Herriko energia-koiunturaren zenbait adierazle .....	10
Euskal Herriaren energia-mendekotasun izugarritzakoa .....	11
<b>2. Euskal administrazio autonomikoen energia-politika Europako testuinguruan</b> .....	<b>14</b>
Energia-kontsumoaren egitura EAEn eta Nafarroan. EAEko energia-estrategia eta Nafarroako energia-plana .....	18
Zabalgarbi, huts egin duen energia-politika baten eredu .....	24
Hego EHko administrazioen helburuak ez dira aski, inondik ere, Europaren xedeak betetzeko .....	28
<b>3. Energia-eredu iraunkor baten gakoak</b> .....	<b>30</b>
Kontsumo-murrizketa garraioan, eraikinetan eta industrian .....	31
Energia-kontsumoa murrizteko, produktu- eta material-fluxuak gutxitu behar dira .....	34
Ekonomiaren birkokapena .....	38
Energia-hornidura iraunkorra .....	39
Energia-eredu iraunkor baten sistema elektrikoa .....	41
Enplegu-hobiak energia-sistema iraunkor berrian .....	46
<b>4. Energia-eredu iraunkor batek Euskal Herrian dituen mugak eta desafioak</b> .....	<b>48</b>
Biomasaren energia-aprobetxamendua .....	48
Energia berriztagarriek Euskal Herrian duten potentziala .....	50
<b>ERANSKINA: Potentzia eta energia unitateak. Baliokidetasunak</b> .....	<b>59</b>
<b>Oharrak</b> .....	<b>61</b>

Argitaratzen du: Manu Robles-Arangiz Institutua  
Barrainkua, 13  
48009 BILBO

fundazioa@elasind.org  
www.mrafundazioa.org  
Twitter: @mrafundazioa

ISBN: 978-84-939802-5-2

Lege gordailua: BI-877-2014

Itzultzailea: Xabier Aranburu "Artzai"





### Gorka Bueno

Gorka Bueno (Bilbo, 1970). Telekomunikazio-ingeniaritzan doktore; Teknologia Elektronikoko Bilboko Ingeniaritzako Goi Eskola Teknikoko irakasle titularra (UPV/EHU).

1994tik 2006ra bitartean, eguzki-zelula fotovoltaiko industrialen fabrikazio-hobekuntzarekin lotutako zenbait ikerketa-proiektuan jardun zen, eta horri buruzkoa izan zen bere doktore-tesia ere. Zenbait artikulua eta biltzarretarako zenbait txosten idatzi ditu, beste batzuekin batera, guztiak ere eguzki-energia fotovoltaikoaren gainekoak.

Egun, energia-iraunkortasuna du bere jardura akademikoaren ardatz, eta zenbait txosten zientifiko eta tekniko argitaratu ditu; besteak beste, Energia urriko mundu baterako gida liburua Manu Robles-Arangiz Institutuak argitaratua hori ere (2007), non egungo energia-koiunturari eta energia berriztagarrien potentzialari buruzko ikuspegi orokorra azaltzen duen, Euskal Herritik begiratuta betiere. Zenbait gizarte-eragile-ren ohiko kolaboratzailea da, iraunkortasunarekin lotutako gaietan. ELAko ordezkari ere bada UPV/EHUn.





# *Euskal Herrirako energia-eredu iraunkor baterantz*

## **Hitzaurrea**

“Aztarna ekologikoa” deritzon adierazlea maiz erabili ohi da giza jarduerak ingurumenean zer eragin duen neurtzeko. Hona zer den jarduera baten aztarna ekologikoa, haren definizioaren arabera: jarduera horri iraunkorki eusteko –hots, kapital naturala suntsitu gabe– behar den ekoizpen-azalera. Gure zibilizazio honen aztarna ekologikoari buruzko azken azterketek erakusten dutenez, 2009an %47 gainditzen zuen aztarnak Lurraren ekoizpen-ahalmena (GFN, 2013). Beste planeta-erdi bat ez daukagunez gure jarduerari iraunkorki eusteko, bistakoa da ondorioa: baliabide naturalak suntsitzen ari dira, eta ingurune naturala bizkor hondatzen.

Energiarekin lotura estua du gure zibilizazioaren iraunkortasunik ezak. Izan ere, gizateriaren aztarna ekologikoaren alderdi nagusia, gaur egun, “karbono-aztarna” deritzona da. Jarduera baten karbono-aztarna da giza jatorriko CO<sub>2</sub>-emisioak neutralizatzeko behar den baso-azalera. Erregai fosilen (petrolio, gas naturala eta ikatza) errektuzaren ondorio

## **Gorka Bueno**

dira, gehienbat, emisio horiek. Aztarna ekologiko osoaren erdia baino gehiago da gure zibilizazioaren karbono-aztarna, eta Lurraren azalera bioproduktiboaren hiru laurden baino gehiagori dagokio.

Energiaren alorrean, berriz, Lurraren kapital naturalaren agortzeak eta ingurumenaren hondamenak mehatxu bikoitza (izugarria) dakarkite gizateriari. Alde batetik, agortzen ari dira jatorri fosileko energia-erreserbak mundu osoan. Energiaren Nazioarteko Agentziak 2010ean aitortu zuenez, 2006an jo zuen goia munduko petrolio-ekoizpen konbentzionalak: 70 bat milioi upel eguneko (IEA, 2010). Bestetik, klima-aldaketak mehatxupean jartzen du gure zibilizazioaren bideragarritasuna.

Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentzioaren 15. Konferentziak (Kopenhage, 2009) aitortu zuenez, 2 °C-ren azpitik eutsi behar zaio berokuntza orokorrari, zeinak 0,7 °C egin baitu gora azken mendean, aurreikusi ezinezko ondorioak ekarriko dituen klima-aldaketa katastrofiko bat saihestu nahi bada behintzat. IPCCren aurrerapena-



ri buruzko bosgarren txosteneko lehen zirriborroak (2013ko urrian argitaratua) zioenez, bi graduz behetiko berokuntza orokorrek bateragarria izango den egoera hipotetiko bati eusteko, %80 inguru murriztu beharko dira berotegi-efektuko gasen (BEG) emisioak 2050erako, eta erabat galarazi 2070etik aurrera (IPCC, 2013).

Orokorrak, globalak dira bi mehatxu horiek (jatorri fosileko energia-baliabideen agortzea eta klima-aldaketa), eta urtetik urtera jatorri fosileko energia gutxiago kontsumitzera behartzen gaituzte. Gure planetako biztanle guztioi eragiten digute mehatxuok, Euskal Herrikoak ere barne gabela, noski. Hego Euskal Herrian, baina, hirugarren mehatxu bat gehitzen zaie aipatutako biei: gure herriaren kanpoarekiko energia-mendekotasun izugarria. Gerora eman beharreko urratsak baldintzatu egiten ditu mendekotasun horrek, hein handi batean.

Energiaren Nazioarteko Agentziak –ELGAREN mendeko erakundea; hortaz, Mendebaldeko ekoizpen- eta instituzio-sarearen interesei estu lotua– hau zioen 2006ko urteroko txostenaren laburpenean: “Bi meha-txuri egin behar die aurre munduak, eta biek dute lotura energiarekin: energia-hornidura egokia eta bermatua, arrazoizko prezioan, eskuratzeko modurik ez izateari, eta gehiegizko energia-kontsumoak ingurumenean eragiten duen kalteari” (IEA, 2006). Energia-eredua aldatu

beharra dagoela zioen txostenak, nabarmenki eutsiezina baita. Egungo energia-ereduari eusteko ezintasuna dugu gure zibilizazioaren krisi sistemikoaren bektore nagusietako bat, eta krisiaren beste alderdi batzuei estu loturik dago: klima-aldaketari eta ingurumenaren hondamenari, baliabideen agortzeari, eta hazkunde ekonomiko iraunkor bat lortzeko ezintasunari.

Dokumentu honen helburua da energia-ereduak ezinbesteko duen aldaketaren zenbait alderdi argitzea, Hego Euskal Herriko ikuspegitik begiratuta betiere. Horretarako, lehenbizi, Euskal Autonomia Erkidegoko (EAE) eta Nafarroako Foru Erkidegoko (NFE) energia-adierazle nagusiak aztertuko ditugu, nazioarteko testuinguru hurbilenean. Azken bi hamarkadetako energia-kontsumoaren azterketako emaitzekin batera, datuok lagundu egingo digute gure energia-alorreko iraunkortasun-gabezia nagusiak atzematen. Bigarrenik, euskal administrazio autonomikoek hurrengo urteotarako dituzten energia-politiken ardatz nagusiak jorratuko ditugu, eta Europar Batasunak (EB) datozen hamarkadetarako jarritako helburuen arabera ebaluatuko. Lehenengo bi atal hauekin kenduko diegu mozorroa administrazioen mezu eta planek zabaldu ohi dituzten amarru eta makillajeetako batzuei. Esan dezagun, bide batez, plan horiek oso urruti egon ohi direla EBk jartzen dituen helburuetatik, nahiko epelak horiek ere.



Hirugarren atalean, berriz, Euskal Herriko energia-eredu iraunkor batek behar dituen elementu nagusiak jorratuko ditugu. Etorkizuneko eredu iraunkor horrek, baina, kontuan izan behar ditu gure herriaren testuinguru geofisikoaren ondoriozko mugak (ukaezinak). Laugarren atalean jardungo gara muga horiei buruz, baita desafio bereziki garrantzitsu batzuei buruz ere.

## 1 Hego Euskal Herriko egungo egoera energetikoa

### *Gezur bat: hidrokarburo ez-konbentzionalak dira alternatiba erregai fosilen agortzeari aurre egiteko*

Agortzen ari dira jatorri fosileko erregaiak (ikatz, petrolio eta gas naturala), ezinbestekoak egungo munduan —munduko energia-hornidura primarioaren %81 sortzen dute, elektrizitate-ekoizpenaren %68 haiei zor zaie, eta mundu osoko garraioaren ia %97 elikatzen dute (IEA, 2013a)—. Azkeneko mendean gure zibilizazioak izan duen egundoko garapen sozioekonomikoa ezinezkoa litzateke energia fosilaren fluxu ikaragarri horregatik ez balitz. Noski, eskura zeuden baliabideak ustiatu ziren lehenbizi, ustiapen-kostu txikiak (ekonomikoak eta, batez ere, energetikoak) zituztenak<sup>1</sup>.

Azken urteotan, berriz, “hidrokarburo ez-konbentzionalen urrezko aldi” bat ari dira iragartzen zenbait sektore. Mundu osoko petrolio- eta gas-baliabide ez-konbentzionalak masiboki ustiatuz ekingo litzaioke ustezko aldi berri horri —baliabide konbentzionalak baino askoz ere ugariak dira ez-konbentzionalak—, azken hamarkadan garatutako teknologia berri eta oso aurreratuekin, haustura hidraulikoarekin (frackinga) eta zulaketa horizontala-ekin (horizontal drillinga) lotuak gehienak. Baliabide ez-konbentzional horien ustiatetak, ordea, izugarriko ingurumen-kostuak ekarriko ditu, eta halaxe aitortzen du Energiaren Nazioarteko Agentziak 2012an argitaratutako txosten batek (IEA, 2012a): ingurumen-inpaktu handia, energia-baliabideen kontzentrazio eskasagatik lurretan eta zulaketa asko egiteko premiagatik; jarduera sismikoaren areagotzea; metano-emisio kontrolgabeak airera eta geruza freatikoetara; kutsadura, erabiltzen diren haustura-fluxuek eragina; ura kutsatzeko arriskua... Laburbilduz, erabat konpondu ezin diren hainbat arazo eragiten dituzte baliabide fosil ez-konbentzionalak; arazo horiek ahalik eta gehiena gutxitzeak, berriz, izugarriko ustiapen-kostuak ekarriko lituzke eta, ondorioz, errentagarritasunaren murrizketa nabarmena.

Itxura guztien arabera, etorkizunean kontsumituko diren baliabide fosilak jatorri ez-konbentzionalakoak izango dira, gero eta gehia-



go. Baina testuinguru hipotetiko hori ez da, inondik ere, “energiaren urrezko aro” bat. Petrolio eta gas ez-konbentzionalek askoz gehiago kutsatzen dute eta, batez ere, askoz gehiago kostatzen da haien erazteak jada kontsumituak ditugun baliabide konbentzionalak baino; horregatik, oso zaila dirudi hidrokarburu ez-konbentzionalen ekoizpen-igoera horiek (izugarri garestiak) konpentsatzea baliabide konbentzionalen ekoizpenaren jaisiera (Hughes, 2013). Zentzuzkoagoa dirudi pentsatzeak unerren batean geroz eta erregai fosil gutxiago kontsumitzen hasiko garela, termino absolututan (hala ari da gertatzen petrolio konbentzionalarekin, IEAk aitortu duenez).

Etorkizunean, hidrokarburu ez-konbentzionalen ekoizpenaren areagotzeak energia-bektore guztien (elektrizitatea, erregaiak) ekoizpen-kostuaren igoera orokorra eta nabarmena ekarriko du. Egia esan, ekoizpen-kostu horietan ez dira sartzen, gaur egun, haien ekoizpenak eta kontsumoak eragiten dituen ingurumen-kostuak. Energia-kostuaren igoera horrek, noski, “urrezko aro” bat ekarriko du, eta negozio-aukera bikainak izango dituzte ekoizpen- eta finantza-sektore batzuek. Horrenbestez, hidrokarburu ez-konbentzionalen sektorearen finantziario-premia handia azpimarratzen du IEAk. Baina batzuentzako “urrezko aldi” hori ez da bateraezina herritar gehienek “energia garestiaren aro” bat pairatzearekin. Amaitua da erregai fosil merkeen

garaia; horregatik, askoz ere zentzuzkoagoa da ekoizpen- eta finantza-baliabideak energia berriztagarriekin alternatiba berriak eraikitzeke erabiltzea baliabide fosil geroz eta zikinago eta garestiago batzuekin tematzea baino. Gainera, erregai horiek ere agortu egingo dira, lehenago edo geroago.

### ***Klima-aldaketaren arazoari nahitaez ekin behar zaio***

Klima Aldaketari buruzko Gobernu arteko Taldeak (IPCC) 2013ko urrian argitaratu zuen bosgarren jarraipen-txostenaren lehen zatia (5th Assessment Report), IPCCren lehen lantaldearen ondorioekin. Klima-sistemaren eta klima-aldaketaren alderdi zientifikoak jorratzen ditu txosten horrek (IPCC, 2013), eta informazio garrantzitsua jasotzen du.

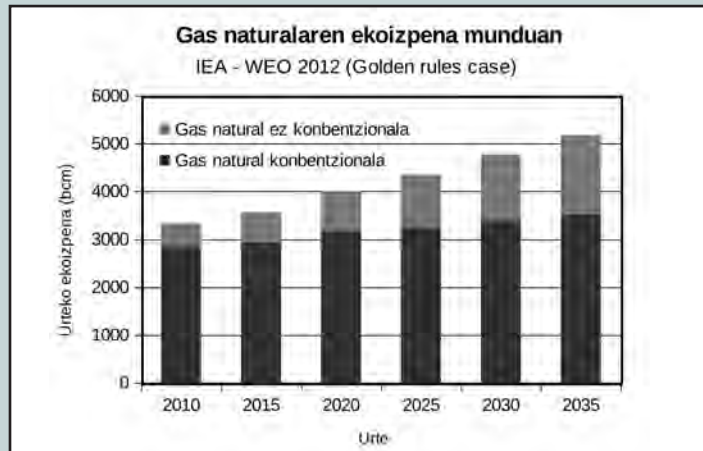
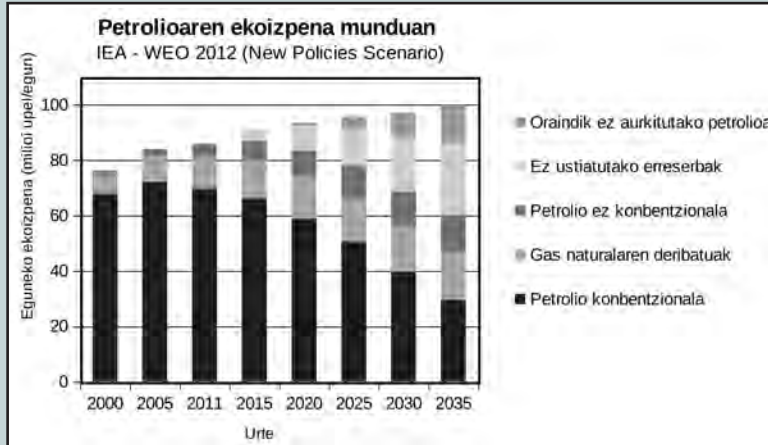
CO<sub>2</sub>-emisioei buruz IPCCk egindako azterketatik ondorioztatzen denez, egungo joera mantenduz gero areagotzen jarraituko du CO<sub>2</sub>aren emisio antropogenikoak, eta mende honen amaieran 1.000 bat ppm –koa (milioiko parteak) izango da gas horren kontzentrazioa atmosferan. CO<sub>2</sub>-kontzentrazio hori zegoen Lurrean duela 100 milioi urte, dinosauroen garaian, lehenbiziko erle-espezieak sortzen hasi zirenean, gure planetako poloetan izotzik ez zegoenean eta egungo Euskal Herriko lurraldeak ozeano tropikal baten pean zeudenean, itsasoa Kantauriko mailatik ehunka





## 1. irudia

### IEAren aurreikuspenak, mundu osoko petrolio eta gas naturalaren ekoizpenari buruzkoak (Iturriak: IEA, 2012a,b)



1. irudian dituzue IEAren aurreikuspen baiko-  
rrenak petrolio eta gas ez-konbentzionalen gara-  
pen-ahalmenez. Petrolioari dagokionez (IEA,  
2012b), aitortzen du IEAK nabarmen urritu direla,  
aurreko hamarkadako erditik hona, orduan ustiat-  
zen ari ziren hobiak, petrolio konbentzionala-  
renak gehienak. Etorkizunean, petrolio ez-kon-  
bentzionalarekin estali beharko lirateke, geroz  
eta gehiago, murrizketa horren ondorioak. Baina

petrolio ez-konbentzionala as-  
koz ere garestiagoa eta zikina-  
goa da, eta oraindik ustia-tzen  
ez diren hobiak ustiatuko  
beharko lirateke (zailena eta  
garestiena, azkena beti), baina  
oraindik aurkitu ez diren hobiak  
ere. Gas ez-konbentzionalari  
dagokionez, aitortzen du IEAK  
hurrengo hogeitun urteotan apur  
bat bakarrik egingo duela gora  
erregai horren ekoizpenak eta,  
geroz eta gehiago, energia-itu-  
rri ez-konbentzionalarekin ase  
beharko dela gas-eskaria, gero  
eta handiagoa.

metro gorago zegoenean... Aurreikuspenen arabera, industria aurreko garaietan baino 4 °C gehiago izango ditu Lurrak 2100. urtean, berokuntza orokorraren eraginez, eta 8 °C gehiago 2300.ean, atmosferako CO<sub>2</sub>-kontzentrazioa 2.000 ppm inguruan egonkortzen denean.

Berokuntza orokorrak 2 °C-ren atalasea ez gainditzea hartzen du abiapuntuko hipotesizat; horretarako, CO<sub>2</sub>-kontzentrazioak ez luke gainditu behar, mende honen erdi aldera, 450 ppm-ko muga –egun, 395 ppm-tik gora dago jada kontzentrazioa (<http://co2now.org/>)–, eta 350 bat ppm inguruan egonkortu behar litzateke hirugarren milurtekoaren amaierarako. Horretarako, baina, CO<sub>2</sub>-emisio garbi totalak berehalakoan hasi behar luke jaisten mundu osoan, eta %80ra iritsi behar luke jaitsiera horrek 2050erako; mende honetako bigarren erdian, berriz, ez luke egon behar batere emisiorik.

### ***Hego Euskal Herriko energia-koikuturaren zenbait adierazle***

Hego Euskal Herriko ekoizpen-ahalmena, per capita BPGaren arabera neurtuta, Espainiako batezbestekoa baino nabarmen handiagoa da, baita Europakoa baino ere, eta Alemaniakotik oso gertu dago. Berotegi Efektuko Gasen (BEG) emisio-mailan ere ikusten da alde hori: Espainiako estatuko batez-

besteko mailatik gorakoa da Hego Euskal Herrikoa, baita Europako batezbestekoa baino handiagoa ere (EAERI dagokionez, inportatutako elektrizitateari dagozkion emisioak ere sartu dira azterketan, Eusko Jaurlaritzaren inbentario-metodologiari jarraikiz). Energia primarioaren per capita kontsumoa ere nabarmen handiagoa da EAEn eta Nafarroan Espainiakoa baino, eta Europako batezbestekoa ere gainditzen du Nafarroakoak. EAeko azken energia-kontsumoa Europako batezbestekoa baino handiagoa da; Nafarroak, berriz, Alemaniako azken per capita energia-kontsumoa ere gainditzen du. Espainiako estatuko per capita energia-kontsumoa Alemaniako baino %30 txikiagoa da, eta antzeko aldea dago Espainia eta Alemaniaren arteko per capita BPGetan ere.

Hona zer ondorioztatzen den datu horietatik: EAE eta NFE Espainiako estatuko partaide diren arren, Europako batezbestekotik askoz hurbilago dago Hego Euskal Herria ekoizpen-ahalmenari eta energia-kontsumoari dagokierik, eta Alemaniakotik ere ez dago urruti. Oso gizarte industrializatuak dira EAE eta Nafarroa, eta hala adierazten du elektrizitate-kontsumoak (oso handia, Alemaniakoa baino dezente handiagoa).

Aurrerago ikusiko dugunez, emisioak eta energia-kontsumoa murrizteko helburuak eta aurreikuspen zorrotzak ditu Europar Batasunak hurrengo hamarkadetarako.



Helburu horiek lortzeko egin beharreko sakrifizioak, berriz, EBko estatuen artean banatu ohi dira, solidarioki, bakoitzaren garapen ekonomikoaren arabera. Hori dela eta, Kyotoko Protokoloak BEGen emisioak %8 murrizteko agintzen zien EBko estatuei (Espainia ere barne) 2008-2012 eperako, baina Europar Batasuneko barne-elkartasuna medio, emisioak %15eraino igotzeko aukera izan zuen Espainiak; Alemaniak, berriz, %21eko murrizketa egin behar zuen.

Emisioen eta energia-kontsumoaren etorkizuneko murrizketei dagokienez, argi ikusten da Espainia baino askoz gehiago Europa eta hango herrialde batzuk (Alemania...) hartu behar dituztela erreferentziatzat EAEk eta Nafarroak. Eusko Jaurilaritzak, adibidez, Kyotoko Protokoloaren helburuen betetze-mailaren araberrako BEGen emisio-murrizketa ezarri du azken hamarkadan eta, horri esker, %14 areagotu ahal izan dira emisioak, hots, EBk Espainiari ezarritako muga baino puntu bat gutxiago soilik. Onartezina izango zatekeen, izan ere, Espainiaren helburu berak izatea, EAEko BEGen emisio-mailak Espainiako estatuko batezbestekoaren oso gainetik baitaude, baina hutsaren parekoa da helburua puntu bat bakarrik jaitea (+%14 EAEn, +%15 Espainian), Europako (EB15) batez besteko murrizketa -%8 izaki.

Energia-kontsumoa sektoreka aztertuz gero, nabarmen ageri da garraioaren per capita

kontsumo neurrigabea (EAEn, Europako batezbestekoa baino %30 handiagoa; Nafarroan, %90 handiagoa). Inongo justifikaziorik ez dute kontsumo-maila horiek<sup>2</sup>, are gutxiago kontuan izanda gure herriaren lurralde-azalera eskasa eta populazio-dentsitate handia (Europako batezbestekoa baino askoz handiagoa EAEkoa).

Elektrizitate-kontsumoa ere oso handia da EAEn eta Nafarroan, oso gizarte industrializatuetan (elektifikatuetan, beraz) bizi baikara. Deigarria da, hala ere, per capita kontsumoa Alemaniakoa baino handiagoa izatea. Eraikitako (bizilekuak zein zerbitzuetakoak) elektrizitate-kontsumoa ere handia da oso, kontuan izanik klima ona (epela) dugula. Horrenbestez, asko hobetu behar dugu eraginkortasuna elektrizitate-kontsumoari dagokionez.

Bi ardatz izan behar ditu, Hego Euskal Herrian, energia-kontsumoaren murrizketak: elektrizitate-kontsumoa eta, batez ere, garraio-sektoreko erregai-kontsumoa.

### ***Euskal Herriaren energia-mendekotasun izugarritzkoa***

Energia-iraunkortasuna lortzeko, ezinbestekoa dugu askoz ere gehiago aprobeztatzea energia berriztagarrien fluxuak: eguzki-energia, eolikoa, hidroelektrikoa, geotermikoa, biomasa, itsasoaren energia... Bi puntu desberdi-



**1. taula**  
**EAEko eta NFEko energia-adierazleak, Europakoekin alderatuta**  
**(iturriak: EVE 2012, 2013; Nafarroako Gobernuaren 2012a, b;**  
**Eusko Jaurlaritzaren 2013; EEA 2013; IEA 2013b)**

<b>2011ko adierazleak (unitateak)</b>	<b>UE27</b>	<b>Alemania</b>	<b>Espainia</b>	<b>EAE</b>	<b>NFE</b>
Biztanleko BPGa (€ 2011/pertsona)	25.234	31.925	22.421	30.877	29.671
Biztanleko CO <sub>2</sub> isurketak (t CO <sub>2</sub> -eq/pertsona)	9,06	11,2	7,51	9,56	10,02
Hornidura primarioa/biztanle (tpb/pertsona)	3,29	3,81	2,69	3,06	3,59
Kontsumo finala/biztanle (tpb/pertsona)	2,28	2,70	1,90	2,42	3,17
Biztanleko kontsumo elektrikoa (MWh/pertsona)	5,51	6,38	5,14	7,71	7,53
Konts. elek. eraikinetan/biztanle (MWh/pertsona)	3,2	3,24	3,35	2,99	3,09
Kontsumoa garraioan/biztanle (tpb/pertsona)	0,63	0,66	0,69	0,81	1,21
Energia berriztagarrien ekarpena hornidura primarioan (%)	10,64	11,28	11,10	5,63	16,50
Energia berriztagarrien ekarpena azken kontsumoan (%)	13,0	12,3	15,1	7,8	21,0
Autohornikuntza tasa (%)	48,67	39,84	25,31	5,80	16,50

Hego Euskal Herriko energia-koiuntura Europako gure erreferentzia nagusiekin (Espainia, EB27 eta Alemania) alderatzen digu 1. taulak, zenbait adierazleren bidez.

netan neurtu ohi da energia berriztagarrien ekarpena: energia-hornidura primarioan eta azken kontsumoan. 1997an, Europako Batzordeak hau proposatu zuen: bikoiztea energia berriztagarriko fluxu-ekarpena EBko hornidura primarioan, 2010ean %12raino irits zedin

(EB, 1997). 2009tik aurrera, ordea, azken kontsumo gordinaren arabera neurtzen da, European, energia berriztagarriaren ekarpena. Urte hartan, 2009/28/EE Zuzentaraua, energia berriztagarriak sustatzekoa, onartu zuen Europar Batasunak, eta helburu hau ezarri



zuen: %20ko ekarpena, azken kontsumo gordinan, 2020an. Metodologia-aldaketa hori eragin zuten arrazoen artean dago elektrizitate berriztagarriaren ekarpena askoz handiagoa dela azken kontsumo gordinan hornidura primarioan baino –1. taulan ikusten denez, EB27ko hornidura primarioarako ekarpen berriztagarria %10,64 zen 2011n; azken kontsumoan, aldiz, %13 zen ekarpena-. Aldaketa hori dela medio, kontsumo berrizgarri gisara zenbatzen da inportatutako energia berriztagarria ere; besteak beste, elektrizitatea eta, batez ere, bioerregaiak fabrikatzeko lehengai gisara erabiltzen den biomasa.

2011n, Nafarroak bakarrik betetzen zuen 2010erako ezarritako helburua hornidura primarioari zegokionez, eta 2020rako azken kontsumo gordinari zegokionez. Egoera hori, hala ere, ez da positiboa, ezta gutxiagorik ere, energia ez-berriztagarriarekiko mendekotasuna %80koa baita Nafarroan, eta %95etik gorakoa garraioaren sektorean. Are larriagoa da egoera EAEn, azken kontsumorako ekarpen berriztagarria %7,8 dela dioen datua baino larriagoa, %7,8 horretatik bi puntu, ia, inportatutako biomasaz egindako eta garraio-sektorean erabilitako bioerregaien kontsumoari baitagozkio. Horrez gain, garraioan erabiltzen diren bioerregaien iraunkortasuna maila guztietan ari da zalantzan jartzen (Bueno, 2012a; FAO, 2013). Bestalde, energia berriztagarriaren azken kontsumo horren beste hiru puntu

Euskal Herriko papergintza sektoreko (garrantzitsua) zur-hondakinei dagozkie. Oso txikia da, EAEn, energia berriztagarriko fluxuen aprobetxamendua eta, gainera, inportatutako energia (bioerregaiak) du oinarri, hein handi batean. Bi sektore elikatzeke erabiltzen da energia hori, biak ere ekoizpen industrialari lotuak eta iraunkortasun zalantzarrikoak, egungo parametroetan bederen: bioerregaien ekoizpena eta paperaren eta haren deribatuen sektorea<sup>3</sup>.

Nolanahi dela ere, energiaren autohornikuntza-tasa da, Euskal Herrian, energia-adierazle okerrena. Europar Batasunean, %50 inguru da autohornikuntza-tasa, eta oso kezkatuta azaldu da EB, behin baino gehiagotan, hurrengo hamarkadetan tasa hori %25era jaits baitaiteke. Espainiako autohornikuntza-tasa, ordea, %25 zen jada 2011n. Nafarroako autohornikuntza-tasa edo energia-subiranotasuna —%17tik beherakoa— baino handiagoa da Espainiako. EAEn energia-subiranotasuna, berriz, are txikiagoa da, %6tik beherakoa. Ia erabatekoa da EAEn energia-mendekotasuna; Nafarroakoa, berriz, txixixeagoa, baina oso kezkarria, hala ere. Alemaniak –baita Espainiak ere– Hego Euskal Herriak baino adierazle hobeak dituzte.



## 2

**Euskal administrazio autonomikoen energia-politika Europako testuinguruan**

2007aren hasieran, energiari eta klima-aldaketari buruzko neurri-sorta bat aurkeztu zuen Europako Batzordeak. Europako energia-merkatuen liberalizazioa eta integrazioa areagotzeaz gain, bi helburu nagusi zehazten zituen plan horrek 2020rako. Batzordeak proposatu zuen Europar Batasunak %20 murriztea BEGen emisioa urte horretarako, erreferentziako urtearekin alderatuta (1990), edo %30 baldin eta herrialde garatuak horretarako behartuko lituzkeen itun berri eta orokor bat lortuko balitz. Horrekin batera, beste hau ere proposatu zuen Batzordeak: 2020an, energia berriztagarriek hornitzea azken energia-kontsumo gordinaren %20, eta garraio-sektorean, erregai-kontsumoaren %10 (EB, 2007). Hirugarren helburu bat ere bazuen Batzordeak, energia-eraginkortasunerako ekintza-planean jada aurkeztua(2006): energia-eraginkortasunaren hobekuntza nabarmena ekonomiaren sektore guztietan, 2020an energia-kontsumoaren %20 aurrezteko (2005ean kontsumitutako energiaren %14,3).

Neurri-sorta horri 2020rako 20/20/20 apustua deitzen zaio, eta Europar Batasunak onartu zenetik bertatik onartu du zaila dela helburuak betetzea, batez ere energia-eraginkortasunarena, ez badira gerora beste neurri batzuk ere hartzen. Bestalde, onartu du EBk hel-

buru horiek ez direla nahikoa energia eta klimaren arazoei aurre egiteko baldin eta ez badira asmo handiko beste xede batzuk ere ezartzen. Horregatik, seguruenik, eman zuen Batzordeak beste urrats bat, 2011ko martxoan, eta 2050erako Karbono gutxi darabilen ekonomiarako 2050erako ibilbide-orria izeneko agiria plazaratu zuen (EB, 2011a). 2050erako EBko emisioak %80 eta %95 bitarte murriztu behar zirela 1990ekoekiko zioen Batzordeak agiri hartan; mundu osoan, berriz, %50. Ondoren, urte hartako abenduan, Energiaren bide-orria 2050erako agiria (EB, 2011b) argitaratu zuen Batzordeak, eta han jaso zuen energia-politikari buruzko bere jarrera: Europako energia-sistemaren eta ekonomiaren karbonogabetzea.

Aitortzen du bide-orri horrek ez dagoela gaur egun irizpide egokirik 2020tik aurrera energia-politikak jarraitu beharreko bidez ekonomia karbonogabetzeko. Gabezia horri aurre egiteko, EBn 2050erako emisioak %80 eta %95 bitarte murrizteko hainbat aukera aztertzen zituen bide-orriak, eta eginkizunak identifikatzen. **2050erako ekonomia karbonogabetua izango duen Europa bati buruzko kontakizun honek laburbiltzen du Europako Batzordearen azterketa prospektibo hori:**

“Helburu lorgarria da energia-sistema seguru, lehiakor eta karbonogabetua izatea Europak 2050ean. Hurrengo hamar-



kadetako hazkunde ekonomikoa neurritza izango da, baina jarraitua. 2020rako jarritako helburuak bete egingo dira. Geroago, berriz, energia-aurrezpen eta eraginkortasun tasa handiak ere lortuko dira, eraikinetan batez ere, baina baita gas- eta elektrizitate-sektoreetan ere. 2050erako, azken energia-eskaria %41 murriztuko da 2005-2006 epeko maximoekin alderatuta. Askok dibertsifikatuko dira hornidura-teknologiak, eta berariazko laguntzarik gabe merkatuan jarduteko adinak heldutasun-mailara iritsiko dira. CO<sub>2</sub>-emisioren gaineko tasek, berriz, energia-sistemaren karbonogabetzea sustatuko dute. Energia-iturri berriztagarriek izugarritzko hazkundeak izango dute, eta azken energia-kontsumo gordinaren %75 asetzerara ere irits daitezke, eta azken elektrizitate-eskariaren %97. Ia erabat karbonogabetuta egongo da ordurako sistema elektrikoa. Energia elektriko nuklearraren sorkuntza eta karbonoaren atzipena eta biltegitratzea ekarpen aldakorak izango dira, egoeren araberakoak, baina kontuan hartzeko modukoak.

Arras aldatuko da energia-sistema, eta izugarritzko diru-inbertsioak egin beharko dira horretarako, ziurgabetasungiroan betiere. Baina helburu lorgarria da karbonogabetzea. Kapital-gastu dezente handiagoak ekarriko ditu energia-siste-

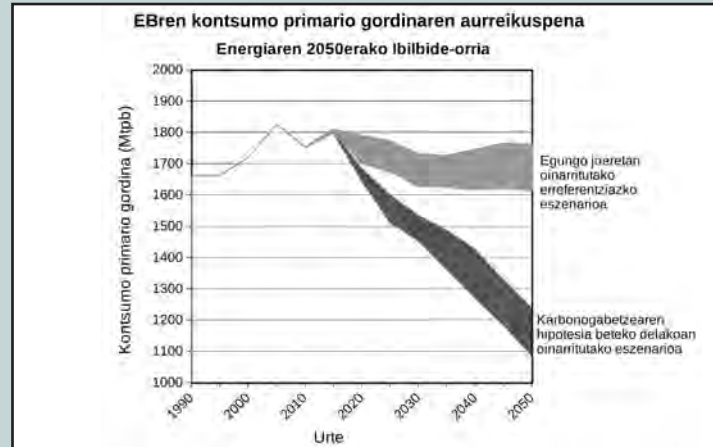
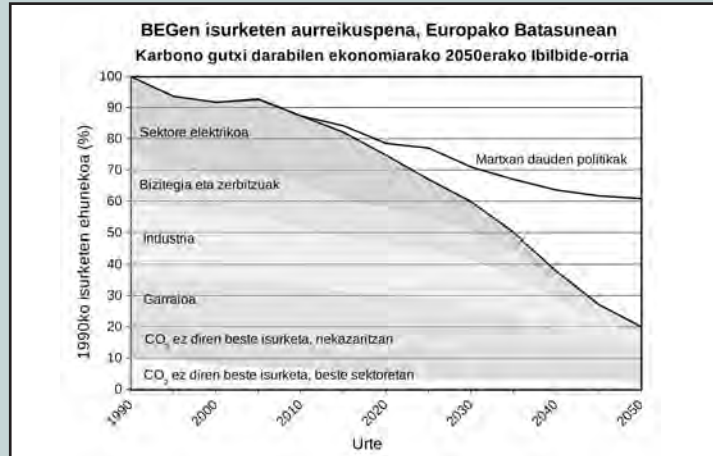
ma berriak, baina erregai-kostu txikiagoak. Erregai fosilen agortzea dela eta, egungo politikek baino kostu txikiagoa izango du sistema berriak epe luzera. Izan ere, erregai fosilak (gero eta urriagoak) dituzte oinarri egungo sistemek. Elektrizitateak, berriz, gero eta garrantzi handiagoa izango du, batez ere elektrizitatea sortzeko ustiatzen direlako energia berriztagarriak. 2050erako, azken energia-eskariaren ia %40 izango da elektrizitatea –2011ko tasa (%21) baino askoz handiagoa–, barne dela ibilgailu arinetako garraioa (%65). 2050erako, %96-99 karbonogabetuta egon behar du elektrizitatea ekoizteko sistemak. Hori dela eta, igo egingo da elektrizitatearen prezioa 2030era arte, baina, gerora, jaitsi egingo da, seguruenik. Etxebizitzetako energia-gastua igo egingo da, totalaren %15-16raino. Energia berriztagarrien bidezko ekoizpen-hazkundeak energia-sistemaren deszentralizazio handia eskatuko du, eta koordinazio eta lankidetzak estua energia-sorkuntzako sistema zentralizatuekin, batez ere zentral nuklearrekin eta karbonoa atzitzen eta biltegitratzen duten gas-zentral handiekin.

Desafio ugari ere ekarriko ditu geroak. Energia aurreztu egin beharko da, eta eskariari igotzen utzi ez. Eraikinek, berriz, energia-kontsumo garbi ia nulua izan



2. irudia

**Europar Batasunean 2050era arte izango diren BEGen emisioen eta energia primarioaren kontsumo gordinaren aurreikuspenak, EBren 2050 Bide Orrien arabera (2011a,b).**





beharko dute, energia-eraginkortasuna eta sorkuntza elektriko berriztagarriaren areagotzea direla medio. Berriztagarri bihurtu behar du energia-sistemak; horretarako, inbertsio handiak ez ezik, laguntzak beharko dira fluxu berriztagarriak ustiatzeko teknologiak ikertu, industrializatu eta ekoizteko. Funtsezkoak izango dira, halaber, energia metatzeko teknologiak, jatorri berriztagarriko hoztea eta berokuntza eskaintzen dutenak, eta, garraioan, petrolioaren deribatuen ordezkotako erregaiak hornitzekoak. Oinarrizkoa izango da gas naturala eraldatze-prozesu horretan, eta gas ez-konbentzionalaren tokian tokiko iturriek eskertu, jaitsi egingo dira gas-inportazioak. 2030etik aurrera, bestalde, errendimendu betean jardun behar luke karbonoaren atzipenak eta biltegitratzeak; horretarako teknologiak, berriz, 2020rako egon behar du prest. Energia nuklearra ere karbonogabetzearen aldeko aukera bat da. Teknologiaren ikuspegitik, zabalik daude zenbait elementu; hori dela eta, garrantzizkoak dira I+G programak. Barruko energia-merkatuak (gasa, elektrizitatea) egokitu egin behar dira energia-sistema berrira (karbonogabetua), merkatuan eragile eta kostu-egitura desberdinak sortuz, karbono-emisioen tarifakazioa dela barne. Sistema berriak inbertsio handiak beharko ditu azpiegitura berriak

eta egungoak baino malguagoak eraikitzeko, jatorri berriztagarriko energia-sorkuntzaren ezaugarriak direla eta. Areagotu egin beharko da herrialdeen arteko lotura-gaitasuna, hobetu distantzia luzeko energia-garraioa, azpiegiturak sortu CO<sub>2</sub>-a eta elektrizitatea biltegitratzeko...”

Oso zalantzarik zaizkio kontakizun honetako zenbait elementu lerro hauen idazleari. Izugarriko fedea du bide-orri horrek merkatuak CO<sub>2</sub>-emisiok (adibidez) erregulatze duen ahalmenean; horrez gain, bideragarritzat jotzen ditu —ekonomia, ingurumen eta teknologia aldetik— energia nuklearra, karbonoaren atzipena eta biltegitratzea eta hidrokarburo ez-konbentzionalen ustiapen masiboa. Bestalde, inbertsio handien premia onartzen duen arren, neurrizko hazkunde ekonomikoko testuinguru batean kokatzen ditu, bideragarri izan daitezkeen. Nolanahi dela ere, Europar Batasunaren energia-kontakizun berriak zenbait berrikuntza ere baditu, eta funtsezkoak dirudite, batez ere lurralde-eremu txikiak energia-politikak zehazteko; euskal administrazioenak, adibidez:

- Epe ertain-luzera karbonogabetu behar du ekonomiak —energia-alorrean, 35-40 urte ez dira asko, hori izaten baita, edo are handiagoa, azpiegitura handi askoren bizitza baliagarria—, 2050etik askoz



harago jo gabe ia erabat ezabatzeako atmosferarako CO<sub>2</sub>-emisioak.

- . Jatorri berriztagarrikoa –eta elektrikoa– izan behar du, batez ere, kontsumitzen den energiak.
- . Termino absolututan, jarraituki murriztu behar da energia-kontsumoa. Europan, 2006an jo genuen goia energia primarioaren kontsumoari dagokionez.

### ***Energia-kontsumoaren egitura EAEn eta Nafarroan. EAEko energia-estrategia eta Nafarroako energia-plana***

Jarduera ekonomikoaren gorabeherek zuzeneko eragina izan dute azken bi hamarkadetakoko energia-hornidura primarioan: bai EAEn, bai Nafarroan, 90eko hamarkadako lehen urteetako geraldia erakusten du hornidura primarioaren bilakaerak, baita 2008tik aurrerako ekonomiaren atzeraldia ere. 1991tik 2012ra arteko energia-hornidura primarioaren eraldaketa bi elementu hauek laburbiltzen dute:

- . Energia-kontsumo primarioaren igoera handia: EAEn, %23koa (2005ean, %44tik gorakoa izatera iritsi zen) eta Nafarroan, %85koa (2005ean, %129koa).
- . Gas-kontsumoaren igoera oso handia, termino absolutuetan ez ezik, baita erlatiboetan ere, nahaste osoaren barruan. 1990etik aurrera, hamarkoiztu egin da gas-kontsumoa Nafarroan, eta hornidura

primario totalaren %34,1 izatera iritsi da. 2004an jo zuen goia kontsumoak: urte hartan, %45,4ra heldu zen, termino erlatibotan. EAEn, berriz, laukoiztu egin da gas naturalaren hornidura primarioa, totalaren %39,8 izatera iristeraino. 2005ean jo zuen goia kontsumoak (%42,8raino heldu zen).

Petrolio-kontsumoa, bestalde, ez da inoiz jaitsi duela bi hamarkadako mailetatik; Nafarroan, zehazki, %30 handiagoa da egun. EAEn eskaria murriztu duen energia-bektore bakarra ikatzarena dugu, industriaren birmoldaketa dela eta. Elektrizitate-inportazioak ere behera egin du EAEn, ziklo konbinatuen ekoizpen-ahalmenak izugarri egin baitu gora, gas naturalaren sarrera-fluxu berriak elikatutik batik bat (2,1 GW-eko ahalmena Zabalgarbiren, Santurtziko portuko bi ziklo konbinatuen eta Boroakoaren artean).

Sektorekako azken kontsumoaren egiturari dagokionez, jarduera ekonomikoaren gorabeheren eragina nabaritzen da berriz ere; horrekin batera, beste datu bat nabarmentzen da bi erkidegoetan: garraio-sektoreko energia-kontsumoaren hazkunde ikaragarria. 2012an, bi hamarkada lehenago baino %91 handiagoa zen energia-kontsumoa EAEko garraio-sektorean (2007an, bikoiztu ere egin zen). Are kezagarriagoa da Nafarroako bilakaera, non %117 igo baita kontsumoa hogeitaz urteren buruan (2008an, %140). 2006az geroztik, garraioa da, Nafarroan, energia gehien kon-



tsumitzen duen sektorea (industriak baino gehiago).

Honenbestez, energia-kontsumoaren igoera izugarria du ezaugarri nagusi EAEn eta Nafarroaren azken hogei urteotako energia-bilakaerak. Hornidurari dagokionez, gas naturalak egin du gora; kontsumoari dagokionez, berriz, garraioak. Kontsumoaren igoera hazkunde ekonomikoak ekarri duela esango du, agian, norbaitek. Egia esan, energia-kontsumoa ez da hazi jarduera ekonomikoa bezainbat, ekonomiaren energia-intentsitatearen bilakaerak erakusten digunez: 2000-2011 epean, %15 jaitsi da EAEn, eta %8,3 Nafarroan. Alemanian, berriz, are gehiago jaitsi da energia-intentsitatea, %20 ia. Ez dezagun ahantzi, bestalde, non izan diren energia-kontsumoaren hazkunde horiek: kanpoarekiko sekulako energia-mendekotasuna duten bi herrialdetan. Izan ere, Nafarroako buruaskitasun (autosufizientzia) energetikoa %16,5ekoa da; EAEn, berriz, %5,8koa.

Ia erabat berriztagarria da Hego Euskal Herrian bertako energiaren hornidura: hutsaren parekoa EAEn (2011n, hornidura primarioaren %5,6), eta jatorri organikoko hondakinen balorizazioari gehiegi lotua<sup>4</sup>; Nafarroan, berriz, hornidura primarioaren %16,5 asetzen dute energia berriztagarriek, batez ere parke eolikoek sortzen duten elektrizitatearekin eta, maila apalagoan, zentral hidroelektrikoek eta instalazio fotovoltaikoek ekoizten dutenarekin.

Baina elektrizitate-hornidura hori txikiagoa izan da, 2003tik 2010era arte, gas naturalez elikatutako Castejóngo bi ziklo konbinatuko zentralek ekoiztitakoa baino.

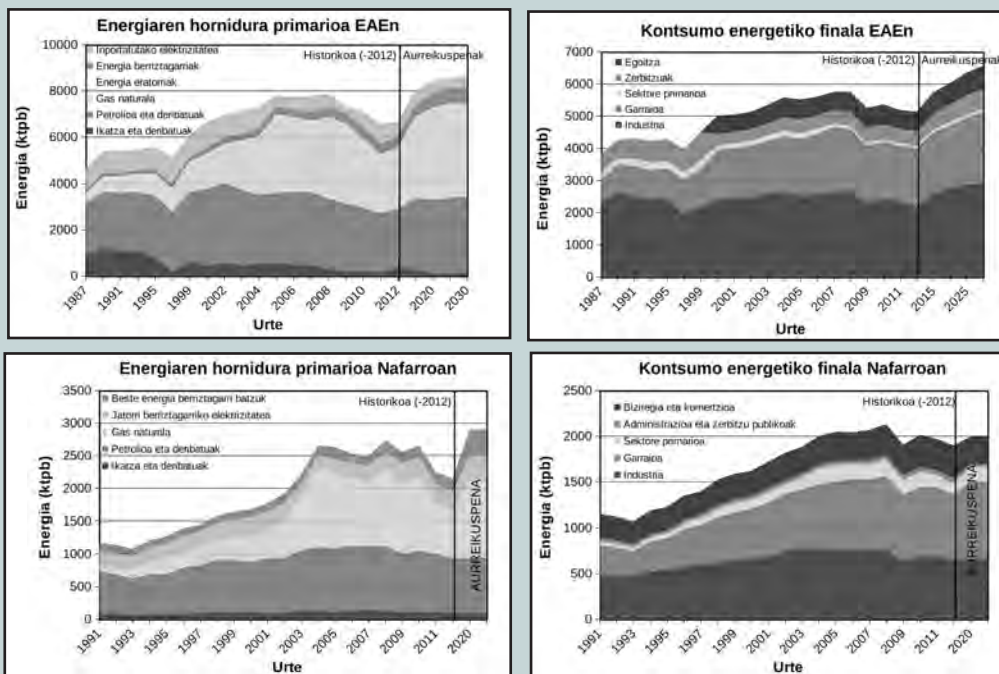
Izan ere, horixe izan da, azken hamarkada honetan, EAEn eta Nafarroako apustu nagusia elektrizitateari dagokionez: gas naturaleko ziklo konbinatuaren parke handi bat sortzea: 2,1 gigawatteko ahalmena EAEn, eta 1,2 gigawattekoa Nafarroan. Elektrizitatea ekoizteko ahalmen izugarri horri zor zaio Hego Euskal Herriko gas naturalaren hornidura-igoeraren parte oso handi bat, eta 2008az geroztik izan duen gainbehera ere bai. Hirugarren irudiko grafikoetan ikusten denez, azken kontsumoan ez da hainbestekoa izan gas naturalaren hornidura-murrizketaren isla. Hona horren zergatia: ekoiztitako elektrizitate horretatik gehiena esportaziorako izan dela (Nafarroaren kasuan), edo inportazioak ordeztuko (EAEn).

2000. urtetik hona, bikoiztu egin da Espainiako estatuko elektrizitatea ekoizteko parkea, eta 49,6 GWeko igoera garbia izan du. Martxan jarri diren parke eoliko berrien eskutik (20,7 GW) eta ziklo konbinatu berrietatik (25,3 GW) etorri da, ia osorik, igoera. 2007az geroztiko krisi ekonomiko larriak asko murriztu du energia elektrikoaren eskaria (%5 inguru, 2008tik); hala eta guztiz ere, ziklo konbinatuko ia 5 GW gehiago instalatu dira harrezkeroztik, eta jatorri berriztagarriko beste 10 GW ia



### 3. irudia

**Energiaren hornidura primarioa eta azken kontsumoa EAEn eta NFEEn. 2011-12ra arteko datu historikoak eta EAEko (2030era arte) eta Nafarroako (2020ra arte) energia-planen aurreikuspenak (1999ra arte, EAEko etxebizitzetako kontsumoa zerbitzuetakoaren barnean dago)**



EAEko eta Nafarroako 2011rako zenbait energia-adierazle erakusten zituen 1. irudiak; 3.ak, berriz, bi autonomia-erkidego horietako azken 20-25 urteotako (2012ra arte) energia-hornidura primarioa, energia-iturrika xehatuta, eta azken energia-kontsumoa, sektoreka banakatuta. Halaber, EAEn 2030era arteko energia-hornidura eta -kontsumoaren aurreikuspenak ere erakusten dizkigute irudiek; Nafarroarakoak, berriz, 2020ra artekoak, betiere bi erkidegoetako energia-planak beteko direla jorik: EAEko 2020ra arteko Energia Estrategia, edo 3E-2020 (Eusko Jaurlaritzak, 2012) eta Nafarroako 2020ra arteko III. Energia Plana (Nafarroako Gobernua, 2011).

(energia eolikoa, fotovoltaikoa eta termoelektrikoa).

Ziklo konbinatuko parkea handitzea izan da, bada, Hego EHko eta Espainiako estatuko energia-sektorearen apustu nagusia. Era-kunde publikoen laguntza izan du parke-handitze horrek, baina huts egin du apustuak. Jatorri berriztagarriko energia-ekoizpenaren hazkunde handiak ziklo konbinatuko zentralen funtzionamendu-orduen jaitsiera nabarmena eragin du Espainian. Izan ere, berriztagarriek dute lehentasuna elektrizitate-merkatuan, ez baitira kudeagarriak. Nafarroan, adibidez, 2009an urtean 3.000 orduko potentzia izendatuaren funtzionamendu baliokidetik urtean 1.700 ordukora jaitsi ziren ziklo konbinatuko zentralak 2010ean, 1.000 ordukora 2011n eta 700 ordukora 2012an (REE, 2013). Bestalde, geroz eta garestiago ordaintzen da gas naturala nazioarteko merkatuetan azken hamarkada honetan. Igoera nahiko konstantea ari da izaten gas naturalaren CMP kostua (Espainiako tarifako merkatuan): 18 €/MWh 2010ko hasieran, 30 bat €/MWh 2013an (ikus, aurrerago, 4. irudia; CNE, 2013). Baina kostuaren igoerak ez du berekin ekarri elektrizitate-prezioaren igoerarik eguneroko merkatuan; besteak beste, jatorri berriztagarriko elektrizitate-eskaintza handiak jaitsi egiten dituelako kasazio-prezioak (2013ko otsailetik apirilera, esate baterako, nulua izan zen kasazio-prezioa hainbat egunetako ordu batzuek,

hots, 0 €/MWh (OMIE, 2013). Laburbilduz: ziklo konbinatuko zentralak ez dira jada batzuek uste zuten negozio biribil hura, eta ez dirudi hala izango direnik epe ertainera.

Hurrengo hamarkadari begira, ez ikusiarena egin diezaiekete Hego EHko administrazioek gas naturalari buruzko azken urteotako ikasbideei, batez ere Europar Batasunak ezarritako jarduera-ildoei (goian aipatuak): karbonogabetzea, eskariari bere horretan eustea, jatorri berriztagarriko elektrizitatea sustatzea. Nafarroan, III. Plan Energetikoak aurreikusten du 2004-2005 urteetako azken kontsumoaren maila berreskuratzea 2020rako, oraingoan kontsumo handiagoarekin garraio-sektorean (%42) industriakoan baino (%33). Energia primarioaren hornidurari dagokionez, 2020an gas naturalak aseko Nafarroako totalaren %40. Gas naturalaren fluxu horren erdia baino gehiago, ordea, ziklo konbinatuko zentraletan kontsumituko da, berriz ere jardun betean arituko baitira: 4,5 TWh elektrizitate ekoitziko dute, aurreikuspenen arabera, Nafarroak urte horretan esportatuko duen elektrizitatearen %97 inguru.

EAEri dagokionez, 3E-2020 planak aurreikusten du azken kontsumoa jarraituki haziko dela, 2015ean gainditu egingo duela 2008ko kontsumo-gailurra eta 2030ean %14 handiagoa izango dela. 2011koarekiko alderatuta, %25etik gora haziko da azken kontsumoa, aurreikuspenen arabera, eta handiagoa izan-



go da hazkundera garraio- eta etxebizitza-sektoreetan gainerakoetan baino. Hornidura primarioari dagokionez, Eusko Jaurlaritzaren aurreikuspenek diote erregai fosilekiko mendekotasun ia erabatekoarekin jarraituko duela, petrolioarekin eta haren deribatuekin aseko baita hornidura primarioaren %38; gas naturalarekin, berriz, %56 (portzentaje beldurgarria, zinez). 2020-2030 hamarkadan, hutsaren parekoa izango da EAEn jatorri berriztagarriko energien erabilera; Nafarroan, berriz, dezente-ko portzentajera iritsiko da, batez ere energia-ekoizpenari dagokionez, baina gas naturalaren atzetik.

Hego EHko administrazioen energia-aurreikuspenak ez datoz inondik ere bat Europar Batasunak ezarritako irizpideekin. Izan ere, EBren helburua da ekonomiaren karbonogabetze orokorra, batez ere elektrizitate-sistamera, eta, horrekin batera, energia-kontsumo primarioa jarraituki jaistea. EAeko eta Nafarroako gobernuek, aitzitik, 2008ko krisiaren aurretik zegoen kontsumo-maila gainditi nahi dute, eta, gainera, inportatutako erregai fosilekiko mendekotasun gero eta handiagoarekin. Elektrizitatea ekoizteko, batez ere gas naturala erabiltzen jarraituko da.

Ziklo konbinatuko zentraletako elektrizitate-ekoizpenaren ingurumen-inpaktuaz ere nahitaez jardun beharra dugu. Elektrizitatea ekoizteko instalazioetako CO<sub>2</sub>-emisioen mailari bagagozkio, XXI. mendera iritsi eta dezente

geroago ere Espainiako estatuko emisio-mailak ziklo konbinatuei normalean esleitu ohi zaizkienetatik gora ibili dira -370 bat g CO<sub>2</sub>/kWh (CO2ScoreBoard, 2013)-. 1980ko hamarkadaren hasieran izan ziren emisio-maila handienak, eta 600 g CO<sub>2</sub>/kWh gainditu zen. Testuinguru hartan, ziklo konbinatuko zentralak jartzea mesedegarria ere izan zitekeen ingurumenarentzat, baldin eta ikatzezko zentral termoelektrikoen ordeztarri izan balira ziklo konbinatukoak, ikatzezkoek ingurumen-inpaktu askoz ere handiagoa eragiten baitute. Alabaina, aurreko hamarkadako erditik hona ziklo konbinatuaren emisio-mailatik behera egon da Espainiako sistema elektrikoaren CO<sub>2</sub>-emisioen maila; 2013koa, adibidez, 236 g CO<sub>2</sub>/kWh izan zen, %30 txikiagoa (REE, 2014). Elektrizitate-ekoizpenari lotutako emisioen jaitsiera hori, hein handi batean, honi zor zaio: Espainiako estatuko elektrizitate-sorkuntzan jatorri berriztagarrikoak izan duen gorakada handiari (2013an, totalaren %42,4 izan zen). Are handiagoa ere izan zitekeen gorakada, Espainiako gobernuak jatorri berriztagarriko elektrizitate-ekoizpenari laguntzak kentzea erabaki izan ez balu. Elektrizitate-ekoizpenaren ingurumen-inpaktua are gehiago ere murrizterik balegoke, batez ere ekoizpen nuklearreko parkearen eta ziklo konbinatuko parkearen parte baten ordeztarri energia berriztagarriak erabiliz. Gainera, bat letorke jokabide hori Europako sistema elektrikoa karbonogabetzeko helburuekin.



Kontrako bidetik dabil elektrizitate-ekoizpe-  
na Hego Euskal Herrian, neurrigabeki egin  
baita ziklo konbinatuko ekoizpenaren alde.  
Bereziki deigarria da Nafarroarako aurreikus-  
pena, zeinaren arabera 2020an esportatuko  
den elektrizitate-kantitatea eta ziklo kombina-  
tuek ekoitziko dutena ia berdinak izango  
diren. Estatuko elektrizitate-nahastearenak  
baino askoz ere handiagoak izango lirateke,  
ordea, Nafarroako CO<sub>2</sub>-emisioak (eta inguru-  
men-inpaktu orokorra), eta kostu ekonomiko  
handiagoak eragingo lituzke. Zentzuzkoa liru-  
dike, beraz, pentsatzea gerora ere bide bere-  
tik jarraituko duela energia-koiunturak, zeinak  
ia geldirik dauzkan Nafarroako ziklo kombina-  
tuko zentralak.

Honela laburbildu daiteke Hego Euskal  
Herriko administrazioen energia-politika,  
**hurrengo hamarkadetarako administrazio  
autonomikoek duten energia-ikuspegiari  
buruzko kontakizun honen bidez:**

“Helburu hirukoitza du azken hamarkada  
honetako politika energetikoak: lehiakor-  
tasuna, horniduraren bermea eta inguru-  
menaren zaintza. Euskal administrazio-  
entzat, hornidura bermatzea da gure  
energia-politikaren giltzarria. Herri txikia  
da gurea, eta txikia du bertako ekoizpe-  
narekin hornitzeko ahalmena ere (han-  
diagoa, hala ere, Nafarroan EAEn baino,  
non erabateko baita energia-mendekota-  
suna). Etorkezunean gerrikoa estutu

beharrean izango garela badakigun  
arren, energia-baliabideen urritasunak ez  
gaitu behartuko gure kontsumoak asko  
murriztera hornidura bermatzeko gai bal-  
din bagara. Dena dela, herri txikia izanik,  
segur aski ez dira askorik nabarmenduko  
gure energia-gorabeherak Europan eta  
Mendebalde osoan izango den eskari-  
jaitsiera orokorra kontuan izanik.

Bestalde, gure energia-sistema Es-  
painiakoan erabat txertatuta dago. Es-  
painiako garapen-maila Europako batez-  
bestekoaren azpitik dagoenez, Europako  
helburuak permisiboagoak dira Espai-  
niako zenbait adierazleren bilakaerarekin  
(CO-emisioak, kontsumo-mailak) Euro-  
pako beste herrialde aurreratuago ba-  
tzuetakoekin baino, eta horri probetxua  
atera nahi diogu guk<sup>5</sup>.

Nolanahi dela ere, herrialde handiek  
(Txina eta garapen-bidean dauden  
herriak) eragiten dituzte ingurumen-  
arazo nagusiak eta xahutzen dute balia-  
bide natural gehien, ez EAEk eta  
Nafarroak.

Energia-hornidura bermatzeak izan  
behar du gure kezka nagusia, eta arazo  
horri aurre egiteko modurik onena ener-  
gia-baliabideen eraldaketa dugu, horre-  
tarako azpiegitura egokiak eraikiz. Alde  
horretatik, posizio oso onean dago Hego  
Euskal Herria.





Espainiako estatuko findegi handienetakoa bat (Petronor) dauka EAEk, eta ego-kituta dago petroliorik astunenak eta kalitate eskasekoenak (gero eta ugariagoak etorkizunean) bikain prozesatzeko, Fuel-olioa Murritzeko Unitateari esker (FMU, edo koke-instalazioa). Instalazio horretan ekoizten diren deribatu gehienak EAetik kanpora esportatuko dira, baina, hala eta guztiz ere, pentsatzekoa da gure hornidura-premiak ere aseko dituela, arrazoizko prezioan. Antzekoa gertatzen da gas naturalarekin ere: Bahia de Bizkaia Gas birgasifikazio-instalazioak, zeinak ia hektometro kubiko erdi bat gas natural likidotu (GNL) biltegitatzeko ahalmena baitu, gas naturalez hornitzen du estatuko gas-sarea. Bestalde, hamarkadaren erdialdera sortu zen Iberian Gas Hub-en funtsezko osagaia ere bada azpiegitura hori. Bilbon du egoitza hub delakoak. Iberiar gas-sistemarako gasa erosi eta saltzeko plataforma berri horrek gas-salerosketaren erdigunean jartzen du EAE.

Fisikoki zein birtualki EAetik igarotzen den gas horren parte handi bat gure ziklo konbinatuko zentralak elikatzeke izango da. Gure energia-politikaren beste zutabe nagusietako bat ditugu zentral horiek. Energia konbentzional garbiagoa da gas naturala<sup>6</sup>, eta gure ziklo konbinatuko zen-

tralei esker, ingurumen-inpaktu txikiagoarekin eralda dezakegu eta gure herritarrek eta industriek behar duten elektrizitate bihurtu. Nafarroan, berriz, esportatu egiten dugu ziklo konbinatuko zentraltan ekoizten den elektrizitate ia guztia. Jakina, onuragarria da hori gure enpresentzat.

Energia berriztagarrien erabilera areagotzeko ahaleginak egiten jarraituko dugu, batez ere garapen teknologikoa sustatzen (erreferentziazko zentro teknologikoak ditugu). Energia berriztagarrietarako garatzen ari garen teknologia berriek (eolikoa, itsas energiak...) eta beste zenbait ekimenek (auto elektrikoak), gure balantze energetikoan berehalako inpakturik ez duten arren, oso ongi posizionatzen gaituzte etorkizunari begira eta bateragarriak dira gure lehentasun nagusiarekin, hots, 2020rako 93 TWh-ko azken energiaren hornidura bermatzearekin EAEk eta Nafarroak aurrera jarrai dezaten.”

### **Zabalgarbi, huts egin duen energia-politika baten eredu**

Energia-azpiegitura bat da Zabalgarbi instalazioa, eta han erretzen dira Bizkaian sortzen diren hiri-hondakin (HH) gehienak. Baina errauskailua baino zerbait gehiago ere bada





Zabalgarbi; besteak beste, huts egin duen energia-politika baten adibide garbia.

EAEko administrazio publikoek sustatu zuten Zabalgarbiren eraikuntza, eta jabetza publikokoak dira akzioen %35; besteak beste, EVE (%10) eta Bizkaiko Foru Aldundia (%20) ditu akziodun. Bilboko aldirietan dago instalazioa, eta haren sustatzaileen definizioaren arabera (EVE, 2001), “hiri-hondakinen balorizazio energetikoko instalazio bat da, ziklo konbinatu batekin integratua”. Errauskailua da Zabalgarbi, eta Euskal Herriko gas naturaleko ziklo konbinatuko lehenbiziko zentraletako bat (2004)<sup>7</sup>. Gas naturala (sartzen den energia-fluixuaren %70 inguru) erretzen du elektrizitatea ekoizteko Zabalgarbiko ziklo konbinatuak, eta hondakin-errausketak sortzen duen energia termikoa ere aprobetxatzen du (gainerako %30a). Zabalgarbiri buruzko informazio-liburuxkak dioenez, “sistemak [Zabalgarbikoak]... elektrizitate-errendimendu handiagoa lortzen du, energia-eraginkortasun handia, ingurumen-inpaktu txikiagoa ekoizten den kWh bakoitzeko; murriztu egiten ditu CO<sub>2</sub>-emisioak, energia primarioa aurrezten du, tratamendu-kostuak jaitsti, eta hobeto kudeatzen ditu baliabideak (hiri-hondakin solidoak, gasa eta energia)”. Zabalgarbiren “abantaila” nagusia, ordea, beste hau zen: hiri-hondakinak erraus-teko etengabe funtzionatzen duen modulu bat zuenez, urtean 8.000 orduz funtzionatu behar

zuen, etenik gabe, ziklo konbinatuko instalazioak.

Ia hamar urte igaro dira instalazio hori mar-txan jarri zutenetik, eta bada garaia Zabalgarbiren ustezko ingurumen- eta energia-onuren balorazioa egiteko. Adierazleetako batzuk 2. taulan dituzue, eta Espainiako esta-tuko egungo beste adierazle batzuekin aldera daitezke.

Gas naturaleko ziklo konbinatuko zentral bat da, batez ere, eta halakotzat aztertu behar da. Energia-errendimendu orokorra %43 inguru-koa du; oso urrutik dago, beraz, beste ziklo konbinatu batzuenetik (%55). Hiri-hondakinen energia termikoa ere aprobetxatzen du Zabalgarbik, baina ia oso-osorik galtzen du aprobetxamendu hori, gas naturalaren kontsumo-eraginkortasunean hamabi puntuko galera baitu. Zabalgarbik kontsumitzen duen gas naturala beste ziklo konbinatu batera eramango balitz, elektrizitate-kantitate bera sortu-ko luke, kasik, hondakinik erraustu gabe.

Zabalgarbiko CO<sub>2</sub>-aren emisio-mailak garbi adierazten du instalazio horren ingurumen-inpaktua: 434,5 g CO<sub>2</sub>/kWh,hots, ziklo konbinatuen batezbestekotik (370 g CO<sub>2</sub>/kWh) dezente gorago eta, batez ere, Espainiako estatuko elektrizitate-nahastetik (236 g. CO<sub>2</sub>/kWh, 2013an) askoz gorago. Egun, elektrizitate-sareko emisio-maila igoarazi egiten du Zabalgarbik; zentral hori geldirik dagoenean, aldiz, jaitsti (hobetu) egiten da. Zergatik ote?



Bada, gainerako ziklo konbinatuko zentralek baino energia-eraginkortasun okerragoa delako, eta Zabalgarbin errausten diren hondakinen erdia (gutxi asko) jatorri fosilekoa delako (plastikoak, adibidez) eta, ondorioz, CO<sub>2</sub>-emisió ez-neutroak eragiten dituztelako. Gogoan izan Zabalgarbik sortzen duen elektrizitatearen portzentaje txiki bat bakarrik jotzen dela jatorri berriztagarrikotzat (%15 inguru). Errausten diren hiri-hondakin organikoei dagokie portzentaje hori; gainerako hondakinak eta erregaia, berriz, jatorri fosilekoak dira. Askoz txikiagoa da Zabalgarbiko jatorri berriztagarriko elektrizitate-portzentajea Espainiako estatuko elektrizitate-nahastearena baino (2013an, %42,4 izan zen estatukoa).

Ziklo konbinatuko zentralen abantailetakoa bat da erregulazio-ahalmen handia dutela. Horri esker, oso azkar alda dezakete energia sortzeko potentzia, sareko eskari-aldaketetara egokitzeko. Zabalgarbik, ordea, ez du abantaila hori: errausketa-moduluak jarraituki funtzionatzera behartzen du (potentzia izendatuaren 7.056 ordu baliokide 2012an; Espainiako estatuko ziklo konbinatuko parkearen batezbestekoa, 2013an, 988 ordu). Zabalgarbiren kasuan, etengabe funtzionatu behar hori onuragarria gertatu zaio, zentrala martxan jarri zenetik jaso baititu Erregimen Bereziko primak eta osagarriak, 2013ra arte. Espainiako estatuan errausten diren hiri-hondakinen hamarrena (gutxi asko) erretzen du Zabalgarbik, baina

Erregimen Berezia erraustegiei ematen dizkien primen herena baino gehiago jasotzen du (19,75 milioi euro 2012an). Izan ere, primasistema horrek 30 euro eman ditu, azken urteotan, sortzen den megawatt-orduko. Zabalgarbiren kasuan, elektrizitate horren %70 gas naturala erretzetik dator, inongo primarik jasotzen ez duten beste ziklo konbinatuko zentral batzuk baino eraginkortasun-maila askoz txikiagoarekin.

Azken urteotan, ordea, nabarmen aldatu da Zabalgarbiri hain onuragarria zitzaion koiuntura hori. Elektrizitate-eskariaren jaitsierak, bate-tik, eta, bestetik, ekoizpen-sarearen tamaina handiegiak (ziklo konbinatuko zentralenak, bereziki), elektrizitatearen prezioa izoztea ekarri du, eta, 2011z geroztik, jaitsiera txiki batzuk ere bai (OMIE, 2013). Bestalde, izugarri igo da Zabalgarbiko lehengai nagusiaren (gas naturala) prezioa: 2004az geroztik, hots, lantegia martxan jarri zutenetik, ia hirukoiztu egin da.

Ziklo konbinatuko zentralen zalantzazko errentagarritasun hori Zabalgarbiren 2012ko balantzean ere nabari da: urte hartan, 34 bat milioi euro jaso zituen Zabalgarbik merkatuan elektrizitatea saldua, hots, ziklo konbinatuan kontsumitutako gas naturalagatik ordaindu zuen zenbatekoa (38,47 milioi euro) baino gutxiago, beraz. Gas naturalaren garestitasuna gorabehera, balantze positiboa izan zuen Zabalgarbik 2012an (1,7 milioi euro), Erregimen Bereziko prima eta osagarriei



esker, batez ere (19,75 milioi euro). 2013an, bertan behera utzi zuen Espainiako gobernuak Erregimen Bereziko prima-sistema, eta kostu txikiagoko beste bat (zehazteke, oraindik) ezarri behar du. Pentsatzekoa da eragin negatiboa izango duela sistema berriak Zabalgarbiren kontuetan.

Honenbestez, gas naturalaren prezioak garesti jarraitzen badu eta elektrizitatearen ez badu nabarmen gora egiten, goitik behera aldatu beharko du Zabalgarbik bere ustiapen-eredua hurrengo urteotan, ekoizpen-eredua ez baita eusgarria ekonomiaren aldetik. Bestalde, Zabalgarbik ekoizten duen elektrizi-

## 2.taula Zabalgarbiko zenbait adierazleren arteko alderaketa

### ZABALGARBI

Efizientzia gordina (%)	43,34
Efizientzia netoa (%)	40,69
CO2 isurketak (2012) (g CO <sub>2</sub> /kWh)	434,5
Jatorri berriztagarriko elektrizitatea (2012) (%)	15
Urteko funtzionalmendu baliokidea (2012) potentzia nominalean (PN) (orduak)	7.056
Diru sarrerak elektrizitatea merkatu handizkarian saltzeagatik (2012) (M €)	34
Konsumitutako gas naturalaren kostua (2012) (M €)	38,47
Régimen Especial delakoaren hobariak eta osagarriak (2012) (M €)	19,75

### ESTATUKO TESTUINGURUA

Ziklo Konbinatu (ZK) baten efizientzia globala	55
Nahaste elektrikoaren CO2 isurketa maila (2013)	236
ZK baten CO2 isurketa maila (REE)	370
Elektrizitate berriztagarria nahaste elektrikoan (2013)	42,4
Estatuko ZKen urteko (2013) funtzionamendu baliokidea PNan	988
Batezbesteko prezioa (2012) merkatu librean (€/MWh)	51,22
Estatu osoko errauste planta guztiekin jasotako hobariak, Régimen Especial-i esker (2012)	52,8

*Iturriak: Zabalgarbi 2013; REE 2013,2014; OMIE 2013; CNE 2012,2013*

tatearen ingurumen inpaktua, ekoiztiko kWh-ko, gainerako elektrizitatearena baino askoz handiagoa da. Horrez gain, hondakinen energia-balorizazioaren ordezkotako estrategiak ere badaude –Gipuzkoan azken urteotan abiarazitakoa, adibidez–, Europar Batasunaren hondakin-tratamendurako irizpideekin batera-garriagoak guztiak ere. Laburbilduz, Zabalgarbiko arazoa konpontzeko biderik egokiena, eusgarriena, zentral hori eraistea litzateke.

***Hego EHko administrazioen helburuak ez dira aski, inondik ere, Europaren xedek betetzeko***

2050erako bide-orrietan Europar Batasunak aitortu duenez, klima- eta energia-alorrean 2020rako jarritako helburuak ez dira aski klima-aldaketari aurre egiteko. “20-20-20” goiburua laburtzen ditu xede horiek: %20 murriztu behar dira emisioak 1990eko kantitatearekin alderatuta; jatorri berriztagarriko energien %20ko ekarpena egin behar da azken kontsumoan, eta %20ko aurrezpena energia-kontsumo gordinean, hots, hornidura primarioaren %14,3ko murrizketaren baliokidea, 2005ekoarekin alderatuta.

Hego EHko administrazioek, berriz, entzungor egiten diete Europatik datozen irizpideei. Gure errenta-mailak eta azken kontsumoa, per capita, Europako batezbestekoak baino han-

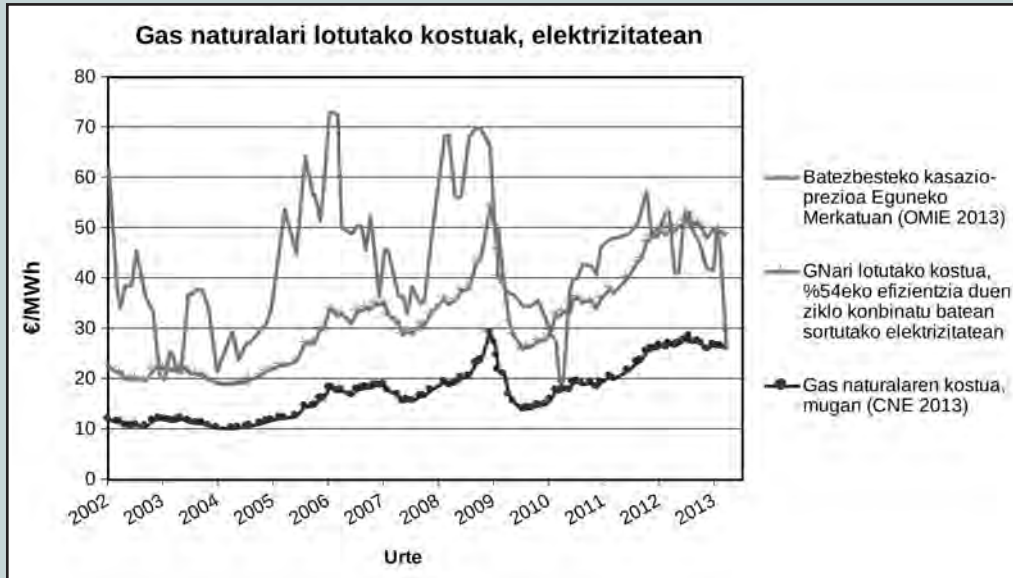
diagoak diren arren, Nafarroako gobernuak aurreikusten du 2020an 2005ean baino %10,2 handiagoa izango dela kontsumoa herrialde horretan; Eusko Jaurlaritzaren aurreikuspenen arabera, berriz, 2020an 2005ean baino %8,2 handiagoa izango da kontsumoa EAEn. Bestalde, Hego EHko administrazioek ez dute aurreikusten BEGen emisio-murrizketa garrantzitsurik: Nafarroako gobernuak aurreikusten duenez, emisio-maila, 2020an, 2009koaren antzekoa izango da (1990eko maila baino %18 handiagoa); Eusko Jaurlaritzak, berriz, %2 jaistea aurreikusten du, 1990eko mailarekiko (2011n ere 1990ekoa baino txikiagoa izan zen emisio-maila, Eusko Jaurlaritzaren zenbaketa-sistemaren arabera<sup>9</sup>). Bereziki deigarria da Eusko Jaurlaritzaren epeltasuna klima-aldaketaren aurkako planei eta helburuei dagokienez, eta, batzuetan, jarrera “negazionista” duela ere esan liteke<sup>9</sup>.

Energia berriztagarriei dagokienez, berriz, Nafarroako gobernuaren xedea, 2020rako, hau da: berriztagarrien bidez hornitzea azken kontsumoaren %32,3 (bide batez, Europar Batasunak ezarritako helburua %20 dela azpimarratzen du). Baina Nafarroako gobernuak ere ez da garbi jokatzeko ari gai horri dagokionez: %20 da EBren Espainiarentzako helburua 2020rako, baina %30 Danimarkarentzako, %34 Austriarentzako eta %49 Suediarentzako. Nafarroan energia berriztagarriek duten hazkunde-aukera ikusirik, ez da onarga-



**4. irudia**

**Gas naturalaren mugako kostua, %54ko errendimendua duen ziklo konbinatuko zentral bateko elektrizitatearen kostuan duen eragina, eta batez besteko kasazio-prezioa Eguneroko Merkatuan (iturriak: CNE 2013, OMIE 2013, geure datu propioak).**



Gas naturalaren prezio-igoerak ziklo konbinatuetako elektrizitate-ekoizpenean izan duen eragina erakusten digu 4. irudiak. Gas naturalaren kontsumoarekin lotutako elektrizitatearen kostua asko igo da azken hamarkadan, batez ere 2007-2008 biurtekoan eta 2010etik aurrera. Kostu-igoera horrek, ordea, ez du ekarri elektrizitatearen prezioaren handitzerik merkatuan, besteak beste geroz eta gehiago erabiltzen delako jatorri berriztagarriko elektrizitatea. 2012tik aurrera, bereziki larria bihurtu da ziklo konbinatuko zentralen egoera.

ria hango helburua eta Espainiako estatukoa berdinak izatea. EAEn dagokionez, azken kontsumoaren %14 da Eusko Jaurlaritzaren xedea. Helburu horretan sartzen da, ordea, bioerregaiak ekoizteko eta kontsumitzeko biomasa-fluxu handi baten sarrera ere. Lehenago ere esan dugunez, oso zalantzarik da bioerregaien iraunkortasuna.

### 3

#### **Energia-eredu iraunkor baten gakoak**

Aurreko ataletan, Hego Euskal Herriko energia-adierazle nagusiak jorratu ditugu, eta azken bi hamarkadetan izan duten bilakaera aztertu. Hego EHko administrazio autonomikoen energia-politikaren ardatzak ere aurkeztu ditugu, eta nabarmen geratu da EBk ezarritako helburuetatik (epelak haiek ere) oso urrun daudela. Hirugarren atal honetan, berriz, gure herriak energia-iraunkortasuna lortzeko behar dituen elementu nagusiak jorrotzen saiatuko gara.

Energiaren zer kontsumo-maila jo daiteke iraunkortzat? Beste ikerketa batean (Bueno, 2010) azaldu genuen, energia berriztagarriaren fluxuak aprobetxatzeko ahalmenari buruzko arrazoizko azterketetan oinarriturik betiere, energia-hornidura iraunkor batek, 2050ean, urtean 1,73 tona petrolio baliokide (tpb) berma dezakeela Lurreko biztanle bakoitzeko<sup>10</sup>.

Askoz ere txikiagoa da kontsumo-maila hori Hego Euskal Herriko egungoa baino (3,1 tpb/capita EAEn; 3,6 tpb/capita Nafarroan). Hala eta guztiz ere, nahiko ote, behar bezala antolatutako gizarte batean, giza garapen-maila altu bat bermatzeko? Energia-kontsumoaren eta munduko herrialdeen giza garapenaren arteko erlazioa erakusten digu 5. irudiak. Grafikoko beheko laukian, ezkerreko aldean (energia-kontsumo txikiak eta giza garapen-maila baxuak) ikusten denez, lotura estua dago energia-kontsumoaren eta garapen-mailaren artean. Lotura hori, baina, lasaitu egiten da gutxieneko energia-kontsumoa gaintzen bada. Hain justu ere, gutxieneko maila hori da (gutxi asko), kalkuluen arabera, hornidura iraunkorarekin bat datorrena. Datu horien arabera, gutxieneko kontsumo-maila bat (bide iraunkorrez hornitzeko modukoa, gutxi asko) ezinbestekoa da giza garapen-maila altu bat bermatzeko (800dik gorako GGMa). Dirudenez, zenbat eta handiagoak energia-kontsumoak, orduan eta altuagoak giza garapenaren mailak. Lotura hori, ordea, ez da hain estua grafikoaren goiko eta eskuinteko laukian, non garapen-maila handiak beste faktore batzuen arabera (klima eta, batez ere, gizartearen barne-egituraketa). Energia-hornidura iraunkor bat (1,7 bat tpb pertsonako eta urteko) aski izan daiteke herritar guztiei bizimodu duina bermatzeko behar bezala antolatutako eta prestatutako gizarte batean.



Proposatzen dugun energia-hornidura iraunkorrari dagokion energia-kontsumoaren maila (per capita) EBko energiaren bide-orriak 2050erako aurreikusten duena baino %20 txikiagoa besterik ez da. Hona hemen bide-orriaren elementu nagusiak:

- Energia-kontsumoa (termino absolututan) jarraituki murriztu behar da, 2050ean %60ra jaitsi arte kontsumo primarioa, 2006koarekin alderatuta.
- Biziki karbonogabetu behar da ekonomia: BEGen emisioa %80 baino gehiago murriztu behar da (%95, beharbada) 1990koarekin alderatuta.
- Batez ere jatorri berriztagarriko energia kontsumituko da, eta elektrizitate-kontsumoa egungoa baino askoz handiagoa izango da, elektrizitatea baita energia berriztagarrien fluxuak atzitzeko modurik egokiena.

Hortaz, gure energia-eredua iraunkorra izan dadin egin beharreko lehenbiziko gauza hau da: nabarmen murriztea, termino absolututan, gure zuzeneko energia-kontsumoak. Hain nabarmena izan behar du murrizketak –%40tik gorakoa hornidura primarioan–, ezen energia eskatzen duten ekonomiako sektore guztiei eragin behar bailieke, gehiago edo gutxiago (industria, garraioa, sektore primarioa, zerbitzuak, etxebizitzak). Energia-eraginkortasunean egiten diren hobekuntzek aukera ematen dute energiaren kontsumo primarioa murrizte-

ko azken kontsumoa jaitsi gabe<sup>11</sup>. Baina hurrengo hamarkadetan kontsumo primarioan egin beharreko murrizketak hain handiak izaki, azken kontsumoan ere egin beharko dira, nahitaez.

### ***Kontsumo-murrizketa garraioan, eraikinetan eta industrian***

#### **Garraio-sektorea**

2011n, garraio-sektoreko azken kontsumoa azken kontsumo osoaren %33,6 izan zen EAEn, eta %38,3 Nafarroan. Europako batezbestekotik (%27,6) edo Alemaniakotik (%24,4) oso gora dabilta portzentaje horiek. Garraio-sektoreko per capita kontsumoa, EAEn, Alemaniakoa baino %23 handiagoa da; Nafarroakoa, berriz, %83 handiagoa. Neurritz kanpoko da, erabat, Hego Euskal Herriko garraio-sektoreko kontsumoa, eta inon diren ahaleginak egin behar dira hura murrizteko. Horrez gain, mendekotasun ia erabatekoa (%94tik gorakoa) du garraioak gai fosilekin egindako erregai likidoekiko (gasolina, gasolioa) eta inportatukoekiko (%98tik gorakoa). Honenbestez, %40tik gora murriztu behar du energiaren azken kontsumoa Hego Euskal Herriko garraio-sektoreak.

Beste azterketa batean (Bueno, 2012b), berriz, EAEko garraio-sektorean energia-kontsumoa eta BEGen emisioak gogotik murrizte-



ko zenbait egoera hipotetiko jorratu ditugu, EAEko administrazioak emandako datu estatistikoaren bidez. Ikerketa horren arabera, kontsumoak eta emisioak %80 murriztea eta, hartara, EBk 2050erako jarritako helburuak betezea bermatuko lukeen egoera hipotetiko bakarra litzateke murrizketa- bide guztiak erabiltzea: hobekuntza teknologikoak –energia-eraginkortasuna areagotzea, garraioa elektrifikatzea, energia berriztagarriko fluxuen erabilera masiboa–, garraio publikoaren alde gogor egitea –barne dela ibilgailu pribatuen partekatzea, carsharingaren eta carpoolingaren bidez, okupazio-tasa handiak bermatzeko– eta, batez ere, ekonomiaren birkokapena, ondasunen eta gizon-emakumeen garraioa murrizteko, termino absolututan. Horrela egin ezean, alferrik da mugikortasun iraunkorraz jardutea.

### Eraikinetako kontsumoa

Europar Batzarren, azken kontsumoaren %36 eraikinetakoa da, publiko zein pribatuetakoa, saltokiak ere barne direla. BEGen emisioen heren bat eragiten du kontsumo horrek. EAEn eta Nafarroan, berriz, azken kontsumoaren %20 da eraikinetakoa (etxebizitzak, zerbitzuak, administrazioa), eta kontsumo horren erdia baino gehiago elektrizitatearena da. Per capita, Europako batezbestekoa (3,2 MWh/cap·urteko) baino txikixeagoa da Hego Euskal Herriko eraikinetako elektrizitate-kontsumoa (3 MWh/cap·urteko). Europar Batzarren, ordea,

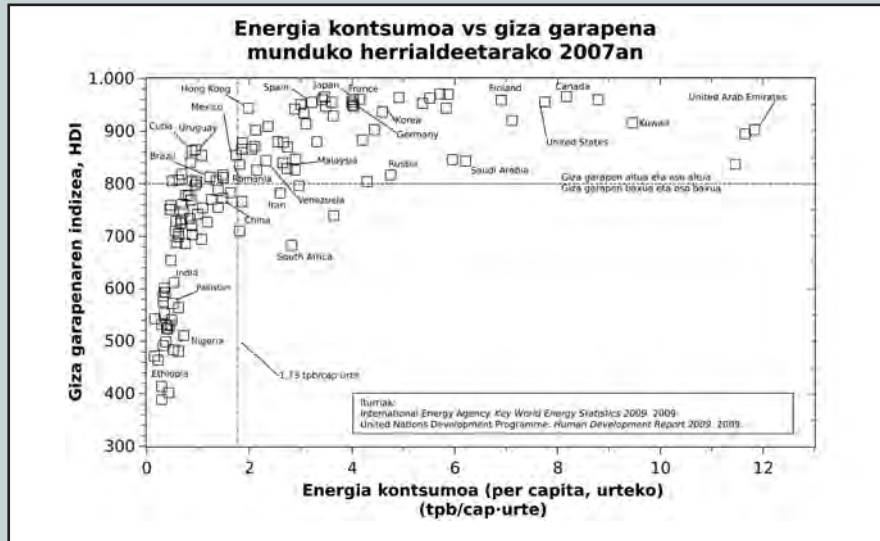
eraikinetako energia-kontsumoaren bi heren berokuntzari dagozkio; gailu elektrikoei, argiteria barne, %15; ur-berokuntzari, %14, eta gainerako %4a janak prestatzeko kontsumoari (EB, 2011c)–. Baina Euskal Herriko eguraldia Europako batez bestekoa baino askoz hobea da. IDAEren kalkuluen arabera, 2011n, Ipar Atlantikoko eremu klimatikoko etxeek berokuntzan gastatzen zuten energiaren %40; %26, argitan eta bestelako gailu elektrikoetan, %22 ura berotzen eta %12 sukaldean (IDAE, 2011). Datu horiek adierazten digutenez, tarte handia daukagu, oraindik ere, eraikinetako azken kontsumoa murrizteko. Europar Batzarreak 2050erako prestatutako egoera hipotetikoek aurreikusten dutenez, %88 eta %91 bitarte murriztu behar dute eraikinetako kontsumoak eragiten dituzten BEGen emisioek. Gainerakoan, ez omen da espero behar murrizketa handirik urte horretarako. 2010/31/EB Zuzentarauak (eraikinetako energia-eraginkortasunari buruzkoa) 9. artikuluan dioenez, 2021etik aurrera energia-balantze ia nulua izan behar dute eraikin berri guztiak, hots, eraikin bakoitzean kontsumitzen den energia guztia eraikin horretan bertan hornitu behar da, energia berriztagarriko fluxuak baliatuz –sistema fotovoltaikoen eta eguzki-sistema termikoen eta sistema geotermikoen bidez– beroa eta elektrizitatea sortzeko. Eraikin publiko berriek are lehenago (2019an) hasi behar dute baldintza hori betetzen.





## 5. irudia

Munduko zenbait herrialdeetako per capita kontsumoaren eta giza garapenaren arteko erlazioa, 2007an (iturria: Bueno, 2007; 2010).



Eraikinetako kontsumoaren karbonogabe-  
tzeak ahalegin handia eskatuko du, honen-  
bestez. EBren aurreikuspen onenak betetze-  
kotan, eguzki-kolektoreekin eta eraikinetako  
estalkietan ekoiztutako elektrizitate berriztaga-  
rriarekin aseko ditugu jana presatzeko eta ura  
berotzeko energia-premien bi heren baino  
gehiago; beste herena, berriz, biomasaren  
kontsumoarekin, gas naturalaren ekarpen txiki  
bat ere tartean dela. Klimatizazioa eta bero-  
kuntzan energia-kontsumoa murrizteko,

berriz, ezinbestekoa da eraikinen energia-eraginkortasuna hobetzea, diseinu eta isolamendu termiko hobeak erabiliz, zenbait ohitura aldatzea ahantzi gabe<sup>12</sup>. Tarte zabala dago, oraindik ere, eraikinetako eraginkortasun termikoa hobetzeko. Aukera-faltarik ez dago (Harvey, 2006).

### Energia-kontsumoa industrian

Industria da, Hego Euskal Herrian, azken energiaren eskatzaile nagusia: azken energiaren %44 kontsumitzen dute industriek (era guztietakoak) EAEn; Nafarroan, berriz, %34,7. Gizarte industrial oso aurreratua da gurea, elektrifikazio-maila handikoa –Europako batezbestekoa baino handiagoa da per capita kontsumoa, baita Alemaniakoa baino handiagoa ere–. Segur aski, etorriko da oraindik ere hainbat hobekuntza teknologian eta energia-eraginkortasunean, zeinen bidez energia-eskari primarioa murrizteko, azken kontsumoa nabarmen jaitsi gabe. Bestalde, industriaren elektrifikazio-maila handiagoak (jatorri berriztagarriko elektrizitate gehiagorekin) lagundu egingo luke ekonomia karbonogabetzen eta,aldi berean, energia-eskari primarioa murrizten<sup>13</sup>. Hurrengo hamarkadetan egin beharreko kontsumo-murrizketak, ordea, hain dira handiak, ezen baitirudi konponbide teknologikoak eta energia-eraginkortasuna ez direla aski izango, garraio-sektorean bezala: murriztu egin beharko da industriako kontsumo absolutua. Horrek, jakina, ikuspegi-aldaketa eskatzen du.

### ***Energia-kontsumoa murrizteko, produktu- eta material-fluxuak gutxitu behar dira***

Energia-kontsumitzaile handia da industria, baina ez dezagun ahantzi zertarako erabiltzen duen industriak energia hori: kontsumitzen dituzten produktuz eta zerbitzuz hornitzeko gainerako sektoreak eta etxeak. Azken batean, zeharkako energia-kontsumoak dira industriarenak, azken kontsumitzaileen produktu eta zerbitzuen kontsumoari lotuak, batez ere etxebizitzetakoari, baina baita administrazioetakoari ere, bai bertan, bai atzerrian.

Industrian zuzeneko energia-kontsumoa gutxitzeko estrategiarik onena da egoki kudeatzea sektore industrialak gizaritari eskaintzen dizkion produktu eta zerbitzuen eskaria. Izugarriak dira azken kontsumitzaileok kontsumitzen ditugun produktuei zeharka lotutako energia-kontsumoak, eta industriakoak etxetako zuzeneko energia-kontsumoak baino handiagoak izan ohi dira<sup>14</sup>. Handiak izaten dira zeharkako kontsumo horiek, baita zuzeneko kontsumo esanguratsuei loturik badaude ere (garraio- edo etxebizitza-sektoreetan, adibidez). Hirugarren taulan dituzue zenbait jarduera edo produktu arrunti dagozkien zeharkako kontsumoak:

- . Etxebizitza baten eraikuntzarekin lotura duten energia-kontsumo guztiak –materialen fabrikazioa (zementua, altzairua,



beste metal batzuk...), garraioa, eraikitze-lanak- etxebizitza horretako zuzeneko energia-kontsumoaren (elektrizitatea, gas naturala...) baliokide izan daitezke hainbat hamarkadaz.

- . Automobil ertain bat egiteko behar den energia automobil horrek 40.000 km ibilita egiten duen kontsumoaren baliokide izan daiteke, eta bere bizitza baliagarri osoan egingo duen distantzia osoaren %10-30ean kontsumituko duenaren baliokide.
- . Espainian per capita eta urteko kontsumitzen diren 175 kilo paper eta paperarekin lotutako beste produktu batzuk egiteko kontsumitzen den energia EAEko etxebizitzetan per capita kontsumitzen den elektrizitatearen bostena baino gehiago izan daiteke.
- . Hiru kideko familia batek urtean batez beste kontsumitzen dituen 150 kg behiki, txerriki eta oilaskoki ekoizteko nekazaritzako industriak behar duen energia-kantitatea (pentsuak egiteko, garraiorako, hozte-sistemarako, aurreprozesaketarako...) familia horren etxeko sukaldean zuzenean kontsumitzen dena baino handixeagoa da.

Sektore industrialak eskaintzen dituen produktu eta zerbitzuen eskaria behar bezala kudeatuz kontsumoa murriztea sekulako

aukera da gure gizarteko energia-eskari primarioa gutxitzeko.

Gure ekonomietara atzeraldia iristen den bakoitzean, lotura berbera atzematen da produktuen azken eskariaren eta energia-kontsumoaren artean. Krisi-garaietan, eskariaren jaitzierak berekin ekarri ohi du, normalean, energia primarioaren eskari-jaitziera handia, jarduera ekonomikoaren murrizketa dela eta; ondorioz, enplegua suntsitzen da, eta langileen bizi-baldintzek okerrera egiten dute. Alde horretatik begiratuta, balirudike energia-kontsumoaren jaitziera kaltegarria dela langileen-tzat.

Baina krisi-garaietako energia-kontsumoaren jaitzierak berekin ekarri ohi duen enplegalera batez ere eskariaren suntsipen desordenatuak eragin ohi du. Suntsipen hori, berriz, sistema ekonomikoaren beste egitura-arazo batzuen ondorio izan ohi da (finantza-alorreko arazoaren ondorio, adibidez, azken hamarkada honetan). Gure zibilizazio honetako ekoizpen-sistemak karbonogabetzera jo behar du, nahitaez, eta energia askoz gutxiago behar duten produktu eta zerbitzuak ekoizti. Ezinbesteko ekoizpen-ereldaketa horretan, sektore batzuk galtzaile izango dira, nabarmen gainera, baina jarduera- eta enplegu-eskari handiko beste sektore eta hobi batzuk sortuko dira (aurrera-go jardungo gara horretaz). Desafio izugarri horiei behar bezala ekiteko, ordenatuki egin behar da ekoizpen-sektorearen ereldaketa,



eta kontrol demokratiko zorrotzarekin, aldaketaren kostuak gizar-teko sektore ahulenen bizkarrera joan ez daitezela.

Ondasun materialen eta zerbitzuen eskaria behar bezala kudeatzea, berriz, aukera ezin hobe da energia-kontsumoak (zeharkakoak eta zuzenekoak) murrizteko. Lehendik ere erabili izan da tresna hori, eta administrazio publikoek erantzukizun handia dute haren kudeaketan:

- Garraio publikoa biziki sustatzeak (batez ere ibilgailu pribatuak partekatzekeko estrategiak; adibidez, *carsharinga* eta *carpooling*<sup>15</sup>) zuzeneko kontsumoaren murrizketa ekarriko luke garraio-sektorean eta, horrez gain, ibilgailu asko kenduko ditu errepideetatik eta murriztu egingo du ibilgailu-parkea. Horrek, noski, energia- eta material-aurrezpen izugarria ekarriko luke.
- Eraikuntza-sektoreak energia-kontsumo izugarriak eragiten ditu, zeharka zein zuzenean. Lurralde- eta hiri-plangintza egoki batek (administrazioen ardurapean, noski), sekulako eragina izan dezake energia-kontsumo totalen murrizketan. Hiri-diseinu trinko batek material- eta energia-eskari askoz txikiagoa dakar eraikin eta azpiegituren eraikuntzan; ondorioz, energia gutxiago beharko da, gerora, haien erabileran eta mantentze-lanetan. Gure etxebizitzetan eta bestela-

ko eraikinetan aplikatu daitezke irizpide hori, baita gure kale eta errepideetan ere.

- Halaber, zenbait jarduera arautu ditzakete administrazioek; besteak beste, doako publizitatearen banaketa, postontzietan, Europako zenbait eskualde eta hiritan egiten duten bezala. Hondakin gutxiago sortzeko prebentzio-politika zabalago batean txertatzen dira neurri horiek. Neurri zorrotzagorik ere har daitezke, eta, kasu batzuetan, baita produktu batzuk debekatu ere (erabilera bakarreko plastikozko poltsak, adibidez, debekatzeko bidean daude Europar Batasunean). Sehzkatik sehzkara (Cradle-to-Cradle, McDonough eta Braungart, 2002) filosofiarekin eta Zero zabor kontzeptuarekin bat dator neurri horiek. Planteamendu horien xedea da, azken batean, materialen zikloak ixtea, ekonomian, eta hondakinaren kontzeptua bera ere ezabatzea. Filosofia hori bera da, funtsean (mugatuago bada ere), Europar Batasunak sustatutako hondakin-hierarkiarena, eta bat dator murriztu, berrerabili, konpondu, birziklatu hierarkia ezagunarekin. Bat dator filosofia horrekin Gipuzkoako Aldundiak eta udalerrri askok hiri-hondakinak kudeatzeko abiarazitako estrategia. Bestelako ingurumen-irizpide batzuk alde batera utzita, zentzuzkoa eta arrazoizkoa da hondakinaren balorizazio ener-



**3. taula**  
**Produktu edo jarduera batzuei dagozkien zeharkako**  
**energia-kontsumoak, gutxi gorabeherakoak**

<b>CONTZEPTUA</b>	<b>ZENBATEKOA</b>
Etxebizitza bat (100 m <sup>2</sup> ) eraikitzeko behar den energia	1 TJ
Kontsumo energetiko zuzena x 27 urte (10,3 MWh/urte, IDAE 2011)	1 TJ
Ibilgailu bat fabrikatzeko behar den energia (maila ertainekoa)	100 GJ
Gasolinaren kontsumoa (7 L/100 km) × 40.000 km	100 GJ
Espainian paperaren kontsumoaren (175 kg/p·u) kontsumo energetikoa	2 GJ/p·a
EAEko etxebizitzetan kontsumo elektrikoa, biztanleko eta urteko	10,8 GJ/p·a
3ko familia batek kontsumitzen duen haragia (50 kg/p·u) ekoizteko behar den energia	4,5 GJ/p·u
Etxebizitzako sukaldeko energia kontsumo zuzena (10,3 MWh/u-tik %12)	4,4 GJ/p·u

*Iturria: Smil, 2008; geure datu propioak*

getikoari uko egitea eta balorizazio materialaren alde egitea; izan ere, balorizatu-tako hondakinen ordezkotako materialen energia-kostua, normalean, hondakin horietatik zuzenean berreskura daitekeen energia baino handiagoa izan ohi da (Bueno et al., 2013).

Elikagaien sektoreak ere zeharkako energia-kontsumo izugarria eragiten du. Hartzen ditugun elikagaiek ematen digute gure bizi-jarduerari eusteko behar dugun energia- eta material-hornikuntza. Egunero gureganatzen dugun materia- eta energia-fluxu hori, ordea, zeharkako energia- eta material-kontsumoak baino askoz txikiagoa da. Ezinbestekoak dira zeharkako kontsumo horiek, baina ezkutuan

geratu ohi dira. Energia-aztarna edo -zama horrek, bestalde, lotura estua du elikadura-motarekin, eta, batez ere, elikadura ekoizteko moduarekin (Pfeiffer, 2006; Roberts, 2009). Energia-inpaktu ikaragarriak eragin ditzake, adibidez, dieta-aldaketak, haragi eta produktu prestatu gutxiagoko dieta batzuk hautatzeak<sup>16</sup>, tokian tokiko produktu ekologikoen kontsumoa oinarri dutela.

Handiak izan daitezke normalean kontsumitzen ditugun produktu eta zerbitzuen energia-zamak. Garraioa da zama horietatik nagusietako bat, gugandik urruti ekoizten baitira, lehengaiak, baita -sarritan- produktuak ere. Ekoizpenaren birkokapenak (ahal den neurrian, eta zeharkako kontsumoen benetako

jaitsiera dakarren sektoreetan) murrizketa handiak eragin ditzake energiaren azken eskarian.

### ***Ekonomiaren birkokapena***

Energia-kostu handiak dakartza berekin globalizazioak. EAEko garraio-sektoreari buruz 2008an egin genuen azterketaren arabera (Bueno, 2012b), merkantzia-garraioari dagokio sektore horretako energia-kontsumoaren %33,6. Kontsumo horren %85 baino gehiago, berriz, EAEko mugak gainditzen dituen merkantzia-garraioari dagokio. Joan-etorrietako askok (%17) Espainiako estatua dute abiapuntu edo helburu, baina nazioartekoak dira garraio-fluxu nagusiak (%70). Gure erkidegoan higitzen den produktu-fluxu handi horrek zuzeneko lotura du gure ekonomiak, azken hamarkadetakako globalizazio-prozesuak direla medio, izan duen irekitze ikaragarriarekin. Merkantziak mugitzeak energia kontsumitzen du: Txinatik Europara (10.000 km) telefono mugikor bat (200 gramo) ontziz garraiatzearen kostua (0,25 MJ/t-km) zazpi bateria-kargaren baliokide da, edo astebeteko kontsumoarena. Garraioa hegazkinez egiten bada, berriz, (15 MJ/t-km), kontsumitzen den energia telefonoak urtebetean kontsumitzen duen elektrizitatearen baliokide da (bateria 400 aldiz kargatzea). Energiaren aldetik itsasontzi bidezko garraioa izan arren eraginkorrena, kontinente batetik bestera elikagaiak garraiatzeak daka-

rren energia-kostua elikagaien energiaren hamarrenaren baliokide izan daiteke. Kostu handi horiek, bestalde, jatorri fosileko erreagaiak dituzte euskarri nagusi. Oso merkeak eta, maiz, diru publikoz lagunduak izaten dira erregai horiek (gasolioa, kerosenoa...), eta ez dituzte berenganatzen haien kontsumoari eta agortzeari dagozkien ingurumen-kostuak.

Ekonomiaren globalizazioak beste arazo bat ere eragiten du, eta zaildu egiten du ekoizpen-sistemaren iraunkortasunik ezari aurre egitea. Herrialde bakoitzak inportatzen eta esportatzen dituen produktuek eta zerbitzuek ingurumen-kostu batzuk dituzte (energia-kostuak, besteak beste). Normalean, ahaztu egiten dira kostu horiek azken kontsumoko lekuetan. Azken hamarkadetan, herrialde garatuenek bazterrerara utzi dituzte ingurumen-karga handieneko prozesu industrialak, eta ekonomika-ren sektore immaterialenei eutsi diete, produktuari balio erantsi handiagoa ematen dietenei. Hori dela eta, garapen-maila eskasenerako herrialdeetara eraman dira ingurumen-zama handienak eta energia-kontsumo industrial gehiena. Zama horien parte handi bat, ordea, azken produktuen hartzaile diren herrialdeei esleitu behar litzaieke, energiaren eta BEGen emisioen kontabilitateetan<sup>17</sup>. Horrela ez egiteak sinplifikatu egiten du nazioarteko estatistiken prestakuntza, baina, batez ere, ezkutatu egiten ditu era guztietako ingurumen-inpaktuak, nazioarteko merkataritzaren bidez inpor-



tatzen diren produktu, zerbitzu edo lehen-gaien fabrikazioari edo hornidurari dagozkienak.

Oso zaila da –ezinezkoa, kasik– nazioarteko merkataritza-fluxuetako produktuen ingurumen-kargaren jarraipena egitea, eskala handian bederen. Dena den, ikuspegi alternatibo batzuek aukera ematen dute, herrialdeetako input-output taulen azterketa eginda, nazioarteko merkataritzaren ingurumen-kargaren gutxi gorabeherako kalkulua egiteko. Lau garren taulan dituzue 1995 eta 2008 artean Europar Batasuneko eta Espainiako nazioarte merkataritzari dagozkion ingurumen-aztarnei buruz Arto et al.-ek (2012) egindako azterketa-eren emaitza batzuk.

Azterketa honek ez du jasotzen, berariaz, estatuen nazioarteko merkataritzari dagokion energia-aztarna, baina BEGen emisio-aztarnaren kalkulua egiten du. Erregai fosilen kontsumoari estu loturik dago aztarna hori. Ikerketako datuen arabera, Espainian, 1995ean, herrialde horretako biztanleen zuzeneko emisioei zegokien %123 zen BEGen emisio-aztarna, nazioarteko merkataritzari zegokiona ere barnean hartuta. 2008an, berriz, %145era igoa zen ratioa, hots, Espainian urte hartan egin zen produktuen azken kontsumoak %45eko igoera zeraman berekin, mugaz haraindiko BEGen zeharkako emisioak zirela eta. Nazioarteko merkataritza aintzat hartuz gero, askoz handiagoa izan ohi da beste kontzeptu

batzuegatiko aztarna ere (ur- eta material-kontsumoa, lurraldearen ustiapena...).

Honenbestez, Hego Euskal Herriko benetako aztarna ekologikoa zenbait adierazlek (azken energia-kontsumoa, BEGen emisioak) diotena baino askoz handiagoa da. Globalizazio ekonomikoak deslokalizatu eta ezkutu egin ditu herrialde garatuenean sortutako ingurumen-zamak, izugarriak. Ekonomia behar bezala birkokatuz gero, ordea, hobeto ikusiko genituzke gure ingurumen-zamak, eta murriztu egingo genituzke nazioarteko garraioak eragiten dituen inpaktuak.

### *Energia-hornidura iraunkorra*

Erregai fosilen agortzeak –petrolio eta gas ez-konbentzionala ustiatuz konpentsatu ezinezkoa– eta klima-aldaketari aurre egiteko CO<sub>2</sub>-emisioak murrizteko premiak jatorri fosileko geroz eta energia gutxiago kontsumitzera behartzen gaituzte. Etorkizunean, gure energia-premiak iraunkorki asetzeko, energia berriztagarrien fluxu geroz eta handiagoa kontsumitu beharko dugu: eguzki-energia, eolikoa, itsaso eta ibaietako energia, geotermikoa eta biomasa (Bueno, 2007).

2011n mundu osoko hornidura primarioan energia berriztagarriek eta jatorri berriztagarriko elektrizitateak zuten portzentajea ikusten da 6. irudian (IEA, 2013), batetik; bestetik, 3. atalean (Energia-eredu iraunkor baten gako-



ak) 2050erako energia-hornidura iraunkorrerako aukera gisara aurkezten genuen bidea (Bueno, 2010).

Testuinguru iraunkor batean (energiarigara), energia berriztagarria besterik ez gendut kontsumitu behar, kasik (gure proposamenaren arabera, energia osoaren %92, 2050ean). Energia berriztagarriko bi fluxu primario ditu Lurrak. Energia geotermikoa dugu horietako bat, Lurraren nukleoan atomo erradioaktiboen fisio atomikoko prozesuek sortzen dutena, alegia. Fluxu geotermiko horrek mugiarazi egiten du gure planetako plaka-sistema tektonikoa, eta bero gisara atzi daiteke, partzialki. Elektrizitate ere bihur daiteke, tenperaturak behar bezain altuak badira. Gure planeta honetako bigarren energia-fluxu primarioa (aipatu berri duguna baino askoz ere handiagoa) eguzkitik jasotzen dugun erradiazioa dugu. Eguzki-erradiazioaren jatorria izar haren nukleoan hidrogeno-atomoen fusioan dago. Zuzenean elektrizitate bihur daiteke erradiazio hori, sistema fotovoltaikoen bidez. Kolektore termikoen bidez ere atzi daiteke, eta beroa sortzeko erabili, edo ura zein beste fluidoren bat berotzeko. Tenperaturak behar bezain handiak badira, elektrizitatea sortzeko ere erabil daiteke eguzkiaren energia termikoa (hala egiten da zentral termosolarretan). Eguzki-energiaren ondorio dira, halaber, hai-zeak, olatuen higadura eta ibailetako ur-fluxua. Energia-fluxu natural horietatik energia meka-

nikoa (eta, handik, elektrizitatea) eskuratzeko teknologiak ekarri dizkigu zibilizazioak, zenbait gailuren bidez: aerosorgailuak, turbinak, motorrak...

Energia kimiko gisara ere atzitzen dute eguzki-erradiazioa, fotosintesiaren bidez, landareetako ehun berdeek eta beste organismo batzuek. Bestalde, biomasa deitzen zaie energia-iturri gisara erabiltzen diren izaki bizidunen (animaliak zein landareak) materia organikoren hondakinei. Eguzki-energia metatzen duen materia-fluxu bat izaki, elektrizitatea baino errazago biltegitratzen da biomasa, eta argia, beroa, energia elektrikoa eta erregai likidoak (bioerregaiak) sortzeko erabiltzen da.

Testuinguru iraunkor batean, elektrizitatea izan behar luke kontsumitzen den energiaren parte handi batek. Gure kalkuluen arabera, Energiaren bide-orria, 2050 txostenak gomentatzen duen portzentajea (Europako azken kontsumoaren %40) baino handiagoa (%65, 6. irudia) izan behar luke elektrizitate-kontsumoak. Hona hemen zergatik izan behar duen nagusi elektrizitate berriztagarriak nahaste elektriko iraunkor batean: energia berriztagarriko fluxu handienak elektrizitate gisara ustiatzen direlako ondoen. Jatorri berriztagarriko elektrizitatea sortzen dute sistema fotovoltaikoek, aerosorgailuek, presa hidroelektrikoek eta zentral termosolar handiek. Elektrizitate horrekin beste energia-bektore batzuk ekoizteak (hidrogenoa, adibidez) galera handiak





**Ingurumen-inpaktu totalaren eta tokian tokikoaren arteko erlazioa, Europar Batasunean eta Espainian, 1995-2008 epean, hainbat alorretan**  
**Nazioarteko merkataritza barne hartzen duen azterna zati Inpaktu lokala (isurketak, kontsumoa...) (%)**

	EUROPAKO BATASUNA		ESPAINIAR ESTATUA	
	1995	2008	1995	2008
BEG isurketak	%115	%132	%123	%145
Lurraldearen erabilera	%213	%222	%169	%196
Materialen kontsumoa	%132	%149	%141	%152
Ur kontsumoa	%152	%175	%147	%149

*Iturria: Arto et al., 2012*

eragiten ditu eraldatze-prozesuan eta, gainera, biltegitratze- eta garraio-arazoak elektrizitatearenaren parekoak dira ia. Etorkizunean geroz eta gehiago erabiliko diren arren hidrogenoa eta beste erregai sintetiko batzuk, elektrizitatearen ekoizpena, garraioa eta kontsumoa izango da, seguruenik, energia-sistema iraunkor baten giltzarria, dagozkion abantaila eta desabantaila guztiekin. Hala diote, behintzat, gai horri buruzko zenbait azterketa prospektibok (Greenpeace, 2012; WBGU, 2004).

**Energia-eredu iraunkor baten sistema elektrikoa**

Sistema elektrikoak eginkizun funtsezkoa du energia-eredu iraunkor batean. Horretarako, baina, goitik behera aldatu beharra dauka egungo sistema elektrikoak.

Gure zibilizazioaren azpiegiturarik handiena eta hedatuena da, zalantzarik gabe, sistema elektrikoa. Duela oso gutxira arte, erregai fosilak erretzen zituzten zentral termoelektriko handietan ekoizten zen gure gizarteek kontsumitzen zuten elektrizitaterik gehiena, eta, neurri txikiagoan, zentral nuklearretan eta presa hidroelektrikoetan, tamaina handikoak horiek ere. Arrazoi ekonomikoek eta teknologikoek

bultzatuta, zentral handiak eraiki izan dira, jarduera betean ekoitz dezaten elektrizitatea. Instalazio horiek osatzen dute elektrizitatea sortzeko parkea. Azken mende honetan, elektrizitate-sareen azpiegitura bat ere (garraio-eta banaketa-sareak deritzegunak) sortu du zibilizazioak, zentraletan ekoiztako elektrizitatea banatzeko eta azken kontsumitzaileengana eramateko, hau da, industriara, etxeetara eta saltokietara. Mugaz gaindiko konexioak izan ohi dituzte sare horietako askok.

Elektrizitatea eskala handian biltegiratu ezin denez, une jakin batean ekoizten den elektrizitatearen eta une horretako azken eskariaren arteko sinkronizazio doi-doia eskatzen du sistema elektrikoaren funtzionamenduak. Hori dela eta, sistema elektrikoa dugu, seguruenik, funtzionamendu zentralizatuena duen azpiegitura industrialia.

Energia berriztagarriaren fluxuetan oinarritzen den sistema elektriko iraunkor batek, ordea, sistema elektriko konbentzionalarekiko oso desberdinak diren ezaugarriak ditu. Hona hemen ezaugarri horien aurkezpena.

#### a) Sistema elektriko deszentralizatuago bat

Sistema elektriko berrian, zentral termoelektriko handiak (ikatzeko zentralak, nuklearrak, ziklo konbinatukoak) kendu eta, haien ordez, energia berriztagarria ekoizten duten unitate askoz gehiago –eta, oro har, tamaina askoz

txikiagokoak– eraiki behar dira, pixkanaka. Unitate horietako askotan, bestalde, lekuaren eta unean uneko eguraldiaren arabera –zenbat eguzki dagoen, haizerik bada-bilen...– izango da ekoizten den elektrizitate-kantitatea; parke eolikoetan eta sistema fotovoltaikoetan, adibidez. Ekoizpen-sistema berriztagarri asko ez dira erregulagarriak, ekoizten duten elektrizitate-kantitatea murrizteko ez bada.

Elektrizitatea eskala handian biltegiratzeko zailtasun handia –salbuespen bakarra ponpatze-sistemak dira, non sistemaren soberan dagoen elektrizitatearekin betetzen diren ibaian gora dauden urtegiak–, energia berriztagarria ekoizteko zentralen kopuru- eta tamaina-ugaritasuna, batetik, eta, bestetik, ekoizpen hori erregulatzeko ezintasuna direla-eta, askoz ere sare eta kudeaketa-mekanismo malguagoak beharko dira elektrizitate berriztagarriaren aldakortasunari egokitzeko. Komunitate zientifikoaren iritziz, egingarria eta bideragarria da hori, teknologiari dagokionez, baina, horretarako, ikertu egin beharko da, egungo azpiegiturak egokitu eta obra berriak egin (Boyle, 2009).

Sistema elektriko berriaren arkitektura eta funtzionamendua oso desberdina izango da egungoarekiko, eta sistemaren eragile nagusiek ere aldatu beharra izango dute. Pixkanaka, eraitsi egin beharko dira energia ekoizten duten zentral nuklear eta jatorri fosi-



leko termoelektrokoak (3.700 gigawatteko ahalmena munduan, 2010ean), eta indarra galduko dute erregaia (gas naturala, ikatza, uranio aberastua) hornitzen duten enpresek. Bestalde, energia berriztagarriko zentral ugari eraiki beharko dira, askoz txikiagoak. Instalazio berriztagarri horiek era banatuan injektatuko dute elektrizitatea sareetan. Eraikinetako eta nabe industrialetako estalkietan jarritako sistema fotovoltaikoak izango dira instalazio berrietako asko –2012an, 100 gigawateko ahalmena zegoen instalatuta mundu osoan–; parke eolikoak ere ugaltu egingo dira (2013an, ia 300 gigawatt eoliko zeuden munduan, gehienak lurrian eta, geroz eta gehiago, baita itsasoan ere, sakonera txikiko plataforma kontinentaletan; besteak beste, Ipar Itsasoan azkeneko hamarkadan jarritakoak). Etorkizun hurbilean, baliteke aerosorgailuak plataforma flotagailuetan jartzea, plataforma kontinentalik gabeko kostetatik hurbil; Euskal Herrian, adibidez. Eguzki-erradiazio gehien jasotzen duten inguruetan, berriz, tamaina handiko instalazio fotovoltaikoak eta termosolarrak jarriko dira, egungo zentral termoelektrokoak baino txikiagoak betiere.

Energia berriztagarrien potentziala ez dago homogeenoki banatuta. Europan, adibidez, Ipar Itsasoan dago potentzial eoliko handiena; eguzkiarena, berriz, Mediterraneo aldean. Hala eta guztiz ere, Alemaniak, esate baterako, 30 gigawateko parke fotovoltaikoak du

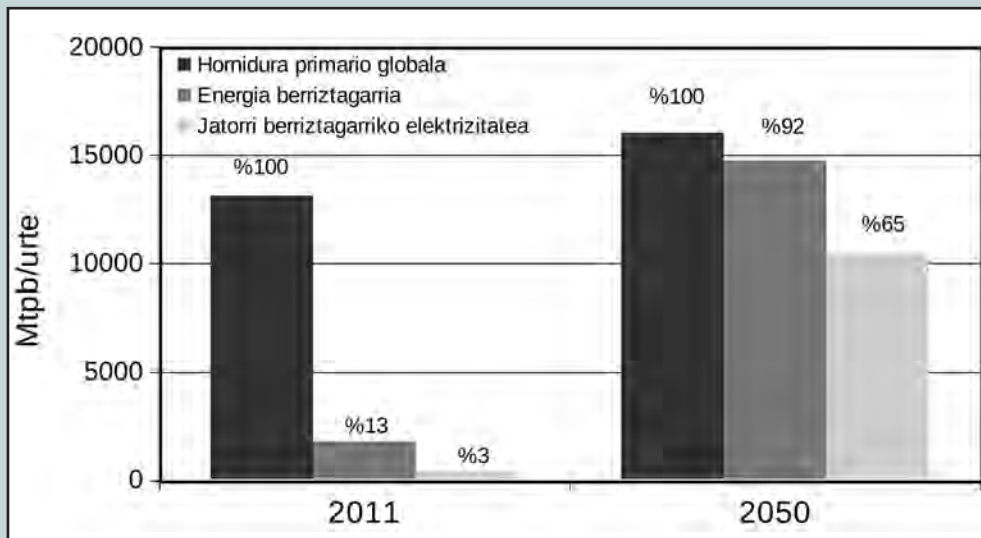
jada, Italiakoa (16 GW) eta Espainiakoa (5 GW) bat eginik baino handiagoa. Euskal Herriak, bestalde, fluxu eoliko ustiatzeko aukera izan dezake, ahal duen neurrian. Energia berriztagarriaren fluxuen aldakortasunari eta osagarritasunari ekiteko, areagotu egin behar da eskualdeetako elektrizitate-sareen arteko konexioa. Horretarako, eragile batzuek “supersareak” deritzetenak eraiki beharko dira (Fulli, 2011; Greenpeace, 2013). Supersare horiek garraiatuko dute Ipar Itsasoko parke eolikoetan eta Europako hegoaldeko eta Afrikako iparraldeko eguzki-instalazioetan ekoizten den elektrizitatea, oso tentsio handiko korrante zuzeneko lineetatik, Europako kontsumo-gune nagusietara.

#### b) Ustiapen-eredu publikoa eta tokian tokikoa

Energia-sistema iraunkor batean energia berriztagarriak ustiatzeko ereduaz jardungo gara atal honetan. Egungo sistemak konpainia handiak ditu oinarri. Konpainia horien esku egon da, beti, elektrizitate-alorreko negozio osoa, eta bertikalki kudeatu dute: elektrizitatearen ekoizpena (zentral handietan), garraioa, banaketa eta merkaturatzea. Sistema berrian, ordea, sare elektriko osoan energia berriztagarria ekoizten duten unitate ugarietako eragileek izan behar lukete nagusi. Instalazio horien iraunkortasuna bermatzeko, izan ere, funtsezkoa da eragile horiek lotura estua iza-



**6. irudia**  
**Energia-hornidura primarioa munduan, 2011n (IEA, 2013)**  
**eta iraunkorra 2050ean (geure datuekin egina).**



2011n mundu osoko hornidura primarioan energia berriztagarriek eta jatorri berriztagarriko elektrizitateak zuten portzentajea ikusten da 6. irudian (IEA, 2013), batetik; bestetik, 3. atalean (Energia-eredu iraunkor baten gakoak) 2050erako energia-hornidura iraunkorrerako aukera gisara aurkezten genuen bidea (Bueno, 2010).

tea jarduten diren eta hornitzen duten lurraldearekin: tokian tokiko kapitala duten enpresa pribatuak, kooperatibak, eta, batez ere, toki-administrazioen kapitala duten jabetza publikoko enpresak.

Ezinbestekoa eta funtsezkoa da norberaren lurraldearekiko atxikimendu hori. Ez dezagun ahanzi “berriztagarria” ez dela “iraunkorren” ez sinonimo, ez berme. Energia berriztagarriaren fluxuak atzitzeak eta ustiatzeak ere



eragiten ditu inpaktuak ingurumenean eta gizartean. Erregai fosilen edo energia nuklearraren kontsumoak eragiten dituen inpaktuak ez bezalakoak dira berriztagarrienak eta, kasu askotan, nabarmen txikiagoak, baina ez hu-tsaren parekoak. Lehenik eta behin, fabrikatu egin behar dira jatorri berriztagarriko elektrizitatea ekoizteko gailuak –sistema foto-voltaikoak, aerosorgailuak, linea elektrikoak–, dagozkien inpaktuekin; bestetik, gailu horien funtzionamenduak lurraldearen erabilera eskatzen du (handia, batzuetan; horra, adibidez, parke eolikoak eta eguzki-instalazioak, eta, jakina, urtegiak). Horregatik, bada, energia berriztagarria ekoizteko instalazio berriak martxan jarri aurretik, ebaluatu egin behar dira sortzen dituzten inpaktuak eta jartzen diren inguruetako herritarren ikuskaritza eta kontrol demokratikoaren pean jardun behar dute.

Energia berriztagarria ekoizteko instalazioen izaera publikoa –edo eredu kooperatiboaren arabera– funtsezkoa da herritarrek instalazio horiek kudea ditzaten eta, aldi berean, irabaziak instalazioek zuzenean eragiten dieten komunitateetan inberti daitezen. Interes-gatazkak (saihestezinak) hobeto konpontzeko eta instalazio industrial ororen kostuen –instalazioen ingurumen- eta gizarte-inpaktuak– eta irabazien –energia-hornidura, batez ere, baina baita enplegu-sorrera ere– arteko oreka lortzeko balio behar du horrek guztiak.

Bestalde, fluxu naturaletatik elikatzen direnez, instalazio berriztagarriak ez dira erregaiak hornitzeko sareen (gero eta garestiagoak) mendeko. Autonomia handi horri esker, oso egokiak dira jabetza publikoaren formatupean ustiatzeko, eta garrantzizko faktore izan daitezke herritarren partaidetza areagotzeko eta ekonomia birkokarazteko.

### c) Sare adimendunak

Sare adimendunak (smart grids) ere garrantzizko osagaiak ditu sistema elektriko berriztagarri batek. Esana dugu lehendik ere elektrizitate berriztagarriaren ekoizpenak (eta haren izaera gehienbat banatuak) konplexutasun handiagoa dakarkiola sistema elektrikoaren kudeaketari. Sare adimendunaren kontzeptuak berekin dakar informazio- eta komunikazio-teknologiak erabili beharra azpiegitura elektrikoaren zaintza-, kontrol- eta komunikazio-sistemetan. Ekoizpen-unitateen konexioa eta jarduera hobetzen lagundu behar dute sare adimendunek, tamaina, teknologia eta funtzionamendu-ezaugarri askotakoak baitira unitateak, eta, hala, elektrizitate-hornikuntzaren kalitatea eta fidagarritasuna bermatu.

Energia berriztagarriaren ekoizpenaren aldakortasuna dela eta, elektrizitatearen azken kontsumitzaileen nolabaiteko kontrol-maila ere eskatuko du sistema elektriko berriak. Aukera eman behar du sare adimendunak egungo sistema elektrikotik, non konpainia



komertzializatzaileek ez dakiten zehazki ezta zer energia ari diren kontsumitzen ere une jakin batean bezeroak, beste batera aldatzeko. Sistema berri horretan, sare osoko kontsumoa kontrolatzeko aukeraz gain, unitate horietako batzuen kontsumoa kontrolatzeko nola-baiteko gaitasuna ere izango du sareak. Jarraituki funtzionatu beharra daukaten zentrez ari gara; etxebizitzetako eta industriako hozte-unitateez, adibidez, edo argiteriaz, ibilgailuen eta beste gailu batzuen bateriak kargatzeko sistemaz, ekipo industrial batzuez... Hortaz, ezinbesteko tresna dira sare adimendunak elektrizitate-eskariaren mekanismoak kudeatzeko. Mekanismo horiek, berriz, nahitaezkoak dira sistemako elektrizitate-ekoizpenaren eta eskariaren arteko doikuntza ahalik eta egokiena egiteko.

Bestalde, elektrizitate gutxiago kontsumitu nahi bada, lehenik eta behin zenbat kontsumitzen dugun jakin behar dugu, non kontsumitzen dugun –zer jardueratan– eta nola –zer eraginkortasun-mailarekin–. Sare adimendunek emango diete elektrizitate-kontsumitzailei kontsumoa murrizteko eta eraginkortasuna areagotzeko ezinbestekoa duten informazioa.

### **Enplegu-hobiak energia-sistema iraunkor berrian**

Prozesu luzea izango da egungo energia-sistema beste batera (iraunkorra, energia berriztagarriaren fluxuen aprobetxamenduan oinarritua ia erabat) aldatzekoa, eta ondorio izugarriak izango ditu sektore elektrikoan, zeina goitik behera eraldatu beharko den. Nazioarteko Energia Agentziaren Politika Berrietako eszenarioak (IEA, 2012b) aurreikusten duenez, 2012-2035 pean 16,9 bilioi dolarreko inbertsioa beharko du munduko sektore elektrikoak, Europar Batasunaren urte osoko barne produktu gordinaren zenbatekoa (12,9 bilioi 2012an) baino handiagoa. IEAren kalkuluen arabera, tarte horretan energiaren sektoreak beharko duen inbertsio osoaren %45 da inbertsio hori. Ez du aurreikusten IEA haustura erradikalik energia fosilekiko, eta iragartzen du sektore elektrikoaren inbertsioen %22 ekoizpen nuklearrari eta jatorri fosilekoari loturik egongo dela. Energia berriztagarrien sektorean, berriz, are inbertsio handiagoa egin beharko litzateke (%35,5), baita elektrizitatearen garraioan eta banaketan ere (%42,5). IEAren kalkulu horrek, bestalde, sekulako inbertsioa (2,8 bilioi dolar) aurreikusten du Europar Batasuneko sektore elektrikoan.

Greenpeacek bere Energy [R]evolution proiektuan (Greenpeace, 2012) eginiko aurreikuspenek ere diote inbertsio izugarriak egin beharko direla munduko energia-sektorean:



20,1 bilioi dolar 2020ra arte, eta 50,4 bilioi dolar 2050era arte. Azterketa horren arabera, 2030ean, mundu osoko azken energia-konsumoaren ia %90 jatorri berriztagarrikoa izan daiteke –elektrizitatea, horren %40 baino gehiago–, eta sektore horretako enpleguaren %65ek zuzeneko lotura izango luke energia berriztagarriko fluxuen ustiapenarekin. Zehazki adierazita, 18 milioi laguni baino gehiagori emango lieke lana, mundu osoan, energia-sektoreak, erregai fosilen nagusitasun eustezi-na izango luketen beste eszenario batzuetan baino %17 gehiagori, aurreikuspen horien arabera.

Energia-eredu iraunkor berri horrek diru-inbertsio ikaragarriak eskatuko dituen arren, dirutza horiek ez dira izango gure zibilizazio honek erregai fosilak diruz laguntzeko erabiltzen dituen baino askoz handiagoak. IEAren kalkuluen arabera, 0,54 bilioi dolar gastatzen dituzte estatuek erregai fosilen kontsumoa diruz laguntzen (IEA, 2013c), hau da, IEAk sektore elektrikorako aurreikusitako inbertsioen urteko kostuaren hiru laurden, gutxi asko.

Nazioarteko zenbait agentziaren (IEA, Greenpeace...) eta beste ikerketa-zentro batzuen prospekzio-ariketen metodologiek zenbait egoera hipotetiko (energiaren eremukoak, kasu honetan) jorratzen dituzte, zenbait suposizio sozioekonomiko, teknologiko eta abar abiapuntu harturik. Suposizio horietako asko ez dira izaten ez neutralak, ez desinteresa-

tuak, eta oso arbitrarioak ere izan ohi dira; adibidez, hazkunde ekonomiko jarraitua (ez iraunkorra) aldarrikatzen dute, edo pobrezia-aren aurkako borroka, edo klima-aldaketa leuntzeko estrategia eraginkorren bat. Metodologia horien eta “sortzen” dituzten egoera hipotetikoaren helburua da, hain justu ere, egoera hipotetiko horiek egingarri (gehiago edo gutxiago) bihurtzea eta horretarako ekintzak planifikatzea. Prospektiba energetikoa, honenbestez, planifikazio energetikoaren elementu nagusietako bat da, eta halakotzat hartu behar da. Testuinguru horretan, deigarria da ariketa prospektibo hain desberdinek (kontrajarriak ere, zenbait arlotan), IEArenak eta Greenpeacerenak, alegia, munduko energia-sektorean hurrengo hamarkadetan inbertsio hain izugarriak egin beharra dagoela aitortzea, batez ere sistema elektrikoarekin eta energia berriztagarriaren fluxuen aprobetxamenduarekin lotura duen sektorean.

Argi askoa da horren zergatia: edozein dela ere egoera hipotetikoa, energiaren sektoreak sistema produktiboaren bizkarrezur eta euskari izaten jarraituko du. Erregai fosilen agortzeak (geldiezina) eta energia-azpiegituren berritzeak (saihestezina) energia berriztagarrietan inbertitzera behartzen gaituzte. Euskal Herriarentzat, sekulako aukera da hori.

Gure zibilizazio honetan energia-eredu iraunkor eta berri bat martxan jartzeko, energia berriztagarrien fluxuak eta haiak atzitzeko



eta eraldatzeko azpiegituz gain, beste zer bat ere beharko da, elementu immaterial baina ezinbesteko bat, aberastasuna sortzeko berebiziko ahalmena duena: alternatiba iraunkor hori martxan jartzeko behar den ezagutza. Energia berriztagarriaren fluxuak aprobetxatzeko behar diren teknologien ikerketa, garapen eta fabrikazioa du lehenbiziko urratsa ezagutza horrek, baina askoz harago du jomuga: bete-betean eragiten die sare elektrikoaren funtzionamenduari eta energia-ekoizpen aldakor eta banatura egokitzen diren teknologia eta azpiegituren garapenari, baita sare elektriko adimendun berrien garapenari eta martxan jartzeari ere, non bat egin beharra daukaten teknologia energetiko eta elektrikoek, batetik, eta elektronikoek, informazioek eta komunikazioek, bestetik. Funtsezkoa da, halaber, energia-eraginkortasunaren hobekuntzarekin lotura duen ezagutza guztia. Gainera, zeharkakoa da ezagutza hori guztia, sektore industrial askori baitagokie: etxe-erakuntzari, azpiegiturei eta ibilgailuei, elektrikoek batez ere.

Iraunkortasunarekin lotura duen ezagutza berriaren garrantzia, baina, ez datza bakarrik alor teknologikoan, eta arlo sozialean ere izugarria du. Adierazle berriak beharko dira –ekonomikoez gain– giza jardueraren iraunkortasuna behar bezala ebaluatzeko. Finantziatzen berriak ere beharko dira, eta iraunkortasun-irizpideak zerga-politikan. Bestalde,

iraunkortasunaren alderdi soziala zainduko bada, partaidetzazko eta informazioz ongi hornitutako prozesu demokratikoen bidez egituratu behar da energia-sistema berri eta iraunkorra, eta horretarako ere bitarteko ugari erabili beharko da, giza baliabideak batik bat.

#### 4

### **Energia-eredu iraunkor batek Euskal Herrian dituen mugak eta desfioak**

Energia-fluxu ikaragarria da eguzkiarena, eta iraunkorki aprobetxatu behar dugu gure premiak asetzeko. Aprobetxamendu horrek, ordea, baditu bere mugak ere, eta oso konputan izan behar dira Euskal Herrirako energia-sistema iraunkor baten diseinu eta eraikuntzari buruzko eztabaidan.

#### ***Biomasaren energia-aprobetxamendua***

Biomasaren aprobetxamendu energetikoak argi asko erakusten dizkigu energia berriztagarriaren fluxuak iraunkorki ustiatzeak berekin dakartzan mugak eta desfioak. Lehenago azaldu dugunez, energia-iturri gisara erabiltzen den materia organikoa (landare-jatorrikoa, normalean) da biomasa. Landareek fotosintesiaren bidez atzitzen duten eguzki-energia biltegitratzen du biomasak.

2009an, Errigoitin (Bizkaia) basoko biomasarekin elektrizitatea ekoizteko zentral bat egi-





tea pentsatu zuten. Proiektu haren azterketak ederki erakusten ditu energia-sistema iraunkor batek aurkituko dituen mugak, batez ere biomasa erabiltzen badu. Errigoitiko basoko biomasazko instalazio-proiektuak (Eusko Jaurlaritza, 2014) 22 MW-eko kapazitate elektrikoko zentral termiko bat egitea proposatzen zuen. Urtean 8.000 orduz funtzionatzea aurreikusten zen, eta 176 GWh elektrizitatea ekoiztea, hots, Bizkaiko etxebizitzek 2012an kontsumituko zuketuen elektrizitatearen %11,5. Urtean 50 ktpb biomasa erreko zituzkeen, egin izan balitz, zentralak, eta errendimendu nahiko eskasa (%30) izango zukeen.

50 ktpb biomasa 120.000 tona egur lehorren baliokide dira, gutxi asko. Oso zaila da basoko biomasaren potentzial iraunkorra kalkulatzeko (WBGU, 2009). Zenbait ikerketaren arabera, urteko eta hektareako tona petrolio baliokide baten parekoa da, gutxi gorabehera (Reijnders, 2006). Otxandioko udalak agindutako azterketa batek (2012), berriz, hektareako eta urteko 0,2 tpb-ra murrizten du inguruko mendi publikoek eman dezaketuen biomasa iraunkorraren hornidura. Urtean hektareako 1 tpb-ko produktibitate iraunkorra emango balu ere, 500 km<sup>2</sup>-ko baso-azalera ustiatu behar litzateke Errigoitiko basoko biomasazko zentrala elikatzeke, hau da, Bizkaiko baso-azalera osoaren %36.

Errigoitiko zentrala edo antzekoren bat elikatzeke biomasa-fluxua hain izango litzateke

handia, ezen haren ustiapenak baso-landaketako eredu agroindustrial bat eskatuko bailuke, segur aski, garraio-fluxu handiekin eta energia-bektore bat (elektrizitatea) sortzeko helburuarekin. Merkatuan berehalako sarbidea izango luke elektrizitateak, eta nahiko errentagarria izan liteke eredu hori; iraunkortasunaren aldetik, aldiz, oso eztabaidagarria da.

Biomasaren ustiapena iraunkorra izan dadin, kogenerazio-instalazioak behar dira. Instalazio horietan, errekontzaren hondarberoa aprobetxatzen dutenez, nabarmen igozten da errendimendu orokorra. Zentral horien funtzionamenduak ezin du jarraitua izan, eta bero-eskarira egokitu behar dute. Tokian tokia da, noski, eskaria, beti. Elementu horiek guztiak direla eta (basoko baliabideen ustiapen iraunkorra, tokiko eskaria, errendimendua areagotzeko beroa hornitzeko premia), Errigoitirako proposatutakoa baino askoz txikiagoa izan behar du instalazioak. Elementu horiekin eta, batez ere, instalazio txikiagoarekin, errazago kontrolatuko litzateke ustiapenaren iraunkortasuna. Izan ere, biomasa, energia-bektore ere baden arren, material-fluxu garrantzitsu bat da, batez ere, eta haren errekontzak ikatz begetalaren eta nutriente mineral askoren eta zoru organikorako funtsezkoak diren beste konposatu organiko ugariaren lurruntzea eta betiko galtzea eragiten du. Horrelako instalazioek ekosistemetan duten ingurumen-inpaktua gutxitzeko, hurbiletik



kontrolatu behar dira. Horretarako, ordea, instalazio txikiak behar dira, eta tokian tokiko ekonomia-diseinuak, non energiaren azken kontsumitzaileak kaltetzen dituen gehien baliabide berriztagarriaren erabilera ez-iraunkorrak. Agroerregaiei buruzko eztabaidak ere horixe bera erakusten du.

### ***Energia berriztagarriek Euskal Herrian duten potentziala***

Txosten honen irismenetik kanpora geratzen da energia berriztagarriek Euskal Herrian duten potentzialaren zehaztapena. Beste ikerketa batzuk saiatu dira zehazte-lan horretan, arrakasta-maila desberdinekin (CES-EGAB, 2011; Greenpeace, 2007). Horregatik, bada, ikuspegi apalago batetik ekingo diogu, atal honetan, Hego Euskal Herrian energia berriztagarriek daukaten ustiatze-potentzialaren gaiari. Tesi nagusi hau aldarrikatuko dugu atal honetan: oso-oso gutxi erabiltzen dira Hego EHn energia berriztagarriak eta, haien ustiatze-potentzialak mugak dituen arren, ekarpen nabarmena egin dezake energia-mota horrek (aprobetxamendu maximora iritsi gabe ere) gure herriko energia-premiak asetzeko bidean.

Gure arrazoibideari ekiteko, eguzki-erradioaren aprobetxamenduaz jardungo gara lehenbizi, bai elektrizitatea ekoizteko egiten denaz (sistema fotovoltaikoen bidez), bai

berokuntza-sistematarako eta etxeko ura berotze sortzen denaz, tenperatura baxuko kolektore termikoen bidez. Sistema fotovoltaikoak eta kolektore termikoak oso “adeitsuak” dira ingurumenarekiko, eta ingurumen-inpaktu ia nulua du haien funtzionamenduak: ez dute alderdi higikorrik; eraikinetako estalkietan jar daitezke (lurzoru artifizialduaren optimizazio garrantzitsua); errekuntzarik gabe funtzionatzen dute, eta eguzki-erradioak elikatzen ditu, zuzenean. Bi energia-bektore sortzen dituzte sistema horiek: elektrizitatea eta beroa, eta zuzenean kontsumi daitezke jarrita dauden eraikinetan edo haietatik gertu, urrutira garraiatzen jardun gabe. Sistema oso modularrak dira, hots, energia-kantitate handiak ekoitz ditzakete tamaina txikiko instalazio ugari eta banatuen bidez.

Aurrerapen teknologikoei eta eskalako ekonomiei esker, hamarkada baten buruan izugarri jaitsi da (seiren batera) zelula fotovoltaikoen prezioa, eta wateko euro baten oso azpitik dago egun. Hori dela eta, sistema fotovoltaikoen kostua heren batera jaitsi da tarte berean, eta Espainian, adibidez, ekoizpen-erregimen arruntean hasi dira eraikitzen instalazioak, inongo primarik jaso gabe. Alemanian, 2012an, sistema fotovoltaikoen bidezko ia 8 GW instalatu ziren, eta 33 GW-ekoa da han potentzia instalatua. Etorkizunean hazkunde-eritmo hori moteltzen den arren, badirudi eguzki-erradioaren bidez elektrizitatea ekoiz-



teko kapazitatea handitzen jarraituko duela Alemaniak. Alemaniak 2012an zuen kapazitate fotovoltaikoa (400 W/cap) Hego Euskal Herrira ekarri gero, gigawatt batetik gorako potentzia izango genuke; hala eta guztiz ere, gure potentzial berriztagarritik oso urruti geundeko, segur aski. Kontuan izanik Euskal Herrian Europako erdialdean baino gehiago jotzen duela eguzkiak, Alemaniak energia fotovoltaikoaren alorrean egun daukan garapen-maila hona ekarri gero, jatorri berriztagarriko 1,5 TWh elektrizitate, kasik, izango genuke urtean.

Nafarroan EAEn baino garatuagoa dago elektrizitate fotovoltaikoa, bietan hutsaren parekoa bada ere ekoizpena. Antzekoa da egoera eguzki-energia termikoari dagokionez, eta Europako herrialde aurreratuenetan baino askoz gutxiago garatu da hemen energia-mota hori. Austrian, adibidez, 0,6 m<sup>2</sup>-koa da, pertsonako, instalatutako kolektore termikoen kapazitatea, eta, orotara, 3,45 GW-ekoa zen 2012an. Gainera, hazten jarraitzen du kapazitate horrek (%4, urtean). Hego Euskal Herriko kolektore termiko bidezko energia-aprobetxamendua Austriakoaren parekoa balitz, gigawatt batetik gorako kapazitate instalatua izango genuke. Austriak baino eguzki-ordu gehiago ditugunez, beroaren eta ur beroaren azken kontsumoaren 60 ktpb baino gehiago hornituko lituzke kapazitate horrek, eta jatorri ez-berriztagarriko gas natural, fuel eta elektrizita-

te askoren kontsumoa saihestuko luke. Alemaniako sistema fotovoltaikoen egungo garapen-maila eta Austriako tenperatura baxuko eguzki-sistema termikoena Hego Euskal Herrira ekarri gero, energia berriztagarriko ia 200 ktpb edukiko genituzke, edo etxebizitzesektorearen jatorri ez-berriztagarriko azken kontsumoaren laurdena. Beren potentzial iraunkorretik urrun daude, oraindik, sistema horiek, eta, garatuz gero, ekarpen handia egingo lukete: berriztagarria, iraunkorra, neutroa karbonoari dagokionez, eta areagotu egingo luke gure energia-subiranotasuna.

Euskal Herriak ahalik eta gehiena garatu behar du energia berriztagarriaren fluxuak iraunkorki ustiatzeko daukan potentzial handia. Gaur egun, oso eskasa eta mugatua da ustiapen hori:

- . 2013ko amaiera aldera, Erregimen Berezian erregistratutako sorkuntza fotovoltaikoko ia hamar mila unitate zeuden Hego Euskal Herrian, eta, orotara, 146 MW-eko sorkuntza-potentzia zuten. Nafarroako eguzki-baratzetan zeuden unitaterik gehienak. Potentzial izugarria dago sistema fotovoltaikoak eta kolektore termikoak edozein eraikinetako estalkietan jartzeko, batez ere eraikin komertzialetan, administratiboetan eta industrialetan (eta etxebizitzetan, noski), izugarri eskuragarria baita eguzki-erradiazioa eta ikaragarri hazi beharra baitauka



haren aprobetxamenduak, elektrizitate edo energia termiko gisara.

2013ko amaieran, 76 instalazio eoliko zeuden erregistratuta Erregimen Bere-zian, 1,4 GW-eko potentziarekin, guztira, eta Nafarroan gehienak (66 parke, 1,23 GW-eko potentzia metatua). Lurreko parke eolikoak jartzeko, baliabide bat izan behar da eskura: haizea. Euskal Herriko leku askotan, orografia malkartsua dela eta, mendi-tontorretan bakarrik dago nahikoa haize. Hala eta guztiz ere, potentzial handia dago, oraindik ere, parke eolikoak jartzeko, ingurumen-inkaktu jasangarriarekin, betiere gizarte-aren babes baldin badute.

Biomasaren aprobetxamendu egokia egiteko, instalazio txikiak behar dira, tokian bertan sustatuak eta kudeatuak. Zangozan bada nekazaritzako hondakinekin elektrizitatea ekoizten duen biomasako zentral bat, ia 29 MW-ekoa. Baina biomasa bidez elektrizitatea ekoizteko prozesua ez da iraunkorra, eta instalazio handien bidez egiteko joera dela eta, arrisku handia dago iraunkortasunik gabeko bidetik jarrai dezan. Basoko biomasaren aprobetxamendu-modurik iraunkorrena beroa ekoizten duten zentral txikiak dira. Herri txikietan egon ohi dira zentral horiek, eta herriko berokuntza-sareak elikatzen dituzte. Ultzama eta

Orozkoko instalazioak ditugu tokian tokiko ustiapenaren adibide. Garapen-potentzial handia dute horrelako zentralak, baita enplegua sortzekoa ere, eta sustatu egin behar dira.

10 MW baino gutxiagoko 172 zentral hidroelektriko ditugu Hego Euskal Herrian (erdia, Nafarroan; laurdena, Gipuzkoan, eta gainerakoak, Araban eta Bizkaian). Mugatua da, seguruenik, energia hidroelektrikoaren ustiapen-potentziala, baina ez daukagu azterketa eguneraturik gure potentzial hidrografikoaz. Hortaz, pentsatzekoa da badagoela oraindik ere ur-jauzi txikiak aprobetxatzeko aukerarik Hego Euskal Herriko ibai-sarean, instalazio txikiak eraikiz.

Itsasoko energia-fluxu iraunkorren aprobetxamendua da etorkizunean garatu beharreko beste aukera bat. Gaur egun, Mutrikun dago horrelako instalazio bakarra. Olatuen indarra aprobetxatzen du, eta ia 300 kW-eko potentzia du. Itsasoko potentzial eolikoari dagokionez, CSE-EGABen (2011) ikerketako kalkuluen arabera, 10 GW-ekoa izango da 2050ean: 10na MW-eko aerosorgailu flotagarri osatutako parke eoliko izugarria, 2.000 km<sup>2</sup>-ko azalera batean. Esperimentazio-fasean daude, oraindik, teknologia horiek, eta zuhurtziaz jardun behar da haien garapenez. Armintzako BIMEP pla-



taforma entsegu-zentro interesgarria izan daiteke itsas energien potentziala aztertzeko eta itsaso zabalean jarritako plataforma flotagarrietako aerosorgailuen erabilera ikertzeko.

Energia berriztagarria iraunkorki ustiatzeko potentzial handiago, oraindik ere, Euskal Herrian, eta potentzial horren garapenak kanpoarekiko dugun gure energia-mendekotasuna nabarmen murrizten lagundu behar liguke. Garapen, horrek, ordea, baditu zenbait muga, eta oso kontuan izan behar ditugu.

Lehenik eta behin, gogoan izan behar dugu energia berriztagarriaren fluxu nagusiek (eguzki-erradiazioa, energia eolikoa eta hidraulikoa) ekoizten duten elektrizitateak ezin duela ordezkatu, zuzenean, garraio-sektoreko gasolio- eta gasolina-kontsumoa. Garraioaren energia-iraunkortasunak ezinbestekoa du propulsio elektrikoko teknologietara aldatzea, baita mugikortasuna murriztea ere, termino absolututan. Hori gertatzen ez den bitartean, jatorri fosileko energia inportatuaren eskariak (handia) izugarri mugatuko du gure energia-subiranotasuna.

Elektrizitatearen arloari gagozkiola, helburu lortezina da guretzat elektrizitate-subiranotasuna, ez bada epe oso luzera. Gaur egun, urtean hogeitabat terawatt-ordu elektrizitate kontsumitzen ditu Hego Euskal Herriak. Eskari hori sistema fotovoltaikoekin eta itsasoko parke eolikoekin (batez ere) asetzeko, ezinez-

koa dirudien garapen-maila izan beharko lukete sektore horiek eta, gainera, nahitaez izan beharko genuke kanpoarekiko konexio elektrikoa, energia berriztagarrien fluxu-gorabehereri aurre egiteko. Ondorioa: ezinbestekoa dela Euskal Herriaren energia-autarkia eta, elektrizitateari dagokionez, desiragarria ere ez dela, kanpoarekiko konexioak sarearen egonkortasuna eta horniduraren segurtasuna bermatzen baititu, ezinbestekoak, biak ere, arrazoizko kostuak izan nahi baditugu.

Bestalde, ez genuke ahantzi behar energia berriztagarriaren fluxuen ustiapenak ere baduela, iraunkorra izan arren, inpakturik ingurumenean. Energia-sistemari beste muga bat ezartzen diote inpaktu horiek. Sistema berriak aukera emango du azpiegitura batzuk eraisteko, batez ere erregai fosilak prozesatzen dituztenak, baina instalazio berriak ere beharko ditu, hots, jatorri berriztagarriko elektrizitatea sortzekoak eta hura garraiatzekoak, gure lurraldearen barruan eta kanpora –itsasoko parke eolikoekiko konexioak beharko dira, eta soberan dagoen elektrizitatea kanporatu egin beharko da une jakin batzuetan; beste batzuetan, berriz, inportatu egin beharko da elektrizitatea, bertako ekoizpena nahikoa ez denean–, eta horrek guztiak lurralde-okupazio handia ekarriko du. Hortaz, energia-sistemaren ingurumen-inpaktuei aurre egiteko (sistema iraunkorra izanik ere), bi ideia izan



behar ditugu gogoan, biak ere jada jorratuak txosten honetan.

Alde batetik, jatorri fosileko energiaren ordez energia berriztagarria erabiltzeak ez gaitu salbuesten kontsumo-mota guztiak (energiarenak eta materialenak) ahalik eta gehiena murrizteko ahalegin handia egitetik.

Bestetik, energia-azpiegitura zaharrei eta berriei buruz gure gizarteak nahitaez hartu behar dituen erabakiek prozesu publiko eta informazioz ongi hornituen ondorio izan behar dute. Gaiarekin lotura duten eragile guztiak izan behar dute prozesu horretan parte hartzeko aukera, eta geroko belaunaldien interesak babestu egin behar dira. Partaidetza-prozesu horiek, inpaktuen gaineko kontrol sozialari laguntzeaz gain, gizartea kontzientziatzeko tresna izan behar dute, batez ere, jasangarriagoa izan dadin energiaren eta materialen kontsumoa.

Adibide gisara, 5. taulak erakusten digu zer ezaugarri desberdin izango lituzkeen parke eoliko baten proiektuak, landa-eremuan, inbertsio pribatuekin eta eskualdetik kanpokoekin eraikiz gero, edo bertako kooperatiba batek, partaidetza-prozesu bati jarraikiz.

Iraunkortasun-irizpideek izan behar dute nagusi erabaki horiek hartzen diren prozesuetan, eta ekonomia-irizpideei eta ingurumen-inpaktuari ez ezik, gizarteko energia- eta material-zikloetan eragiten diren ondorioei ere erreparatu behar zaie. Gaur egun zenbait instala-

zio eta azpiegiturari ingurumen-inpaktuari buruzko azterketa bat eskatzen zaie bezala martxan jarri aurretik, energia-inpaktuari eta materialen kontsumo-zikloari buruzko azterketak izan behar lituzkete azpiegitura-planek, baita politika publikoek ere: “Azpiegitura jakin baten erabilerak murriztu ala areagotu egingo du, etorkizunean, azken energiaren kontsumoa?”; “Halako edo bestelako politikarekin, areagotu ala murriztu egingo da material jakin batzuen fluxua ekonomian?”

Energia berriztagarriaren fluxuen aprobetxamendu iraunkorra egiteko potentzialarekin lotura duten elementu horiek guztiak, haien mugak eta dakartzaten desafioak ikusirik, **Hego Euskal Herriak 2050ean, iraunkortasunaren bidean jada, izango duen energia-egoera hipotetikoaren kontakizuna prestatu dugu:**

“Hego Euskal Herria, 2050. Jatorri fosileko energiaren prezioa dela medio mende-hasieratik hainbatean behin izan ditugun krisiak direla eta –hamarkadako, bat, baliabideen etengabeko agortzeak eraginda–, ikaragarri igo da energiaren prezioa, duela mende bat pentsaezina zen mailaraino igo ere. Azkeneko krisiekin, gainera, hornidura-arazoak ere iritsi dira munduko leku batzuetara, gutxien prestatuta daudenetara hain justu ere. Muturreko fenomeno klimatikoek (lehortek, uholdeak, etengabeko ekaizteak)



**5. taula**

**Parke eoliko baten bi proiekturen ezaugarriak, elkarrekin alderatuak, bi sustapen-eredu desberdinen arabera: bata, pribatua; bestea, kooperatiboa eta partaidetza-prozesu baten mendekoa.**

**SUSTAPEN PRIBATUKO PARKE EOLIKOA**

Errendimendu ekonomiko ahalik eta handiena ateratzen du, eta legediak ezarritako ingurumen-mugak (ingurune naturalei eta sarbideei buruzkoak...) justu-justu betetzen ditu

Proiektuaren abiarazteak aurkako jarrera eragin dezake energia berriztagarriaren fluxuak ustiatzen dituzten instalazioekiko

Irabazi ekonomikoen parterik handiena ez da eskualdean geratzen

Proiektuari etekin handiena ateratzen diotenak (inbertitzaileak) ez dira inpaktu kaltegarriak gehien jasaten dituztenak

Proiektuaren izaera dela eta, instalazio ahalik eta handiena egitea da asmoa

Azkarrago egiten dira izapideak

Baliteke kanpotik ezarritako proiektutzat ikustea zenbaitek

gogor astindu dituzte munduko zenbait ekonomia, batez ere itsasotik hurbil dauden herrialdeetakoak. Zorionez, azken hiru hamarkadetako ibilbideak aukera

**KOOPERATIBA BATEK SUSTATUTAKO PARKE EOLIKOA, PARTAIDETZA-PROZESU BATI JARRAIKIZ**

Ekonomia-iraunkortasuna bermatu ondoren, garrantzitsuena da ahalik eta gehiena murriztea inpaktu orokorra (bisuala, lurraren okupazioa...), inbertsio errentagarritasun ahalik eta handiena lortzearen gainetik

Partaidetza-prozesuak lagundu egiten du energia-kontsumoa murrizteko premiari buruz gizartea kontzientziazten

Eskualdeko ekonomiak areagotu egiten ditu diru-sarrerak

Lotura estuagoa dago proiektutik etekina ateratzen dutenen eta haren ondorio kaltegarriak gehien jasaten dituztenen artean

Proiektuaren izaera dela eta, asmoa ez da instalazio ahalik eta handiena egitea

Motelago egiten dira izapideak

Inguruko herritarren onespena du instalazioak

eman digu energia-egoera berrira hobeto egokitzeko.

Erdira jaitsi da Euskal Herrian energiaren azken kontsumoa, duela berrogei



urteko gailur historikoeekin alderatuta. Bikoiztu egin da sektore primarioak kontsumitzen duen energia-kantitatea, berreskuratu egin baitu bere izaera estrategikoa, hau da, elikagaien eta industria iraunkorrerako material berrien hornitzailerik bihurtu da. Eraikinetako kontsumoa %35 jaitsi da, baina eraginkortasunean, diseinuan eta isolamenduan egin diren hobekuntzei esker, konfort-maila nahiko ona dugu. Garraioan, berriz, laurdenera jaitsi da kontsumoa, %75. Urte luze dira gasolinaren prezioak (beldurgarria) hamarren batera murriztu zituela ibilgailu pribatuan egiten ziren joan-etorriak. Gaur egun, autoa partekatzea ere garestia da. Garraio publiko elektrikoa (metroa, tranbia eta trolebus modernoak, hirietan; haietatik kanpo, trenbide-sare sarria) da orain jaun eta jabe, eta gasoliozko autobusak landa-eremu urrunenetan bakarrik ibiltzen dira. Industriak, bestalde, %40 murriztu du energia-kontsumoa, eta kontsumitzen duen erdia jatorri berriztagarriko elektrizitatea da. Hurrengo hamarkadetan, industriak oraindik kontsumitzen dituen jatorri fosileko 800 ktpb-en ordeztatu jatorri berriztagarrikoak erabiltzea da xede nagusia, oso poluitzailea eta ikeragarri garestiak baitira.

Jatorri berriztagarrikoa da eraikin guztietan kontsumitzen den energia (elektri-

zitatea, batez ere, baina baita kolektore termikoek eta geotermiak sortzen duten beroa ere; landa-eremuetan eta herri txikitetan, biomasaren ekarpena ere handia da). Garraioak (%80) eta industriak (%50) kontsumitzen duten elektrizitate-kantitatea handia dela eta (jatorri berriztagarrikoa, biek), erregai fosilekiko mendekotasuna %36ra jaitsi da egun, duela lau hamarkadako %90 hartatik. Termino absolututan adierazita, mende hasieran kontsumitzen genuen energia fosilaren %18 kontsumitzen dugu egun. Horri esker, %80 murriztu dira atmosferara egiten diren CO<sub>2</sub>-emisioak, Europak 2050erako ezarritako helburuei nahiko zorrotz jarraikiz. Halaber, kanpoarekiko energia-mendekotasuna %48ra jaitsi dugu, mende hasierako %90 hartatik. Gainera, inportatzen dugun elektrizitate guztia (ia 6 TWh urtean; kontsumoa, guztira, 26 TWh-tik gorakoa da, urtean) jatorri berriztagarrikoa da.

Hego Euskal Herrian kontsumitzen den azken energiaren %60 elektrizitatea da. Mugikortasuna ematen digu elektrizitateak, eta erosotasuna eraikinen barruan; horrez gain, industria ere hark elikatzen du, hein handi batean. Alderdi askok egiten dute bat elektrizitatearen ekoizpenean (tokian tokikoa eta banatua): sistema fotovoltaikoen parke izugarri batek (7 GW-etik gorakoa) eraikinen





estalkietan ekoizten du elektrizitatea (industrialak dira eraikin horietako asko); ehunka zentral txikik gure ibai-sareko ur-jauziak (ugariak) aprobetxatzen dituzte, batez ere Gipuzkoan eta Nafarroako iparraldean; Arabako lautadan eta Nafarroako hegoaldean, elkarren ondoran daude parke eolikoak eta nekazaritzako ustiategiak. Kantauriko isurialdean ere jarri dituzte parke eoliko txiki batzuk gailurren batzuetan, tokiko administrazioen eraginez. Zorrotz kontrolatzen dituzte administrazio horiek parkeen kostuak eta irabaziak, bai ingurumenekoak bai ekonomikoak. Espero da, bestalde, egungo defizit elektrikoa Kantauri itsasoan –plataforma flotagailuen gainean, kostatik 10 bat km-ra– hurrengo hamarkadan jartzekoak diren aerosorgailuek ekoitziko dituzten 2 GW-ek estaltzea.

Energia berriztagarriaren fluxu horren aprobetxamendu hain handia lortzeko, energia-azpiegitura osoa berritu behar izan da, baita ekonomiako gainerako sektoreen funtzionamendua ere.

Bizitza baliagarriaren amaiera iristen diren azpiegiturak berritu, aldatu edo eraisteko premia hasiera-hasieratik aprobetxatu zen ekoizpen berriztagarrirentz eta iraunkortasunerantz birbideratzeko energia-sektore osoa eta industrialaren parte handi bat. Paradigma-aldaketa eka-

rri du energia berriztagarriaren fluxu-aprobetxamendu masiboak. 2050ean, kontsumitzen dugun energia instalazio modular, malgu, txiki eta askotarikoetan ekoizten da (aerosorgailuak, panel fotovoltaikoak, neguan herrietako berokuntza-sareak elikatzen dituzten biomasazko zentral termiko txikiak, sistema geotermiko txikiak, presa hidroelektriko txikiak...) Instalazio horietako asko, eta elkarrekin konektatzen dituzten sareak, tokian tokiko jabetza publikokoak dira; horri esker, errazagoa da gizarteak instalazioak kontrolatzea. Paradigma-aldaketak, bestalde, izugarri areagotu du sistemaren konplexutasuna eta haren kudeaketa. Trantsizio-garaiko lehen hamarkadan sekulako inbertsioak egin behar izan ziren, eta esfortzu ekonomiko handia egin zuen gizarteak. Gerora, ordea, inbertsioen konpentsazioa iritsi da, asko murriztu baita erregai fosilak inportatu beharrak ekarriko zukeen energia-faktura. Inbertsio handi hura, bestalde, gure herriko industria- eta teknologia-sektore-etara bideratu da, hein handi batean; horri esker, sektore askotako enpresa ugari teknologia iraunkorretara aldatu dira. Energia-iraunkortasunaren aldeko birmoldaketa industrial horrek ere konpentsatu egin du etengabeko krisiek eragindako enplegu-galera. Metatutako esperientzia dela medio, sare adimendu-



netarako, energia berriztagarrietarako eta eraikinen zein garraioaren energia-eraginkortasunerako teknologia esportatzen du gure sektore industrialak. Gizarte-berrikuntzaren alorrean ere esportatzaile da gure gizartea, zenbait alorretan: mugikortasun iraunkorra, garraio-sareen optimizazioa, herritarren partaidetza-dinamikak instalazio ugariren sustapena dela eta... Funtsezkoak izan dira dinamika horiek azpiegitura berrien iraunkortasuna bermatzeko, eta, bide batez, kontsumo- eta garraio-ohiturak aldatu beharraz gizartea kontzientziazteko tresna ahaltzuak ere izan dira.

2050ean, Euskal Herria ez da, oraindik, gizarte iraunkor bat. Aldaketa nagu-

sia, ordea, lortua du jada: administrazioak, politikariek, eragile sozioekonomikoek eta, oro har, herritarrek berengantatu dute zibilizazio iraunkor batek, inpaktuak gutxitu baino gehiago, beste zerbait egin behar duela: gure planeta honetako, gure organismo bizi eta handi honetako gainerako azpisistemekin egokiro txertatu. Energia-alorrean, energia berriztagarriaren fluxuak bakarrik ustiatzea eskatzen du horrek, eta erabat ixtea material-zikloak, hondakinik sor ez dadin, direla CO<sub>2</sub>-emisioak edo atmosferara botatzen diren beste poluitzaile batzuk, direla metal exotiko eta oso-oso garestiak dituzten hondakinak.”



## ERANSKINA

### Potentzia eta energia unitateak. Baliokidetasunak

Aurrizki ohikoenak:

mikro	$\mu$	0, 000 001	milioiren bat
mili	m	0, 001	milaren bat
kilo	k	1 000	mila
mega	M	1 000 000	milioi bat
giga	G	1 000 000 000	mila milioi
tera	T	1 000 000 000 000	bilioi bat

Energiaren sorkuntza- edo kontsumo-erritmoari loturik dago **potentzia**. Watt (W) da potentzia-unitate ohikoena, baina oso txikia da. Horregatik, aurrizkiak jarri ohi zaizkio:

- . Watt (W): 10 bat watt-eko kontsumo-potentzia dute oraingo LED bonbillek.
- . Kilowatt (kW). Mikrouhin-labe baten gehieneko potentzia kilowatt batera irits daiteke.
- . Megawatt (MW). Aerosorgailuek 2-4 megawatteko potentzia izan ohi dute.
- . Gigawatt (GW). Erreaktore nuklear baten potentzia 1 gigawatt ingurukoa izan ohi da.

Lan fisiko bat egiteko ahalmena da **energia**. Hainbat neurri erabiltzen dira energia neurtzeko, testuinguruaren arabera:

- . Joule (J): energia-unitate oso txikia. Litro bat gasolina erretzeak megajoule bat energia askatzen du. 1 megajoule (MJ): milioi bat joule.
- . Tona petrolio baliokide (tpb): tona bat petroliok daukan energia, 42 mila milioi jouleren (42 GJ) baliokide. Estatuaren energia-kontabilitateek ktpb (mila tpb) erabiltzen dute unitatetzat.
- . Watt-ordu (Wh): watt bateko potentzia duen gailu batek ordubetearen kontsumitzen duen energia. 3.600 jouleren baliokide da.

- . Kilowatt-ordu (kWh): etxebizitzetako elektrizitate-kontsumoa kilowatt-ordutan neurtzen da, eta 20-30 zent. €/kWh ordaintzen dugu, gutxi asko.
- . Megawatt-ordu (MWh): etxebizitzetako urteko batez besteko kontsumoa 3,5 megawatt-ordu izan ohi da.
- . Terawatt-ordu (TWh): energia-kantitate oso handia. EAEn 2012an kontsumitu zen elektrizitatea, guztira, 15-terawatt-ordu inguru izan zen.



**Oharrak**

- 1 Energia-baliabideen kostuei buruzko datuak ekonomiaren ikuspegitik ez ezik, energiarenetik ere aztertu behar dira. Gogoan izan energia-kantitate jakin energia-bektore zehatz batean (elektzitate, erregai likidoa...) egon dadin, alde zurretik beste energia-kantitate bat kontsumitu behar dela. Bi kontzeptu horien arteko zatidurari EROEI (Energy Returned On Energy Invested) deitzen zaio, energia-errentagarritasuna, alegia. Energia-baliabideen agortzea dela eta, kontsumitzen dugun energiaren EROEIak beharrezko joera du. Energia-bektore batzuek —bioerregaiak, petrolio eta gas ez-konbentzionalak— EROEI oso urria dute, eta hobekuntza teknologikoez partzialki bakarrik konpentsatzen dute urritasun hori.
- 2 “Muga-efektuak” ez du justifikatzen halako aldeirik.
- 3 Paperaren Clusterrak (2013) zabalduko datuen arabera, 1.403 tona ore eta paper ekotzi ziren EAEn 2011n eta, ekoizpen horretatik, herena, gutxi asko, esportatu egin zen. Biomasaren hondakin ugari aprobetxatzen dituen arren, papergintza-sektoreak ez du erreferentzia edo eredu izan behar energia berriztagarrien fluxu-aprobetxamenduari dagokienez.
- 4 Balorizazio energetikoa ez da hondakinen tratamendurako aukerarik egokiena. Balorizazio materialak eta, batez ere, hondakin gutxiago ekoizteko prebentzio-lanak dute lehentasuna Europar Batasuneko 98/2008/CE Zuzentarauak ezarritako hondakin-hierarkian.
- 5 Eusko Jaurlaritzak, adibidez, Kyotoko Protokoloa zela eta, BEGen %114ko emisio-helburua ezarri zuen, Europak Espainiari jarritako helburua (%115) baino %1 gutxiago soilik. Europako herrialdeen arteko elkartasuna zela medio, Europako batezbestekoa baino sakrifizio txikiagoa eska diezaiokeen EBk Espainiari, Europako batezbestekoaren azpitik baitago Espainiako per capita emisio-maila. Gogoan izan, ordea, EAEko eta Nafarroako per capita emisio-maila Europako batezbestekoaren gainetik daudela, baita per capita errenta ere.
- 6 Energia-sektore tradizionalak “energia garbia” deitu ohi dio gas naturalari. 3E-2020 planak, berriz, “Energia konbentzional garbiagoa” eufemismoa erabiltzen du. Baina gas naturala jatorri fosilekoa da, agortu egingo da eta ingurumen- inpaktu handiak eragiten ditu. Ikatzarena baino garbiagoa da gasaren energia, baina elektrizitate eolikoarena edo fotovoltaiarena baino askoz zikinagoa. Eta urterik urte garestitzen ari da.
- 7 Jatorrizko proiektua, ordea, 1994az aurretikoa da.
- 8 Eusko Jaurlaritzak ez du erabiltzen, bere BEGen emisio-zenbaketetan, Kyotoko Protokoloaren araudia, inportatutako elektrizitateari dagozkion zeharkako emisioak zenbatu egiten baititu. Kontabilitate-amarru horregatik ez baitit, 2011ko emisioak 1990ekoak baino %9 handiagoak izango ziratekeen. Antzeko amarruak erabiltzen ditu Nafarroako Gobernuak bere energia- eta emisio-kontabilitateetan, kasu honetan, esportatzen den elektrizitatea dela eta. “Amarru” horiek ez dute egiazko eraginik, estatuak baitira nazioarteko itunak bete behar dituzten eragileak, ez autonomia-erkidegoak. Jokabide horiek, dena den, argi uzten dute administrazioen jarra: herritarrei benetako egoera ezkatatu eta edozein zirrikitu baliatu itxura “garbiagoa” saltzeko.
- 9 3E-2020 Planaren 32. orriak jasotzen du baieztapen larri hau: “Adituek 6 °C-ren atalasea ezarri dute mugatzat. Hortik aurrera, aldatetako egitu-

- razkoak eta atzerabiderik gabeak izango liratekeela diote, eta egungo giza jardueran eragin izugarria izango luketela". Gezurra da hori. Kopenghego COP15 bileraren ostean, bat dator nazioartea: aldaketa katastrofikoaren atalasea 2 °C-an dago. Ostera Cancúnen egindako COP16 bilerak, berriz, zioen are gehiago jaitsi behar litzatekeela (1,5 °C) berotze globalaren atalasea.
- 10 Honela banatzen da urteko hornidura totala, 16.000 Mtpb-koa: elektrizitate berriztagarria, % 65 (%2, hidroelektrikoa; %43, fotovoltakoa eta termosolarra; % 20, eolikoa); eguzki-energia termikoa, %6; energia geotermikoa, %3; biomasa, %16; beste fluxu berriztagarri batzuk, %2, eta erregai fosilen kontsumoa, ia %8. Bateragarria da banaketa hori klima-aldaketari aurre egiteko BEGen emisio-murrizketarekin (Bueno, 2010).
  - 11 Adibidez, energia-bektore bat (erregai likidoa, elektrizitatea) azken eskarira iristen den energia-eraginkortasuna energia-fluxu primario baten bidez (ikatz, eguzki-erradiazioa) bikoiztuz gero, erdira murriz daiteke hornidura primarioa, azken eskariari eutsiz.
  - 12 Nahiko ohikoa da, zenbait lokal publikotan, udako klimatizazio-tenperatura neguko berokuntza-tenperatura baino txikiagoa izatea. Energia-xahuketa larria eta zentzugabekeria ez ezik, debekatutako jokabidea ere bada hori (1027/2007 Errege Dekretua, Eraikinetako instalazio termikoen gaineko araudia), zeinak agintzen duen lokal eta eraikin publikoetan 21 °C izan behar duela berokuntza-tenperatura maximoak eta 26 °C hozte-tenperatura minimoak. Oro har, bi tenperatura horien artean ez du egon behar ez berokuntza-sistematik ez aire egokiturik martxan, inoiz.
  - 13 Esate baterako, gas naturaleko ziklo konbinatu-ko zentraletan ekoizitako elektrizitatearen ordeztu elektrizitate fotovoltakoa edo eolikoa erabiltzeak. BEGen emisioak arras murrizteaz gain, ia erdira jaisten du energia primarioaren eskaria, garraiorik eta banaketarik gabe elektrizitate berriztagarriaren konputazioa berbera baita azken kontsumoan eta hornidura primarioan; ziklo konbinatuen eraginkortasuna, aldiz, %55 da.
  - 14 Energia-sektorearen kontsumoa ez da sartzen, normalean, sektore industrialaren barruan.
  - 15 Carsharinga: auto bera partekatzea zenbait erabiltzailek eta, hartara, denbora gutxiagoan edukitzea geldirik ibilgailua; carpooling, berriz, ibilbide jakin batean ibilgailu bera zenbait erabiltzailek partekatzea da.
  - 16 Haragi-kontsumoa nabarmen jaitea litzateke, seguruenik, iraunkortasunaren alorrean eragin positibo handieneko erabaki indibidual garrantzitsuena, baldin eta mundu garatuko parte handi batek erabakiarekin bat egingo balu. Izan ere, arlo guztietan nabaritu litzateke erabakiaren eragina: energia-kontsumoan, BEGen emisioan, garraioan, ur-kontsumoan, laborantza-lurren eta larreen eskarian..., norberaren osasunari ekarriko lizkiokeen abantailez gain (gaixotasun kardiobaskularren eta gainpisuaren jaitsiera), ekonomikoak ahanzi gabe, noski.
  - 17 Eusko Jaurlaritzak, adibidez, EAEari lotutako CO<sub>2</sub>-emisio gisa zenbatzen ditu erkidegoan kontsumitutako elektrizitatea EAetik kanpo sortzeko isuritako emisioak.



**Bibliografia**

- Arto et al., 2012. I. Arto, A. Genty, J. M. Rueda-Cantucho, A. Villanueva, V. Andreoni, JRC SCIENTIFIC AND POLICY REPORTS. Global Resources Use and Pollution, Volume 1 / Production, Consumption and Trade (1995-2008), Luxemburgo, 2012.
- Boyle, 2009. G. Boyle (ed.), Renewable electricity and the grid : the challenge of variability, Earthscan, Londres, 2009.
- Bueno, 2007. G. Bueno, Energia urriko mundu baterako gida, Manu Robles-Arangiz Institutua fundazioa, Bilbo, 2007.
- Bueno et al., 2010. R. Lago, I. Barcena, G. Bueno, The Ecological Debt and Energy Model Change for Environmental Justice, in: K. Unceta and A. Arrinda (Ed.), Development Cooperation: Facing the Challenges of Global Change, Center for Basque Studies, University of Nevada, 2010.
- Bueno, 2012a. G. Bueno, Análisis de la sostenibilidad energética de los biocarburantes en la Directiva 2009/28/CE de energías renovables, 2012, <<http://bai.eusko-ikas-kuntza.org/bloga/SostenibilidadBiocarburantes.pdf>>.
- Bueno, 2012b. G. Bueno, Analysis of Scenarios for the Reduction of Energy Consumption and GHG Emissions in Transport in the Basque Country. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012.
- Bueno, 2012c. G. Bueno, Europar Batasunaren energia-politikaren bidaia-orri berria eta horren ondorioak Euskal Herriko garraio eta eraikuntzan, Aldiri, 2012.
- CES-EGAB, 2011. Consejo Económico y Social Vasco, El desarrollo de las energías renovables en la Comunidad del País Vasco, diciembre 2011, <[http://www.cesvasco.es/LinkClick.aspx?link=Estudios\\_Informes\\_ES%2f109-3+EEER\\_cast\\_web+marzo+2012.pdf.pdf&tabid=92&mid=564&language=es-ES](http://www.cesvasco.es/LinkClick.aspx?link=Estudios_Informes_ES%2f109-3+EEER_cast_web+marzo+2012.pdf.pdf&tabid=92&mid=564&language=es-ES)>.
- Cluster del Papel, 2013. ASOCIACIÓN CLUSTER DEL PAPEL DE EUSKADI, Informe Estadístico 2012, junio 2012.
- CO2ScoreBoard, 2013. <<http://www.co2scorecard.org/countrydata/trendchart>>.
- CNE, 2012-2013. Comisión Nacional de Energía, Dirección de Inspección, liquidaciones y compensaciones. LIQUIDACIÓN DE LAS PRIMAS EQUIVALENTES, PRIMAS, INCENTIVOS Y COMPLEMENTOS A LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN RÉGIMEN ESPECIAL, enero-diciembre 2012.
- CNE, 2013. Comisión Nacional de la Energía, Dirección de Hidrocarburos, INFORME MENSUAL DE SUPERVISIÓN DEL MERCADO MAYORISTA DE GAS, marzo 2013.
- EEA, 2013. European Environmental Agency, Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2011 and inventory report 2013 Submission to the UNFCCC Secretariat, 2013.
- EVE, 2012. Ente Vasco de la Energía, EUSKADI ENERGIA 2011 Energia datuak Datos energéticos, 2012.
- EVE, 2013. Ente Vasco de la Energía, EUSKADI ENERGIA 2012 Energia datuak Datos energéticos, 2013.



- FAO, 2013. A. Elbehri, A. Segerstedt and P. Liu, Biofuels and the sustainability challenge: A global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstocks, TRADE AND MARKETS DIVISION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome, 2013.
- Fulli, 2011. G. Fulli et al., Evolutions and Challenges towards a Potential Pan-European HVAC/HVDC SuperGrid, Proceedings of Cigré International Symposium - The Electric Power System of the Future, 2011.
- GFN, 2013. Global Footprint Network, The National Footprint Accounts, 2012, 2013.
- Gobierno de Navarra, 2011. III Plan Energético de Navarra horizonte 2020, 2011, <[http://www.navarra.es/home\\_es/Gobierno+de+Navarra/Organigrama/Los+departamentos/Economia+y+Hacienda/Acciones/Planes+y+programas/Acciones+Industria+y+empleo/Energia/](http://www.navarra.es/home_es/Gobierno+de+Navarra/Organigrama/Los+departamentos/Economia+y+Hacienda/Acciones/Planes+y+programas/Acciones+Industria+y+empleo/Energia/)>.
- Gobierno de Navarra, 2012a. Gobierno de Navarra, Balance Energético de Navarra 2011, 2012.
- Gobierno de Navarra, 2012b. SERVICIO DE CALIDAD AMBIENTAL – DPTO. DESARROLLO RURAL, MEDIO AMBIENTE Y ADMINISTRACIÓN LOCAL (Gobierno de Navarra), Informe-Resumen INVENTARIO EMISIONES DE GEI S DE NAVARRA 2011 , 2012.
- Gobierno Vasco, 2012. DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, INNOVACIÓN, COMERCIO Y TURISMO, ESTRATEGIA ENERGÉTICA DE EUSKADI 2020 , 2012, <<http://www.eve.es/CMSPages/GetFile.aspx?guid=2a131238-33d9-4769-b321-b2a76bb76e4f>>.
- Gobierno Vasco, 2013. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Emisiones directas y totales de Gases de Efecto Invernadero por sectores de actividad. C.A. del País Vasco. 1990-2011, 2013, <[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-11293/es/contenidos/estadistica/gases\\_gei-emisiones/es\\_ing\\_geis/adjuntos/EmisionesSectorialesGEIxDotyDir\\_11.xls](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-11293/es/contenidos/estadistica/gases_gei-emisiones/es_ing_geis/adjuntos/EmisionesSectorialesGEIxDotyDir_11.xls)> .
- Gobierno Vasco, 2014. Proyecto Técnico y Estudio de Impacto Ambiental de la planta de Biomasa Forestal en Errigoiti, <[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-orokorra/es/contenidos/informacion/bioforest/es\\_ip/inicio.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-orokorra/es/contenidos/informacion/bioforest/es_ip/inicio.html)> .
- Greenpeace, 2007. Greenpeace, REVOLUCIÓN ENERGÉTICA. El potencial de las energías renovables en la CAPV y Navarra, Manu Robles-Arangiz Institutua Fundazioa, 2007, <[http://www.mrafundazioa.org/es/centrode-documentacion/medioambiente/ingurugaiak-revolucion-energetica/at\\_download/file](http://www.mrafundazioa.org/es/centrode-documentacion/medioambiente/ingurugaiak-revolucion-energetica/at_download/file)> .
- Greenpeace, 2012. Greenpeace International, European Renewable Energy Council (EREC), Global Wind Energy Council (GWEC), Energy [r]evolution. A SUSTAINABLE WORLD ENERGY OUTLOOK, report 4th edition 2012 world energy scenario, 2012.
- Harvey, 2006. L.D. Harvey, A Handbook on Low-Energy Buildings and District-Energy Systems: Fundamentals, Techniques and Examples, Routledge, Londres, 2006.
- Hughes, 2013. Drill, Baby, Drill: Can Unconventional Fuels Usher in a New Era of Energy Abundance?, Post Carbon Institute, 2013.





- IDAE, 2011. Departamento de Planificación y Estudios , IDAE, Proyecto SECH-SPAHOUS-SEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España, julio 2011 .
- IEA, 2008. International Energy Agency, World Energy Outlook 2008.
- IEA, 2010. International Energy Agency, World Energy Outlook 2010.
- IEA, 2012a. Golden Rules for a Golden Age of Gas World Energy Outlook. Special Report on Unconventional Gas, 2012.
- IEA, 2012b. International Energy Agency, World Energy Outlook 2012.
- IEA, 2013a. Key World Energy STATISTICS , 2013.
- IEA, 2013b. International Energy Agency Statistics Database , <<http://www.iea.org/statistics/statisticsse-arch/>>.
- IEA, 2013c. International Energy Agency, World Energy Outlook 2013.
- IPCC, 2013. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report
- Climate Change 2013: The Physical Science Basis , 2013.
- McDonough y Braungart, 2002. W McDonough, M. Braungart, Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things, North Point Press, 2002.
- OMIE, 2013. Operador del Mercado Ibérico de Energía, Resultados del Mercado, <<http://www.omel.es/files/flash/ResultadosMercado.swf>>.
- Otxandioko Udala, 2012. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA ABASTECER CON BIOMASA LOCAL UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE EDIFICIOS MUNICIPALES EN OTXANDIO , mayo 2012, <[http://www.otxandio.net/fitxategiak/Otxandioko\\_biomasa\\_ikerketa.pdf](http://www.otxandio.net/fitxategiak/Otxandioko_biomasa_ikerketa.pdf)>.
- Pfeiffer, 2006. D. A. Pfeiffer, Eating Fossil Fuels: Oil, Food and the Coming Crisis in Agriculture, New Society Publishers, 2006.
- REE, 2013. Red Eléctrica de España, Informes del Sistema Eléctrico Español, <<http://www.ree.es/es/publicaciones/sistema-electrico-espaa%C3%B1ol>>.
- REE, 2014. Red Eléctrica de España, Avance del informe del Sistema Eléctrico español 2013, <[http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/avance\\_informe\\_sistema\\_electrico\\_2013.pdf](http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/avance_informe_sistema_electrico_2013.pdf)>.
- Reijnders, 2006. L. Reijnders, Conditions for the sustainability of biomass based fuel use, Energy Policy, Volume 34, Number 7, 2006, 863-876.
- Roberts, 2009. P. Roberts, The End of Food, Houghton Mifflin Harcourt, 2008.
- Smil, 2008. V. Smil, Energy in Nature and Society. General Energetics of Complex Systems, The MIT Press, Cambridge, 2008.
- UE, 1997. Comisión Europea, Energía para el futuro: fuentes de energía renovables. Libro Blanco para una Estrategia y Plan de Acción Comunitarios, COM(97)599,1997.
- UE, 2006. Comisión Europea, Plan de acción para la eficiencia energética: realizar el potencial, COM(2006)545, 2006.
- UE, 2007. Comisión Europea, Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament. An Energy Policy for Europe, COM(2007)1, 2007.



- UE, 2011a. Comisión Europea, COM(2011)112, Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050, marzo 2011.
- UE, 2011b. Comisión Europea, COM(2011)885, Hoja de Ruta de la Energía para 2050, diciembre 2011.
- UE, 2011c. Comisión Europea, COM(2011)109, Plan de Eficiencia Energética 2011, marzo 2011.
- UNFCCC, 2009. Copenhagen Accord, 2009.
- WBGU, 2004. German Advisory Council on Global Change, World in Transition, Volume Three: Towards Sustainable Energy Systems 3, Londres, Earthscan, 2004.
- WBGU, 2009. German Advisory Council on Global Change, Future Bioenergy and Sustainable Land Use, Londres, Earthscan, 2009.
- Zabalgarbi, 2013. INFORME ANUAL DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE ZABALGARBI, S.A. (AÑO 2012), marzo de 2013.

