

Energiak eta erregaiak

Michel Grenon
Itzultzailea: Ander Etxebarria Otadui

Gizakiak gero eta energia gehiago behar du alor ezberdinetako premiak asetzeko, beti ere neurri ezberdinean gizartearen garapen-mailaren arabera. Baina konturatu da energia hori ez dela agortezina, ezta dohaineko ondasuna ere.

Lan honetan azken urteetako energia-kontsumoa aztertuko da; horri erantzuteko erabili duen eta erabiltzen diren energia-iturriak, eta iturri horien kudeaketan, testuinguru geopolitikoak eta instituzionalak izan duen bilakaera.

Everytime people need more and more energy to fill their needs in different fields, depending on the level of development of the society. Therefore they are already realised that this energy is not neither inexhaustible nor free. This work analyses the consumption of energy in the last years, the source of energy used to respond to the increasing needs and also the progress geopolitical and institutional context has shown.

Bizitza pribaturako dela (elikadura, habitata, joan-etorriak) edo jarduera ekonomikoetarako dela, gizakiak energia erabiltzen du, eta gero eta energia gehiago¹. Baina, eta hala gogorarazten dute aldiro-aldiro “krisiek”, askotariko arrazoiengatik (esate baterako, energia-erreserba batzuk bat-batean agortuko diren pertzepzioa, edo 1973ko petrolioaren krisiak ekarritako tentsio politikoak bezalakoak, edo, noizbehinka, baita nolabaiteko izua ere lortutako produkzio/kontsumo-mailengatik eta beraien ondorioengatik —gogora ditzagun Erromako Klubaren lehenengo txostenak!—), litekeena da forma anitzetan erabiltzen den energia beti eskuragarri ez egotea; eta, edonola ere, ez da dohaineko ondasuna.

Industrializazio-garaian, egur-ikatzaren ordezkapenari esker, munduko energia-kontsumoak izugarriko gorakada izan zuen; zenbait hamarkadatan, XVII. eta XVIII. mendeekin alderatuz, ehunekin biderkatu zen kontsumoa. Eta hazkundeak ez du etenik izan, garai bakanetan izan ezik (Lehenengo Mundu Gerran eta Depresio Handian kasu): 2,6 Gtpb (Giga edo mila milioi, eta tpb edo tona petrolio baliokide) 1950ean; gutxi gorabehera 7 Gtpb 1970ean; eta gaur egun 8,5 eta 9 Gtpb bitartean dago urteko energia-kontsumo osoa, hau da, batez bestez 1,7 tpb inguru pertsona bakoitzeko².

Hala ere, lehen eta orain, zifra orokor horiek diferentzia sakonak gordetzen dituzte. Gutxien garaturik dauden herrialdeek, adibidez, urtean tpb hamarren batzuk besterik ez dute kontsumitzen. Bangladesh hartuz gero, bertako biztanlearen kontsumoa gutxi gorabehera 0,2 tpb/urteko da (energia komertzialei dagokienean soilik; izan ere, energia ez-komertzialak ere badaude, batez ere sutarako egurra eta animalia-energia, baina zaila da kantitate horiek zehaztasunez finkatzea). Europarrak, ostera, 3,7 tpb/urteko kontsumitzen ditu, eta Estatu Batuetako biztanleak 7,9 tpb/urteko inguru. Beraz, Estatu Batuetako kontsumoa Bangladeshekoa baino ia 40 bider handiagoa da. Baina, energiaren ordezkariak kontsumoak konparatzen badira, bi herrialde horien arteko biderkagaia ez da 40, 200 baizik. Energiaren eskuragarritasunean dauden ezberdintasun itzel horiek ondoko datuarekin ere agerian geratzen dira: gaur egun, munduko popula-

1. Jatorrizko testuaren erreferentzia honako hau da: Grenon, M.: “L'énergie et les combustibles”, *Observatoire méditerranéen de l'énergie*.

2. Energia neurtzeko unitateak:

Energia primarioaren (transformaziorik jasan ez duen energia) unitatetzat batez ere tpb (tona petrolio baliokide) eta bere multiploak (Mtpb edo milioi tpb) darabiltzagu, eta noizean behin baita kWh (eta bere multiploak) ere, baina unitate hau baino adierazkorragoa da tpb. Lehen, sarritan tib (tona ikatz baliokide) erabiltzen zen.

Energia ezberdinen kantitate fisikoak lortzeko hona hemen baliokidetasun-koefizienteak:

petrolio	1 tona = 1 tpb	ikatz	1 tona = 0,6 tpb
gas naturala	1.000 m ³ = 0,93 tpb	egurra	1 tona = 0,45 tpb

Elektrizitateak arazoren bat sor dezake elektrizitatearen eta energiaren arteko erlazioa adierazteko modu bi daudelako: zentral termiko batean elektrizitate-kantitate bat ekoizteko kontsumitu beharko litzatekeen energia primarioa (produktzio-baliokidetasuna) har daiteke, edo bestela Joule efektuagatik elektrizitate-kantitate hori zahutzean sortutako bero-kantitatea (kontsumo-baliokidetasuna).

Zenbait iturri estatistiko, hemen erabili dugun BPrena adibidez (Statistical Review of World Energy, 1997), produktzio-baliokidetasunaz baliatzen da elektrizitate nuklearra denean (sorburu termikoko elektrizitatea), erlazio honekin 1 MWh = 0,222 tpb, eta kontsumo-baliokidetasunaz elektrizitate hidraulikoa denean, erlazio honekin 1 MWh = 0,086 tpb.

Horregatik, energia primarioen balantzeetan, nuklearraren garrantzia hidraulikoarena baino hiru aldiz handiagoa da. Diferentzia estatistiko hori desagertu egiten da ekoiztako elektrizitate-kantitateak kWh eta bere multiploetan ematen badira.

zioaren %20k azken energiaren (kontsumitzaileek erabiltzen dutena) %55 baino gehiago dauka, eta beste %80en artean banatzen da geratzen den %45a.

Berebiziko diferentzia horiez gain (oraingoz beherantz ez doazen diferentziak), azken hamarkadetakoa energia-kontsumoak aztertzerakoan, beste fenomeno aipagarri bat agertzen da: azken energia-mota bi nagusitzen ari dira; batetik elektrizitate, eta bestetik petrolio, edo zehazkiago, erregaiak. Dena den, hamarkada batzuetan ikaragarriko garapena elektrizitateak izan du, bai bere kontsumo-mailetan eta bai bere produkzio-tekniketan ere: ikatzezko zentral zaharretik hasi (%10-20ko errendimendu termikoaz) eta gasezko ziklo konbinatuko zentral modernoetara (%55eko errendimendua gainditzen dute gaur egun) edota teknologia sofistikatuena erabiltzen dituzten zentral nuklearretara iritsi da. Bestalde, azken hiru hamarkadak hartuta, azpimarra dezagun munduko elektrizitate-kontsumoa 5.000 TWh (Terawatt-ordu, edo mila milioi kWh) inguru zela 1970ean, gutxi gorabehera 14.000 TWh gaur egun, eta 35.000 TWh ingurura hel litekeela 2025ean.

Automobilari dagokionean (esan beharrik ez dago zein erakargarria den herri guztientzat, klase sozial guztientzat eta batik bat belaunaldi gazteentzat), ibilgailu arinen munduko parkea, kamioiak eta beste ibilgailu utilitario batzuk salbu, 50 milioi ingurukoa zen 1950ean, 190 milioikoa 1970ean, gutxi gorabehera 500 milioikoa gaur egun, eta hogeitun baina lehenago 1.000 milioitik gora egon litezke. Automobilaren eztanda horren ondorioei buruz etengabe hitz egiten da: gero eta “zirkulagaitzagoak” diren hiriak, kutsadura eta... energia xahutzea.

Zeintzuk dira, hortaz, energia-hazkundearen eragileak?

Energia-eskariaren (edo kontsumoaren) determinatzaileak

Oso eskematikoki, ondoko “ekuazio” sinplea idatz daiteke: *energia-kontsumo osoa = (kontsumoa pertsonako) x (populazioa)*. Populazioa hartuz, jakina denez, zenbait hamarkadetatik hona historian parerik gabea den hazkundera bizi dugu, higienaren eta medikuntzaren aurrerapenei lotutako hazkundera; izan ere, aurrerapen horien ekarpen nagusia heriotza-tasen jaitsiera ikusgarria izan da, haurren heriotza-tasa barne. Hain zuzen, gaur egun “trantsizio demografiko” deituriko fasean gaude, edo beste hitz batzuetan esanda, nola edo hala orekan dauden bi faseren artean kokatutako hazkunde demografikoan: antzinako faseko ezaugarriak dira jaiotza- eta heriotza-tasa altuak, eta etorkizunekoak, aldiz, jaiotza- eta heriotza-tasa txikiak. Dagoeneko herrialde garatu asko azken fase horretan daude, eta bertara doaz abiadura handiagoan edo txikiagoan lurralde gehienak.

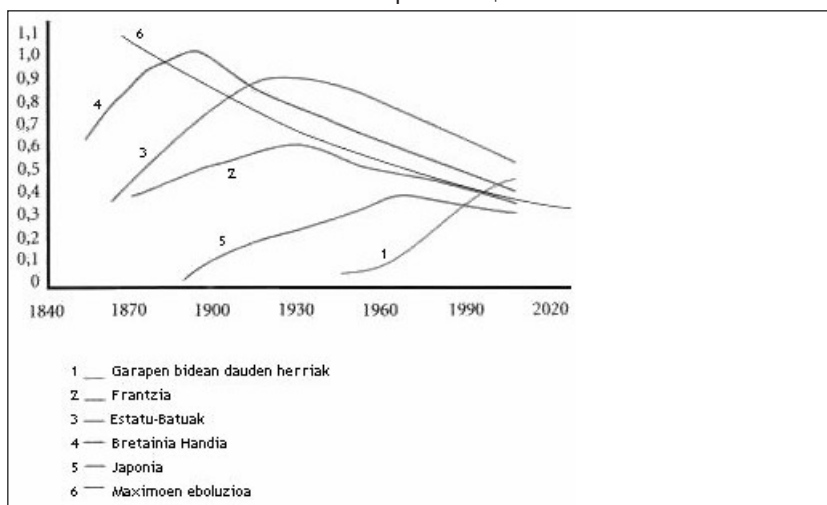
1950ean 2,5 mila milioi biztanle zituen munduak, oraindik orain 6 mila milioiko muga gainditu du, eta 2025ean 8,5 mila milioi ingurura hel liteke New Yorkeko Nazio Batuen Populazio Dibisioaren iragarpenen arabera. 2025. urtea bitartean espero den hazkundera (2,5 mila milioi; 1950ean munduan zegoen adina populazio, hain justu!) batez ere garapen-bidean daudela esaten den herrialdeetan gertatuko da, eta jadanik gertatzen da. Gainera, hazkunde demografikoaren zatirik handiena hirien garapenera doa (hiriak gehituz eta berauen tamaina areagotuz). Gaur, munduan, 15 milioitik gora biztanle dituzten bost hiri badaude, hogeitun buruan beste hamar izango dira, Asian edo Latinoamerikan kokatuko direnak. Eta

herrialde horiek dira, hain zuzen ere, gaur egun energia gutxien kontsumitzen dutenak, eta beraz hazteko potentzial handiena dutenak.

Hazkunde energetikoa hazkunde ekonomikoari estuki lotuta dago. Zenbat eta aberatsagoa izan orduan eta energia gehiago kontsumitzen da. Oro har, hori egia da bai gizabanakoaren eremuan, bai nazioarenean, bai nazioartean. Baina ondokoa erantsi behar da: zenbat eta aberatsagoa izan hobeto erabiltzen da (erlatiboki) energia, 1. irudiak erakusten duenez. Bestela esanda, herrialde bat zenbat eta gehiago garatu ekonomikoki are gehiago garatzen da bere hirugarren sektorea (dendak, zerbitzuak, etab.). Kontuan hartu behar da, NPG unitateko energia-kontsumoa (edo “energia-intentsitatea”) biziki hazi ondoren maximo batetik pasatu eta gero beherantz doala (1. irudiko herrialde industrializatuen kasua da). Aipatzekoa da, halaber, teknologia eraginkorrenak etengabe hedatzen direnez, lurralde bat zenbat eta beranduago pasatu bere maximotik, orduan eta ahulagoa dela goreneko puntu hori. Azken batean, energia-kontsumoak garapen ekonomikoaz batera egiten du gora, baina energia-intentsitateen eboluzioa gertatuko ez balitz baino modu motelago eta efikazagoan.

1. irudia. Energia-intentsitatea eta garapena

Unitatea: tpb/1000 \$ BPG



Laburbilduz, munduko energia-kontsumoak nabarmen gehitzen jarraitu beharko luke. Gaur 9 mila milioi tpb-tik gertu badago, 2025ean 15 eta 20 mila milioi tpb bitartean egongo litzateke aurreikuspen ezberdinen arabera. 5 mila milioi tpb-ko diferentzia horrek (1998ko munduko petrolio-ekoizpena baino %20 handiagoa dena) agerian uzten du etorkizunari begira daukagun ziurgabetasuna. Ziurgabetasuna benetako populazio-mailei buruz, datorren mende laurdeneko hazkunde ekonomikoari buruz eta, are gehiago agian, etorkizuneko bizimoduei buruz eta gure gobernuek hartuko dituzten bideei buruz; izan ere, frenorik gabeko liberalismotik nolabaiteko “estatismora” itzultzea beharrezkoa da, dudarik gabe, erabaki batzuk inposatzeko, edo orientatzeko behinik behin, poluzioaren aurka, klima-beroketaren aurka, etab.

Energia-kontsumoen zenbait ondorio

Ondorioetako batzuk ondo ezagunak dira, arestian aipatutako hirietako automobil-kutsadura kasu. Horrez gain, zabal ikertu dira, eta ikertzen dira oraindik ere, meatzaritzaren ondorio ekologikoak, SO₂ edo NO_x emisioak, ozono-geruzaren urritze iragankorra, hondakinen inguruko arazoak (batez ere hondakin nuklearrak), estetikaren gaineko eraginak, etab. Efektu horien guztien artean batzuek funtsezko aldaketak eskatzen dituzte, esaterako, gutxi edo gutxiago kutsatzen duten energia berriztagarrien (eguzki-energia, haize-energia, geotermia, biomasa...) erabilpena areagotzea edota erabilpen hori masiboa izatea.

Azken urteetan, eztabaida klima-aldaketak bereganatu du neurri batean: kezka dago gas karbonikoaren (CO₂) eta beste gas batzuen kontzentrazioa gehitu eta berotegi-efektuagatik atmosfera larregi berotuko den. Gehiegizko berotzeak ekar litzake basamortuak hedatzea, lur landuen geografiaren aldaketa eta, larriagoa dena, ozeano-mailen igoera, arriskuan jarriz itsasertzean dauden herriak eta baita delten eskualde handiak ere (Ganges, Nilo, etab.). CO₂ kontzentrazioa industrializazioaren aurretik 280 ppmb (milioiko bolumenean) bazen, 1990ean 353 ppmb zen, eta %0,5 inguru gehitzen da urtero, batez ere erregai fosilen erreketaren ondorioz (goitik beherako ordenan, ikatza, petrolio eta gas naturala). Gorantz doan kontzentrazio horren zenbait alderdirekin edo, hobeto esan, zenbait ondoriorekin beti ez dator bat komunitate zientifikoa, baina azken urteetan hainbat erabaki hartu dira nazioartean arazoari aurre egiteko. Garrantzitsuenen artean aipa ditzagun ondokoak:

- Aldaketa klimatikoaren 1992ko hitzarmena. Rio de Janeiroko Lurraren Gailurrean sinatu zen, eta 1994an sartu zen indarrean, 160 nazio baino gehiagok berretsi zutelarik. Hitzarmenak nazio garatuei eskatzen zien 2000. urterako berotegi-gasen aireratzeak 1990eko mailara jaitea. Itxura guztien arabera, beteko ez den konpromisoa!
- Kyotoko protokoloa. Lehenengo urrats hautemangarria izan zen giza jardueraren ondoriozko berotegi-gasen emisioak murrizteko. 1997ko abenduan hitzartu zuten eta legalki bete beharreko hainbat neurri ezartzen dizkie *1-Eranskineko* herrialdeei (herri garatuenean zerrenda), bereziki;
 - 2008-2012 aldian, *1-Eranskineko* herrialdeek, guztira, %5,2 murriztu behar dituzte berotegi-gasak, oinarri gisa hartuz 1990eko isurketa-maila.
 - *1-Eranskineko* herrialde batetik bestera murriztapenak ezberdinak izan daitezke.
 - protokoloan sei gas daude; gas karbonikoa (kaltegarriena), metanoa, oxido nitrosoa, hidrofluorokarburoak (HFC), hidrokarburo perfluoratuak (PFC) eta sulfuro hexafluoruroa.
 - kontuan hartzen dira, 1990etik aurrera lurren erabilpenean eta basoen ustiapenean egindako aldaketei esker lortutako emisio-murriztapen netoak.
 - *1-Eranskinean* azaltzen ez diren herrialdeentzat ez dago inolako obligaziorik.

- “malgutasun mekanismoak” hitzartu dira protokoloaren betetzea errazteko; isurketa-eskubideen trukea³, elkarren arteko aplikazioa⁴, eta “garapen ez-kutsatzailerako mekanismoa”⁵. Azken horrek posible egiten du *1-Eranskinean* ez datozen herriek hitzarmenarekin bat egitea.

Protokoloa abian jarriko da, sinatu duten 55 herrialdek gutxienez berretsi, eta laurogeita hamar egunera, eta baldin eta beraien artean gutxienez *1-Eranskineko* CO₂ igorpenen %55 badago.

Nondik dator, nondik etorriko da energia hori guztia?

1997an kontsumitutako 8.500 Mtpb-tik 3.400 (%40) petroliotik zetozen, 2.000 inguru (%23) gas naturaletik, 2.300 (%27) ikatzetik, 620 (%7,3) nuklearretik eta 226 (%2,7) hidraulikotik⁶. Beraz, petrolioak jarraitzen du izaten munduko lehenengo energia-iturria, hidrokarburoak (petrolio eta gasa) kontsumo osoaren ia bi heren dira %63rekin, eta erregai fosilak (ikatz, petrolio eta gasa) %90 dira.

Eta zein izango da bihar edo etziko egoera? Lehen oharpen bat egin daiteke: munduko energia-arazoen bi osagai nagusienak diren energia-eskaintzaren eta energia-eskariaren artean (gorago ikusi ditugunak), epe ertain eta luzera, iruditzen zaigu ziurgabetasuna handiagoa izango dela etorkizuneko energia-iturriei dagokienean, etorkizuneko eskariari dagokienean baino.

Garai batean, ohikoa zen aipatzea energiaren “ondoz ondoko olatuak” izeneko aurreikuspen-eskema “erosoa”. Atzera eginez, XIX. mendearen erdialdera arte energia-iturri nagusia egurra zen. Geroago, poliki-poliki, egurrak beherantz egin eta onuragarriagoa den ikatzak ordezkatu zuen. XX. mendearen hasieratik, berriz, petrolioak garapen ikaragarria izan zuen, eta ikatza ordezkatu zuen erabilpen gehienetan (elektrizitate-ekoizpenean izan ezik), bere produktu eratorrien aniztasunari esker, eta solido bat erabili beharrean likido bat manipulatzeko duen abantailari esker (hor dago askorentzat “automobilaren eztanda”). Bigarren Mundu Gerra amaitu zenetik gas naturalaren garapena, izugarria hau ere, bizi dugu (aurretik, Estatu Batuek eta SESBk soilik erabiltzen zuten gas naturala eskala handian), ahaztu barik hirurogei/hirurogeita hamarreko hamarkadetan energia nuklearrak izan zuen garapen indartsua.

Hortik dator, eboluzio hori ondoz ondoko energia-olatuen joko gisa azaltzeko ideia (2. irudia) eta baita bere jarraipena zein izango den imajinatzeko ideia ere: energia nuklearrak (fisiozkoak) apurka-apurka gas naturala ordezkatzeko du, eta

3. I.O.: *1-Eranskineko* herrialde batek derrigortuta dagoena baino gehiago murriztu baditu bere isurketak, erabili ez duen murrizketa-baimen zati hori *1-Eranskineko* beste herrialde bati saldu ahal dio.

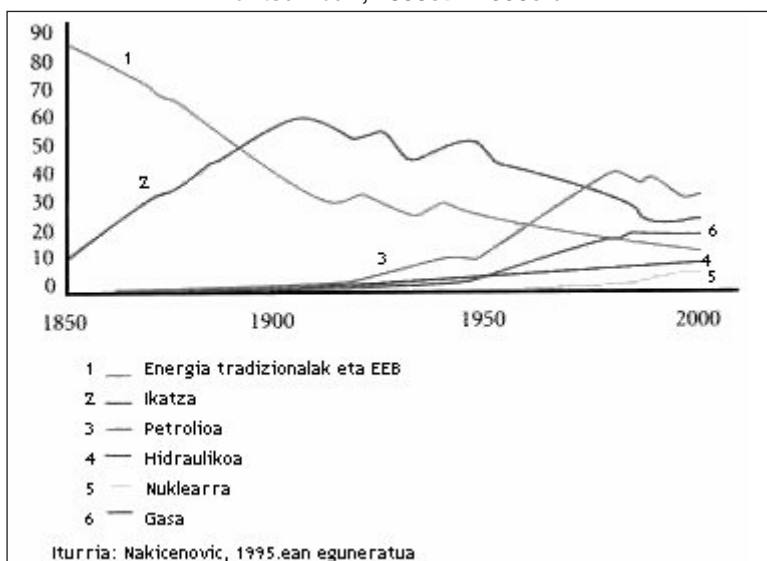
4. I.O.: *1-Eranskineko* herrialde batek zerrenda honetako beste herrialde batean isurketak gutxitzeko proiektu bat finantzatzeko badu, hor lortzen den murrizketaren neurrian igo ahal izango du berak bere isurketa-kuota.

5. I.O.: *1-Eranskineko* herrialde batek zerrenda honetatik kanpoko herrialde batean isurketak gutxitzeko proiektu bat finantzatzeko badu, hor lortzen den murrizketaren neurrian igo ahal izango du berak bere isurketa-kuota.

6. I.O.: Energia primarioei buruzko *British Petroleum*-en datuak dira, eta merkaturatzen diren energiak soilik erabiltzen ditu eta alde batera uzten du egurra, etab. Halaber, energia berriztagarri berriak ez ditu kontuan hartzen.

azkeneko fasean energia termonuklearra (fusiozkoa) edo eguzki-energia edota fusio konbinazioren bat (SOLFUS⁷ izena eman zaiona) etorriko da. Bere garaian eskema baliagarria izan bazen ere, gaur egun zalantzan jar daiteke ondoko arrazoiak direla eta: ikatzak izan lezake oraindik bigarren garapen faserik, eta bere gainbehera “saihestezina” kolokan geratu; fisiozko energia nuklearrak, hasiera indartsua izan arren, ez du aurrera egiten eta ez dirudi prest dagoenik hidrokarburuak ordezkatzeko; eta, gaur egun, fusio termonuklearrak urrun samar ez ezik zalantzagarrria ere badirudi. Hausnarketa horiek bultzatzen gaituzte hobeto ulertzera zein den energia-iturri ezberdinen egoera, baina aurretik kontzeptu batzuk argitzea komeni da, batik bat erreserbak eta baliabideak.

2. irudia. Energia primarioen ehunekoa munduko energia kontsumoan, 1850etik 1990era



Baliabide fosilak (ikatz, petrolio eta gas naturala) lurrazalean daude, metro batzuetara edo kilometro batzuetara kokatzen diren hobietan. *Erreserba* deitzen dira hobi horiek aurkitu ondoren, ondo samar neurtuta (hedadura eta edukian/kontzentrazioan), modu ekonomikoan ustia daitezkeela uste denean (uneko egoeran edo epe motz-ertainera). Baina, nahiko ondo ezagutzen diren erreserba horiek ez dira lurrazalean dauden erregai guztiak: zenbait hobi, non dauden ezagutzen bada ere, ez dira zehaztasunez neurtu; beste batzuk ez dira errentagarriak uneko egoera ekonomikoan edo epe motz-ertainera; beste batzuk, azkenik, oraindik ez dira aurkitu. Horiek guztiak dira *baliabideak* eta, zehazki, azken kasukoei *aurkitzeko dauden baliabideak* deritze (eta beraz, behin aurkituta errentagarriak izango dira edo ez!). Esplorazioa eta ustiapen-teknikak (bata zein bestea gero eta eragin-korragoak) dira bi bide nagusiak erreserba-bolumena handitzeko, hau da, baliabideak erreserba bihurtzeko.

7. I.O.: Hitz horrekin adierazten dira karbonorik gabeko energia-teknologia berriak (eguzki-energia edo fusioa, adibidez); gas naturalak merkatuko mailarik gorena lortzen duenean, 2020. urte inguruan, agertzea espero da.

Ikatza

Ikatz-erreserbak eta baliabideak berebizikoak dira. Energiarako Mundu Kontseiluaren (EMK) arabera (Houston, 1998ko iraila), munduan ia bilioi bat tona ikatz lirateke erreserba eskuragarriak, 984 mila milioi zehazki: 509 mila milioi tona ikatz bituminoso (antrazita barne) eta 475 mila milioi tona ikatz azpibituminoso eta lignito. Sei herrialderen artean daukate erreserba eskuragarrien %75 baino gehiago: Estatu Batuek (%25), Errusiako federazioak (%16), Txinak (%12), Australiak (%9), Indiak (%8) eta Alemaniak (%7). Eta hiru lurraldek soilik kontrolatzen dute nazioarteko ikatz-merkataritzaren %60 inguru (petrolioarekin baino kontzentrazio handiagoa da): Australiak, Estatu Batuek eta Hego Afrikak. Errusiaren, Poloniaren eta Txinaren rol esportatzaileei dagokienean, edo gainbeheran daude edo aldakorak dira.

Ikatzak jarraitzen du izaten energiari erabilgarriena. Izan ere, 72 herrialderen artean banatu zen 1996ko produkzioa: 3,3 mila milioi tona ikatz bituminoso eta antrazita, eta 1,3 mila milioi tona ikatz azpibituminoso eta lignito. Tamaina horretako ekoizpena, munduan, berrehun urte baino gehiagotan mantentzeko. Zifra horrek argitzen du zergatik ez den oso garrantzitsutzat eta oso premiazkozat hartzen hobeto ezagutzea erreserba itzel horiei gehituko litzaizkiekeen baliabideak. Baliabide gehigarri horiek, alabaina, erreserbak baino hamar bider gehiago izan litezke...

Burdintzaz gain, ikatzaren gaur egungo erabilpen behinena elektrizitate-ekoizpen termikoa da (munduko elektrizitate-ekoizpenaren %40 inguru). Arlo honetan aurrerapen teknologiko handiak bidean dira. Esate baterako, lurrunezko zentral moderno klasiko batean (500 eta 900 MW bitarteko potentziaduna) turbinako sarrera-baldintzak 180 bar eta 560 °C badira, eta gehienez %45eko errendimendu termikoa erdiesten bada, ziklo superkritikodun zentral berrietan turbinako sarrera-baldintzak 300 bar-etik gertu daude, 600 °C-tik gorako tenperatura-rekin, eta %45 baino errendimendu altuagoak lor daitezke. Beste hobekuntza batzuk ikatza kargatzeko metodoan egin dira ohantze-fluidizatuak erabiliz (atmosfera-ko presioan edo presiopean), kutsadura asko jaisten baita. Beste aurrerapen batzuk, azkenik, ikatzaren gasifikaziora bideratu dira, gasezko turbina edo ziklo konbinatudun turbina darabilen zentralari begira.

Etorkez handiko aurrerapen horiek guztiek, aipatutako erreserba eta baliabideen ugartasunak, erreserbak eta baliabideak herrialde askotan eskuragarri egoteak, eta balantze energetikoetan elektrizitatearen pisu handiak, eta gero eta handiagoak, posible egiten dute pentsatzea ikatz "garbi eta merkeak", garai batean uste zen bazterketatik urrun, *come back* ikusgarria egin lezakeela...

Petrolio

Manipulazio eta garraio errazekoa da petrolio, baita eraldatze errazekoa ere (produktu anitzetan: karburante edo erregaieetatik hasi, gasoliotik adibidez, eta lubrifikatzaile edo materia plastikoetaraino), eta gure gizarteetan leku garrantzitsua hartu du. Salbuespenak salbuespen (hobi "erraldi" batzuk badaude), petrolio-hobiek ikatz-hobiek baino tamaina txikiagoa daukate, eta industriak nahikoa izan

du erreserban 20-30 urterako kontsumoa izatearekin. Hori horrela, etengabe esploratu eta erreserba berriak aurkitzera behartuta dago industria.

Petrolio Drakek "aurkitu" zuen Pennsylvanian, 1859an, eta ordutik hona kalkulatu da 115 mila milioi tona inguru ekoiztu (eta kontsumitu) direla munduan. 1997. urteko petrolio-erreserbak 140 mila milioi tona inguru ziren, aurreko ehun eta berrogei urteetan ekoiztutakoa baino apur bat gehiago, eta gutxi gorabehera berrogeita bat urteko kontsumoaren adina (baldin eta urtero 1997an kontsumitu zena kontsumituz gero). Erreserba horien ia %77 LPEEko (Lurralde Petrolio-Esportatzaileen Erakundea) herrialdeenak dira: Saudi Arabiak berak bakarrik munduko erreserben %25 baino pixka bat gehiago dauka, Irakek %11, eta Kuwait eta Iranek %9 inguru bakoitzak. Hortik kanpo, munduko petrolio-kontsumitzailearik handienak diren Estatu Batuek (850 milioi tona 1997an, hots, munduko kontsumo osoaren %25), kontsumitzen duten petrolioaren erdia baino gutxiago produzitzen dute (380 milioi tona 1997an), eta munduko erreserben %2,9 besterik ez daukate. Beraien petrolio-politika eta, neurri handi batean, beraien kanpo-politika zifra horien ondorio dira...

Erreserbak alde batera utzita, zer dakigu petrolio-baliabideei buruz, eta batez ere, aurkitzeke dauden baliabideei buruz? Eskola ezberdinen erantzunak ez datoz bat: ezkorrek uste dute, batetik, aurkitu barik egon daitezkeela mundu guztian zehar denera 70 eta 80 mila milioi tona bitartean, eta bestetik, "petrolioaren aroa" XXI. mende erdia bete aurretik bukatuko dela; eta baikorrek uste dute erreserban dagoen petrolio bezainbeste gera daitekeela oraindik aurkitzeke. Nabarmenezkoa da, hala ere, muturreko bi posizio horien artean 2ko faktorea besterik ez dagoela⁸. Ezkorrei berriro helduz, hauxe diote (edo hobeto esan, zioten), jadanik ez dagoela aurkitu gabeko aparteko hobi gehiago; baina Angolan *off-shore*⁹ sakonean duela gutxi egin diren aurkikuntzek adierazten bide dute oker daudela...

Halaber, azpimarratu beharra dago azken hamar edo hamabost urteetan petrolio-teknologiak aurrerapen garrantzitsuak izan dituela: hiru dimentsioko sismika (hobi-analisi ultrafina ahalbidetzen du); zulaketa horizontala (posible egiten du produkzioan jartzea orain urte batzuk direla esplota ezinak uste ziren hobiak); *off-shore* sakona (1.000 m edo gehiagoko uretan), etab. Azken bi hamarkadetako petrolioaren mundua errotik aldatu dute aurrerapen horiek guztiek eta jarraian datozen ezaugarriek: ordura arte gutxi esploratuta zeuden eremuen esplorazio intentsiboak (LPEEtik kanpo!) eta herrialde askoren petrolio-politiken aldaketak, gero eta gehiago onartzen baitituzte konpainia atzerritarren esplorazioak. Hori horrela, pentsa daiteke petrolioak oraindik luzaro mantenduko duela bere posizio bikaina, eta duda barik XXI. mendearen erdialdera arte.

Uste hori indartzen dute ez konbentzionalak deituak diren petrolio-kantitate handiek: eskisto bituminosoak (petrolio edo proto-petrolio portzentajeren bat daukaten harkaitz gogorrak dira), hondar asfaltikoak eta olio astunak (jariakortasun gutxikoak dira eta zailak erauzten). Milaka milioi tona eskisto bituminoso dago, baina ustiapenak urrun dirudi egungo egoera teknologiko eta ekonomikoetan.

8. I.O.: Baikorrek diotena (140 mila milioi tona 1997. urteko erreserbak) ezkorrek diotenaren (70-80 mila milioi tona) bikoitza da, eta alderantziz.

9. I.O.: Esplorazioa edo ustiapena itsasoan egiten denean hartzen du izen hori.

Hondar asfaltikoen (ugariak dira bereziki Kanadan) ustiapena hasita badago ere, ingurumenean arazo larriak eragiten dituzte. Askoz gertuago agertzen dira, ordea, olio astunak, Orinokoko urmaelean, Venezuelan, kantitate handietan daudenak (1,3 eta 1,8 bilioi tona bitartean, eta horietatik 270 eta 300 mila milioi tona bitartean errekupegarriak direla uste da, Arabia Saudirako kalkulatu diren petrolio-erreserbak baino askoz gehiago!): 25 milioi tona urteko produzi litezke jadanik datozen urteetan.

Gas naturala

Asko ez dela, madarikaziotzat hartzen zen gas naturalaren hobia aurkitzea petrolio aurkitzea espero zenean. Izan ere, lurralde gutxi baliatzen zen gas naturalaz, Estatu Batuak eta Errusia salbu, eta gainera petrolio-produktore gehienek zuzian erretzen zuten. Gaur egun, ordea, bakanak dira gas naturala erabiltzen ez duten herrialdeak, nahiz eta baliabide naturalik eduki ez, Japoniak eta Hego Ekialdeko Asiako beste herrialde batzuek erakusten duten moduan.

Gas naturala gero eta lurralde gehiagotan eta gero eta kantitate handiagotan aurkitu izan da, eta hornidura energetikoak dibertsifikatzeko aukera oso erakargarria eskaini du. Bere garraio-kostea, gasbideak erabiliz nahiz metano-itsasontzietan likidotuta eramanez, petrolioarena baino nabarmen altuagoa bada ere (3tik 5erako erlazioan), ingurumenaren ikuspegitik abantaila handiak ditu: petrolioak baino eta, zer esanik ez, ikatzak baino kutsadura eta CO₂ igorpen gutxiago eragiten du. Gainera, gas naturalaren bidez elektrizitatea produzitzeko teknologian aurrerapen garrantzitsuak izan dira hamarkada bat edo bitan, adibidez, hegazkin-turbinen garapenak “ziklo konbinatua” (gas-turbinen ziklo batek eta lurrun-turbinen ziklo batek osatzen dute) ekarri du, eta %55etik gorako errendimenduak lortzen ditu gaur egun.

70eko hamarkadaren hasieran, mundu osoa kontuan hartuta, gas naturalaren erreserbak petrolio-erreserben erdiaren baliokide ziren; gaur ia parekatuta daude, 140 Gtpb (145 bilioi m³) inguruan, alegia, eta hirurogeita lau bat urtetan kontsumituko lirarteke (balduin eta urtero 1997an kontsumitu zena kontsumituz gero). Munduko baliabideen herena Errusiaren esku dago: gutxi gorabehera 49 bilioi m³. Bigarren lekuan Iran dago 23 bilioi m³-rekin (munduko ia %16). Ekialde Ertainak, bere osotasunean hartuta (Iran barne), Errusiak beste gas natural dauka, hau da, 49 bilioi m³. Europako hornitzaile garrantzitsua den Aljeriak, berriz, 3,7 bilioi m³ ditu (munduko erreserben %2,6 inguru). Eta Estatu Batuek, azkenik, 4,7 bilioi m³-rekin (munduko erreserben %3,3), petrolioarekin baino egoera orekatuagoa dute: 1997an 632 mila milioi m³ kontsumitu zituzten (munduko kontsumoaren %29) eta 545 mila produzitu; diferentzia Kanadak betetzen du batez ere.

Esportatzailearik handiena Errusia da: 531 mila milioi m³ produzitu zituen 1997an, baina 331 mila milioi m³ besterik ez zituen kontsumitu. Horrela, gas naturala da Errusiaren esportazio-produktu nagusia. Hala ere, bertako zailtasun politiko-ekonomikoak direla eta, ezin jakin zein abiaduratan garatu ahal izango diren Siberia iparraldean aurkitutako hobi erraldoien ustiapen- eta esportazio-“megaproiektuak”. Gas-baliabideetan bigarrena den Ekialde Ertainak, bere aldetik, batez ere Ekialde Urrunera (energia-iturrietan nahiko pobrea dena eta *boom*

ekonomiko eta industrialean bete-betea dagoena) esportatu izan du, baina Asia-ko krisiaren astindua jaso, eta gaur egun Europara jo du irtenbide bila; dagoeneko burutu ditu bertan *spot*¹⁰ merkatu batzuk (*spot* merkatua, zamatzean, epe ertain edo luzera egiten diren hornidura-kontratuen aurkakoa da).

Nuklearra

Hasiera bizia izan zuen, hirurogeigarren hamarkadan Estatu Batuetan eta gero herrialde industrializatu nagusienetan (Frantzia buruan), baina 70eko hamarkadaren amaieratik motelduta dago. Egoera hori iritzi publikoaren kontrakotasun sarriei lotuta dago, baina baita ere zenbait arazo guztiz ondo ebatzita ez daudela dirudielako, batik bat hondakin erradiaktiboan epe luzeko biltegiatzea. Gas-zentralek, kapital-koste baxuarekin, ondo aprobetxatu dute egokiera hori.

1965ean potentzia nuklear instalatua 7.500 milioi megawatt elektriko (MW) eta 70 erreaktore ziren, 1970ean 21.272 MW eta 103 erreaktore, 1975ean 76.382 MW eta 181 erreaktore, 1980an 142.526 MW eta 262 erreaktore, eta 1985ean 257.837 MW eta 380 erreaktore. Epe berdinean, erreaktore elektronuklearrak zituzten lurraldeen kopurua 10etik 1965ean 30era 1985ean hazi zen. Hortaz, herrialdeak hiru bider gehiago baziren, erreaktoreak bost bider baino zertxobait gehiago, eta munduko potentzia nuklear instalatua 35 bider gehiago (zentralen tamainaren ondorioz). 70eko hamarkadaren hasieran, eskaerak oraindik erritmo bizian handitzen ziren garaian, 2000. urterako 2 milioi MW inguru instalaturik izatea aurreikusten zen. Baina, erritmoa nabarmen moteltzen hasi, eta lurralde batzuetan eskariak bertan behera uztera ere heldu ziren, batez ere Estatu Batuetan. Horrenbestez, 1990ean potentzia nuklear instalatua 327.856 MW eta 422 erreaktore ziren 29 herrialdetan, eta 1997. urtearen amaieran 356.358 MW eta 442 erreaktore 32 herrialdetan, ozta-ozta gaindituz 2000rako aurreikusitakoaren herena.

Lurralde industrializatu askok mantsotu egin dituzte beraien programa nuklearrak, eta batzuek baita geratu ere. Aldi berean, ikerketa-programak segurtasun automatiko handiagoko erreaktore-belaunaldi berrien garapenera zuzendu dira. Edonola ere, gaur egun zentral nuklear bat eraikitzeko epea hamar eta hamabi urte bitartean dagoela, XXI. mendearen lehen hamarkadan zehar eskariek berriro gora egiteagatik (eta hori ez dago inondik inora ere ziurtatuta), pentsa daiteke nuklearrak ez duela balantze energetikoetan pisu handiagorik izango 2020. urtera arte edo harantzago.

1997an, ia 2.400 TWh nuklear produzitu ziren munduan, munduko elektrizitate-ekoizpenaren %17 gutxi gorabehera. Zentral termikoen bidez 2.400 TWh produzitzeko, 620 milioi tpb inguru (ikatzarekin, fuelarekin edo gas naturalarekin) kontsumitu beharko lirarteke, eta kopuru hori ez da batere arbuigarria erregai fosilen munduko balantzean. Ildo horretatik, aipatzekoa da, sorburu nuklearreko elektrizitate-ekoizpena munduan 1997an, sorburu hidraulikoko ekoizpenaren baliokidea izan zela, ehuneko txiki bat gorabehera.

10. I.O.: Merkatu horretan petrolio eta bere eratorriak momentuko prezioan saltzen dira.

Energia hidraulikoa eta energia berriztagarriak

Energia hidraulikoak oraindik garatzeko potentzial handia dauka munduan zehar, baina potentziala txikia da herrialde industrializatuetan, bertako lekurik interesgarrietan instalazioak jarri baitituzte etengabe.

Energia berriztagarriak (hidraulikoa eta biomasa alde batera utzita —adierazi dugu biomasaren estimazioa zaila dela—) energia guztiak erakusteagatik soilik aipatzen ditugu hemen, zeren eta 2010 edo 2020ra arte ez baitute pisu nabarmenik izango balantze energetikoetan (%4 eta %12 bitartean EMKren aurreikuspen baikorrenen arabera). Dena den, horrek ez du esan nahi ez dutela gero eta garrantzi handiagoa izango datozen urteetako politika eta aukera energetikoetan, Kyotoko protokoloari buruz jarduterakoan adierazi dugunez.

Testuinguru geopolitikoaren eta instituzionalaren bilakaera

Petrolioaren lehenengo krisiaren ostean, 1973an, herrialde produktore nagusienak beraien baliabideen gestioaren jabe egin ziren gutxika. Aurretik, garai luze batean, petrolio-konpainia handiek ustiatu zituzten baliabide horiek emakiden bidez. Baina berjabetzeak ez zuen beti berarekin ekarri espero zen garapena. Izan ere, aurrekontu nazional gero eta astunagoek (bai populazioa azkar hazten den herrietako garapen ekonomikoagatik, bai batzuetan asmo handikoak diren programa militarrengatik) ezinezko bihurtu dezakete petrolio- eta gas-baliabideen ustiapenaren finantzaketa guztiz nazionala, baita lurralderik aberatsenetan ere, Saudi Arabian kasu. Hori horrela, petrolioaren lege berrien bidez (hala nola, Aljerian, Venezuelan, Indonesian, eta abarretan, eta era zalantzarik gabean, Errusian edo Persia-Arabiako Golkoko herrialdeetan), berriro zabaltzen ari dira kanpoko konpainia handietara; jokabide horrek jadanik arrakasta izan du Aljeria moduko herri batean, adibidez.

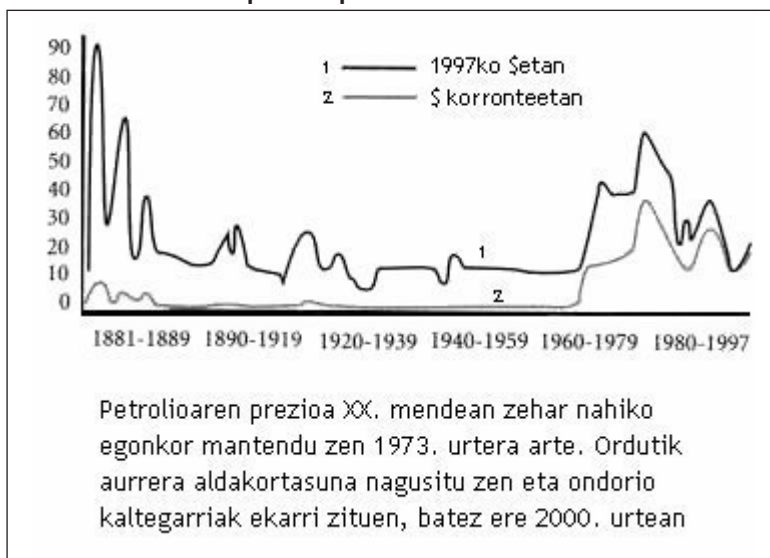
Beste eboluzio garrantzitsu bat —neurri batean 1973ko krisiak eragindakoa — izan zen LPEEtik kanpoko lurraldeetan baliabide berriak bilatzea eta esplotazioan jartzea: Norvegian, Erresuma Batuan, Mexikon, Egipton eta, gutxi dela, Kaspiar Itsasoaren inguruko herrialdeetan. Garapen horiek oso arrakastatsua izan dira, are gehiago arestian aipatutako aurrerapen teknologikoei esker, orain hamarkada bat edo bi ustiatuko ez ziren hobiak gaur ekonomikoki ustia daitezkeelako.

Faktore horiek guztiek eta krisiekin (Asiakoa, Errusiakoa, etab.) loturiko motel-tze ekonomikoak ekarri dute gehiegizko petrolio-eskaintza munduan: urtero 50 eta 150 milioi tona bitartean gehiago. Eta ondorioz, petrolio gordinaren prezioek behera egin dute 1990az geroztik, upela 10 dolarretara heldu arte 1998. urtearen amaieran. 1999tik aurrera, aitzitik, petrolio-kotizazioek igoera garrantzitsua izan dute ondoko arrazoiak direla medio: herrialde industrializatuaren hazkuntza, Ekialde Ertaineko tentsio politikoak eta, Europari dagokionez, euro/dolar moneta-parekotasunaren degradazioa (3. irudia).

Bestelako bilakaera bat, garrantzizkoa hau ere, urte batzuetatik hona munduko energia-alorrean dagoen liberalizazio, “desmonopolizazio” eta pribatizazio-haizea da. Giro horrek, jokoaren arauak nabarmen aldatzearekin batera, jokalaria tradizionalari batzen zaizkien jokalaria berriak ekarri ditu berarekin. Jokoaren arauak dago-

kienean, adibide adierazgarriak dira Europako Batasuneko Batzordearen gas- eta elektrizitate-direktiba biak; izaera zeharo liberala daukate eta Europako Batasunean gasaren eta elektrizitatearen merkatu bakarra (eta lehiakorra) sortzea dute helburu, batik bat garraio-sareen irekiera mailakatuaren bidez.

3. irudia. Petrolio-upelaren prezioaren eboluzioa 1880tik aurrera



Bestalde, garapen-bidean dauden herri askok gero eta gehiago jotzen du elektrizitate-ekoizpen independentera. Garai batean, konpainia nazionalak beraientzat gordetako esparruaz oso jeloskorak izan ziren, baina dagoeneko ez dute finantza-baliabiderik garapen elektriko indartsua mantentzeko, eta nazioarteko eskaintzaz baliatzen dira, maiz BOT (*Build, Operate, Transfer*)¹¹ prozedura erabiliz.

Merkatuen pribatizazioa eta liberalizazioa ezarriz, legegilearen xedea zen aktore-kopurua gehitzea lehiakortasuna sustatzeko eta, *in fine*, prezioak jaisteko kontsumitzaileen mesederako. Eta agertu dira aktore berriak, esaterako: ur-banaketarako konpainia handiak energiaren alorrean sartu dira; petrolio- eta gas-arloko konpainiek negozioan behera egin dute, hau da, elektrizitatea ekoizteari ekin diote; eta alderantziz, elektrizitate-ekoizleak negozioan gora joan dira, gas- eta petrolio-hobien jabegoan sartuz. Aldi berean, aktore tradizional nazional batzuek kokapen on bat lortu nahi zuten nazioartean (horren adibide da enpresa elektriko europarren finkatzea Hego Amerikan berrerosten bidez). Hala eta guztiz ere, nabarmendu behar da, lehiakortasunari hobeto aurre egiteko fusio eta bestelako erosteko eskaintza publiko (EEP) mordera dagoela (batez ere Estatu Batuetan), eta ondorioz, aktore-kopurua handitu beharrean murriztu egiten da zenbait talde erraldoiren probetxurako. Hona hemen adibide batzuk: BP (munduko hirugarren petrolio-taldea) Amoco-ren jabe egin da (laugarren petrolio-konpainia amerikarra),

11. I.O.: Interes nazionaleko obra handiak finantzatzeko modu bat da: eraikuntza-lanak diru pribatuak egiten ditu, eta emakidak irauten duen hamarkadetan ustiatu ostean, herrialde horretako gobernuaren eskutian uzten du.

eta era honetan munduko lehenengo bi taldeetara hurbildu da (Shell eta Exxon); ondoren, Exxon eta Mobil-ek bat egin dute; gero, Total-ek Petrofina erosi du; eta azkenik, Total-Petrofina taldeak Elf bereganatu du.

Konklusioak

Argi dago datozen hamarkadetan petrolioak jarraituko duela energia-iturri nagusia izaten, baina ez dago hain argi zein petroliok. Ekialde Ertainekoa bada, zein proportziotan? Eta zelako Ekialde Ertaina? Bakean, eta ezbairik gabe etorkizunera begira eta nazioartearekin eta euro-mediterraneoarekin lankidetzan, edo zatituta bere aberastasun, etnia, erlijio, eta abarren diferentziengatik?

Eta Errusiak edo, hobeto esan, SESB ohiak, bere petrolio- eta gas-erreserba handiekin (Errusiak eta Erdialdeko Asiako herrialdeek), baina ezegonkortasun politikoaz batera produkzioa ateratzeko zailtasunekin, nondik joko du?

Teknologia, bestalde, berebiziko faktore bihurtu da erregaien posizio erlatiboei dagokienez. Kontuan hartzekoak dira, besteak beste, jarraian datozen ezaugarriak: petrolio "zailen" produkzio-prezioak asko jaitsi dira, lortu barik oraindik, noski, Ekialde Ertaineko prezio baxuak; gas naturalaren erabilpen-teknikak gero eta eraginkorragoak dira; eta ikatzaren arloan, elektrizitatea produzitzeko teknologia garbi mordoa bidean da.

Eta arazo instituzionalei buruz ez da gehiegi esatea gaur egun gaizki neurtutako trantsizio-garai batean gaudela. Galderak asko dira. Neurrigabeko lehiakortasunak, EEP eta bestelako erosketekin, aktoreetan zein berregituraketa ekarriko du? Merkatuek, batez ere epe motzera begira daudenez, nola hartuko dituzte kontuan epe luzeko interesak, hala nola, hornikuntzen segurtasuna (edo krisi politikoa bada, aldi baterako hausturak) edota ingurumenaren babesaren erronkak? Zein mekanismo erregulatzailer ezarri behar dira eta zein erregulatzailerren eskuetan?

Hitz batez, biharko energia, eta are gehiago etzikoa, zalantzaz beteta dago...