

HIDROGENOAREN EKONOMIA ETA EKOEKONOMIA (ppt 1)

Orain dela hiru bat aste **Pedro Miguel Etxenikeri** entzun nion behin galdera bat egin ziotela: *nora zoaz Jose Miguel? Eta bere erantzuna: hemendik bi hilabetera daukaten inprobisazioa prestatzera.* Nere gaurko “inprobisazioak” hiru atal nagusi ditu. Lehenengoan, gaiari heltzerakoan nere begiradaren oinarritzko zutabe edo buru-mapa. Bigarrenean, gaurko energia trantsizio testuinguruan Hidrogenoaren ekonomiari dagozkion hainbat osagai eta datu azalduko ditut. Besteak beste, historia, teknologiak, azpiegiturak, erabilerak eta eszenarioak. Eta azkenik Ekoekonomiaren inguruko hausnarketa batzuetaz arituko naiz.

NERE BEGIRADAREN KOKAPENA

“Buru-mapak” idazlan baten ordenarako tresna garrantzitsuak dira. Baina baita norberaren bere gisako ikuspegia ere, obserbazio ikuspuntua noski. Zenbat idazle, hainbat buru-mapa. Zenbat buru-mapa errealitatearen hainbat deskribapen ezberdin. Onartzen dut begiraletik kanpo errealitate bat dagoela eta aldi berean errealitate horren parte dala. Obserbatzailearen neutraltasun zientifikoa beti joera partikular batzuek mugatua dela. Sesgo horiek norberaren genero, kokapen social eta bizi-kultura esperientziak osatutakoak izaten direla. Orduan, ondorengo analisia hiru jarrerak baldintzatutakoa izango da.

Lehenengoa, gizonezkoa, burges txikia eta herri txiki baten jaioa izatea.

Bigarrena azaltzeko, **Blaise Pascalen** esaldi hura gogoratuko dut: *“Nola gauza guztiak eraginak eta eragileak, lagunduak eta laguntzaileak, tartekoak edo albokoak diran. Eta nola denak,- bai ezberdinenak eta bai bata bestetik urrunenak ere,- batzen dituen lotura natural eta ohartu ezinezko batengatik irauten duten, osoa ezagutu gabe ezinezkoa zait zatiak ezagutzea eta ezta zatiak ezagutu gabe osoa ezagutzea ere”* (19) (20)

Chris Freeman-ek dioenez, zientzia, teknologia, ekonomia, politika eta kulturaren autonomia erlatiboa izanik, garapen prozesu bakoitza benetan nola gertatzen den ulertzeko edozein ahaleginetan, denak kontuan hartu behar dira. Nahiz eta ulertze horretan teknologiari leku nagusia dagokion, eragina elkarren hartekoa izaten da.

Eta zer esan nahi du gero erabileko dudan **dialogika kontzeptuak**? Bi printzipio edo kontzeptu,- aldi berean kontrakoak, banandu ezinak eta behar-beharrezkoak,- batzen dituela errealitate berbera ulertzeko. **Niels Bohr** fisiko famatuak azaldu zuen bezala, *“egi baten kontrakoa ez da errorea kontrako egi bat baizik”*. Horrela kontraesana mugimenduaren motore bihurtzen da.

Eta hirugarren, ekonomia eremuan ekonomia ebolutiboaren ikuspegi holistiko eta dinamikoa. **Karl Marx** eta **Joseph Shumpeter** bera ere eboluzio-ekonomiaren aintzindari bezala hartu dezazkegu. Nahiz eta Marxek gizarte-dinamikaren motore bezala **clase borroka eta langilegoa** jarri, eta Shumpeterrek berriz **ekintzailea (enpresa-gizona) eta berrikuntza (desegite-sortzaile prozesu ezauna)**. Onartu beharra dago bigarrenaren teoria dela nagusi gaurko munduan. Shumpeterrek esaten zuen *“beraz, bizitzaren legea ez da oreka eboluzioa baizik”*. Hori baieztatzeko **Bill Bygraveren** formula zaharra gogoratu besterik ez dago: *oparotasunaren motorek ekintzailearen eta berrikuntzaren konbinazioa da.*

Bere gora-beherakin izanda ere onartuta daukagu oparotasuna aurrerapen zientifiko eta teknologikoekin sakon erlazionatuta dagoela. Teknologiak gizakion arazo guztiak konpondu

dituelakoen esperantza eta fedea oso zabaldua dago. Hori garbi asko ikusten ari gara gaurko energia trantsizio testuinguru honetan, batipat sektore horietan interesak dauzkaten enpresa-gizonen adierazpenetan. Eta onartu behar dugu pentsakera molde horrek aberastan eta ekarpen handiak egin dizkiola gizarteari, bereziki lehen munduan jaio eta bizitzea tokatu zaigunari.(42)

Carlota Pérezek adibidez,-Shumpeterren jarraitzailea batzuen ustez,- ekonomia ebolutibo ikuspuntu batetik, gizarte-sistemen bilakaeraren interpretazioa industria zikloen analisi historikoan oinarritzen du. Bere iritzian, historian zehar egundoko aurkikuntza teknologikoak herrialde jakin batzuetan (epizentroak) egiazko oparotasun olatu-kolpea eragin dute eta gero beste herrialde batzuetara zabaltzen joan dira. (ppt 2)

Ikertzaile asko dago oparotasunaren eboluzioa teknologia, ekonomia, politika eta geografiarekin erlazionatuta aztertzen aritu direnak. Carlota Pérezen ikuspegian 1770-2000 epean bost teknologia iraultza, bakoitzak bere ekonomia espantsioa eta sektore ekonomiko eraldaketarekin, gertatu dira:

- I.-1771ean Gromforden (Lancashire) Arkwrighten lehenengo kotoi irundegi mekanizatu abian jartzen da. Hasten da **industria iraultza** Ingalaterran. Ordurarte energia iturriak egurra, ura eta ikatza. Haizea berriz Erbeheretarrak maisuak izan ziren belaontziak mugitzeko.
- II.-1829an Rocket lurrinezko motorea frogatzen da Liverpool- Manchester trenbidearentzako. Hasten da **lurrina eta trenaren aroa** Ingalaterran. Olatua Europara eta Estatu Batuetara hedatzen da. Euskal Herrira ere noski.
- III.-1875ean Pittsburgen (Pensylvania) Carnegieren Bessemer altzairu-fabrika inauguratzen da. Hasten da **altzairua, argi indarra eta injeniaritza astunaren aroa** Estatu Batuetan. Estatu Batuak eta Alemaniak jada Ingalaterra gainditu egin zuten ahalmen ekonomikoan. Aurreko energia iturriei argi indarra gehitzen zaie.
- IV.-1908an Detroiten (Michigan) Forden fabrikatik lehenengo Modelo T autoa irtetzen da. Hasten da **petrolio, automobila, etxetresna elektriko eta masa-produkzioaren aroa**. Hasieran Alemania eta Estatu Batuak munduko ekonomia lidergoa lortzeko elkarren aurka aritu ziran. Garapen zikloa Europara hedatzen joan zen. Energia berri bat, petrolio, bihurtzen da gizarte eta ekonomiaren oinarri nagusi bezala, baita geopolitikaren elementu garrantzitsua batean ere.
- V.-1971ean Santa Claran (Kalifornia) Intel mikroprozesadorearen (komputagailua chip batean) berri eman zuen. Estatu Batuetan hasten da **informatika eta telekomunikazioen aroa**, Europara eta Asiara (Japonia) hedatzen joaten dana. Gero 1990eko hamarkadan Internet azaltzen da eta gaurko **gizarte digital edo informazionalen** murgilduta gaude. Petrolioari energia nuklearra ere gehitzen zaio energia iturri berri bat bezala.

1953an **James Watson, Francis Crick** eta ahaztutako **Rosalind Francklingen** laguntzarekin ADNaren helize bikoitzaren modelo proposatu zuten. 2008an ITER fusio-erreaktore nuklearraren eraikuntza hasi zen Frantzian. Ingeniaritza genetiko, energia produzitzeko teknologia, nanoteknologia edo adimen artifiziala ote dira seigarren olatu teknoekono-

mikoaren big bangak? Non kokatzen da aurkikuntza hauekin lotutako negozio berrien eta boterearen epizentroa? Zenbat denbora eta norantz hedatuko da oparotasunaren olatu berri hau? (ppt 3)

Energia sektorean benetako iraultza teknologikoa fusio-erreaktorea seguru eta operativo bat abian jartzea izan daiteke baina, gero ikusiko dugun bezala, posibilitate hori 2050etik hara-ago kokatu behar da.

Aldaketa teknologiko handiek, lehen eragin zuzena ekonomia produktibo eta finantzetan izaten dutenez, industria berri batzuen hazkunde azkarra ekarri ohi dute. Eta ondoren teknologia berriak erabiltzeko moduak aurkituz eta gizarte antolakuntza eta kulturaren aldaketak eraginez ziklo oso bat eragiten dute. Teknologia aldaketa handiak ez dute industria berri batzuen hazkunde ikaragarria bakarrik ekartzen,– etekinak ere,– industria askoren zahartzea eta kasu batzuetan desagertzea ere bai. Baita teknologia berriak barneratuz industria zahar edo heldu batzuen gaztetzea ere.

Edozein ekonomietan, funtsezko teknologia berriak suspertzearen eta hazkundearen oinarri bihurtzen dira. Adibide bezala, IKTak gaurko ekonomiaren funtsezko teknologiak dira eta bizirauteko negozio guztiak “informazionalizatu” egin behar dira. Adimena, informazioa eta zerbitzuak gehituz edozein produkturen balioa handitu daiteke. Eta zer esan gaurko kultura, gizarte harreman eta botere berrien inguruan?

Lehenik, hogeit hamar urteetan eraldia antzerako giro bat sortzen da iraultza teknologikoa sortu dan erdialdean, kasu honetan Estatu Batuetan. Azpiegitura berriak,- Internet bera – produktu berriak, zerbitzu berriak, negozio berriak, aukeraz betetako mundu bat irekitzen da. Finantza merkatuen leherketa bat ere, puztu eta puztu lehertu harte.

Ekoiaren berriaren goranzkoak ondo kokatutako enpresen irabaziaz izugarri altxatzen ditu eta asko eta asko ere bidean gelditzen dira. Oparotasun polo bat erdialdean eta pobretze erlatibo bat periferian. Hori da merkatu “libre” sistemak beste jauzi teknologiko bat – beste ekonomia hazkunte handi bat - eman ahal izateko aberastasuna konzentratzeko modua.

Energia beti egon da gizartearen eboluzioaren oinarrian. Ikusi dugun bezala iraultza teknoekonomiko bat baina gehiago erregai zaharrak edo erregai berriak erabiltzeko asmakizun teknikoek eraginak izan dira. Hamarkadatan, mendeetan esango nuke, barne produktu gordina (BPG) eta energiaren eskaria alderatzen duen grafikoan bata bestearen antzeko joan diran bi marra margotu dira.

Gizartearen eboluzio eredu horrek planetaren kutsaze eta materia hornitzaile zamaren mugak gaintzea eraman gaitu. Eta nola ez, klima aldaketaren arazoan ere energia kontua gai nagusi bihurtu da. Baina gaurko energia-teknologia garapen zorabiatu hau zientzialarien ikerketek eta gizarte zibilaren presioak eragiten du. Klimaren aldaketa zientziaren eta arrazoiaren kontu bat da, ez hazkundearen eta irabaziena, ez arrazoi ekonomikoarena (50). Botere publikoen eta sektore horretan interesak dauzkaten arteko tensioak azaltzen asi besterik ez dira egin. Enpresa-gizonen pentsamendua adierazpen honek garbi azaltzen du: *“Es muy difícil jugar a adivinar el futuro. El desarrollo tecnológico va a ser la llave para que los centros de producción permanezcan abiertos. Tendremos que adaptarnos. Las ayudas parece que volverán a ser importantes”* (39)

HIDROGENOAREN EKONOMIA (3)(23)(25)

1921ean **John Haldane**, genetika eta biologia ikerlari Britainiarrek hitzaldi bat eman zuen Cambridgeko Unibertsitatean, eta han aurreikusi zuen nola Britainia Handian argi indarra sortzeko ikatza gutxitzen joango zela. Bere soluzioa hidrogenoa sortzeko haize-errotaren sare bat sortzea izan zen. Energiaberriztagarri eta hidrogenoaren oinarritutako ekonomia baten aldeko lehen proposamena noski (23)

Hidrogenoaren ekonomia kontzeptua bera **John Bockris**ek asmatu zuen 1970ean General Motors Technical Centeren eman zuen hitzaldi batean. Eta hidrogenoaren ekonomiarekiko interesaren aztarna gehienetan Michigan Unibertsitateko **Lawrence W. Jones**en 1970eko txosten tekniko batera jarraitu daiteke (3)

1970eko hamarkadan, petrolio krisiaren garai haietan, munduak "petrolio aroa" bukatutzat eman zuen eta "hidrogenoaren soluzioa" deitzen zitzaion aldeko joera indartsua piztu zuen. Orduan burutu zen **The Hydrogen Society**. Hidrogenoa hain ugaria izango zenez dena "energia bektore" alternatibo honekin ibili ahalko zen (23)

1990ean **Europar Komisioak** Quebeceko izugarritzko energia hidrauliko aberastasunaz baliatuz uraren elektrolisiaren bitartez hidrogenoa sortu eta Europara garraiatzeko aukera aztertu zuen (23)

Urte gutxi batzuetan estalita egon ondoren 2000. urtean "uraren deskonposaketa termalean" jarri zen arreta eta hidrogenoaren interesaren susperraldi bat gertatu zen. Hainbat kritikari eta teknologia alternatiboak proposatzen zituztenek puztutako propaganda huts bezala deskribatu zuten gehiegizko arreta hura (3)

2002an **Jeremy Rifkin** ekonomilariak (24) inongo luzapenik gabe "hidrogenoaren gizarte batera" aldatzea proposatu zuen bere liburuan. Energia berriztagarriak hidrogeno forman bilduta "Hirugarren Industria Iraultza" deitzen zionaren zutabe bihurtu zitezkeela aurreratu zuen. Askok "guru" baten amets edo ilusio bat besterik ez zuten ikusi Rifkinen liburuan.

Ez da ezer asko egin bide horretan eta 2010eko hamarkadan, klima beroketaren arazoak akuilatuta, hidrogenoak berriz ere interesa berpiztu zuen, orain "energía eramaile" bezala. Energia-pila eta hainbat eta hainbat teknologia ikerketaren aroa habian jarri zen. Gobernu askok eta askok hidrogeno planak abian jarri zituzten. Horien artean aitzindari bezala **The US Department of Energy** 2004ean abian jarri zuenaren kronograman garai hartako agertoki orokorra ikusi dezakegu (26) (ppt 4)

Gaur egun hidrogenoaren ekonomía (3) hidrogenoa erabiliz elektrifikatziorako zailak diren sektore ekonomikoen deskarbonizatzeari buruz ari da. Erregai fosilen erabilera pixkanaka guxitu eta klima aldaketa mugatzen joateko, hidrogenoa sortzeko haize eta eguzkia bezalako energia berriztagarriak erabili daitezkelako. Hidrogenoa uretik sortu daiteke eta erretzerakoan ur lurrina besterik ez du askatzen atmosferara.

Adibidez egungo hidrokarburo ekonomian beroketa batez ere gas naturalarekin hornitzen da eta garraioa berriz petrolioarekin. Argi indarra berriz ikatza, petrolio, gas naturala nuklearra eta berriztagarriekin sortzen da. Hidrokarburoak erretzerakoan karbono dioxidoa eta beste kutsatzaile batzuetan botatzen dute atmosferara. Eta energia eskaera igo eta igo ari da bereziki

China, India eta beste garapen bidean dauden herrietan. Hidrogenoa energia iturri garbiagoa izan daiteke karbono dióxido bezalako kutsatzailerik bota gabe.

2021ean hidrogenoaren ekonomiaren analisia eta aukerak aztertzerakoan klima aldaketaren testuinguruan kokatu behar dira. Bukatu berri dugu COP26a Glasgoven eta ikusi dugu nondik dijoazten helburuak, konpromisoak eta planak. Ikatza eta erregai fosilak dira klima aldaketa eragiten duten isurketen arduradun nagusiak eta herrialde guztiei eskatzen zaie 2030erako aurreikusten zituzten CO2 isurketen helburuak “gainbegiratzea eta sendotzea 2022an – haintzat hartuta, “herrialde bakoitzaren baldintzak” -, hain zuzen, 2050erako deskarbonizazioa lortze aldera. Itunean jasotakoek helburu dute, 2015eko Parisko Hitzarmentean zehaztu moduan, XXI.mendearen amaieran planetaren temperatura 1,5 gradu baino gehiago, ez igotzea industrializazioaren aurretiko garaiarekin alderatuta. Dirutza beharko da deskarbonizazioa iritsi nahi bada. Europako batzordearen arabera, 2030erako ezarri dituzten helburuak betetzeko urtero 470.000 milioi euro inbertsioak beharko dira (40) Diru horren zati handi bat I&Gera joango da eta zati bat hidrogenoaren teknologiak hobetzera, berriak sortzera eta esperimentazio proiektuak garatzera.

Etorkizuna igarritzea ezinezkoa da baino gaurko erabakiak hartu eta ekimen egokiak abian jartzeko agertokiak irudikatzea da daukagun tresna egokienetako bat. Nazioarteko Energia Agentziak (IEA) bi agertoki erabiltzen ditu hidrogenoari buruz bere azalpenak egiteko: NZES (Net Scenario by 2050) eta APS (Announced Pledges Scenario) Lehenengoan azaltzen da zehatztasun guztiarekin zer behar dan energia sektorean 2050rako CO2 isurketak zero izateko, eta horrela Pariseko Hitzarmenaren anbizio handiko helburua lortzeko: temperatura globalaren igotzea 1,5 °Cra mugatzea. APSan kontuan hartuz gobernuek gaur arte beraien ekimenetan iragarri dutena betetzen bada noraino iritxiko garen klimari buruz hartutako helbuak lortzeko bidean. Bietan azpimarratzen da teknologia ezberdinen kontribuzioa, hidrogenoa barne.

Nere ustez NZESa agertoki desiragarria eta beharbada APSa agertoki posiblea dira. COP26aren bukaerako hitzarmena eta sentipenak kotuan hartuta, NZESa nahiko utopikoa iruditzen zait. Hori kontuan hartuta, analisia ez luzatzeko, ondoren perspektiba horri bakarrik lotuko naiz. Beste modu batera esanda, baikorregia dala.

Hidrogenoa

Pisuka hidrogenoak energia dentsitate altua dauka baino bolumenez oso baxua. Nahiz eta asko konprimatu, solidoetan gorde edo likidotu, bolumenez dentsitatea gasolinarenaren laurdena besterik ez da; pisuka berriz gasolina edo gas naturalena baino hiru alako da. Hidrogenoak ibilbide luzeko garraioa, produktu kimiko, burni eta altzairu produkzioa dekarbonizatzen lagundu dezake. Baita energia berriztagarria urrutira eraman eta denbora luzez biltegitratzeko adibidez, haizearekin edo eguzkiarekin sortutako argi indarra.

Hidrogenoa erregai indartsu bat da, adibidez koheteetan erabiltzen da, baino eskala handiko hidrogenoaren ekonomia bat sortzeko oraindik desafio tekniko asko daude. Horien artean hauek aipatuko nituzke: motore, lanabes eta tresneria, hodi sare eta denbora luzerako biltegiak garatzeko zailtasunak; gaur egun hidrogenoarekin arriskurik gabe ibili daiteken motore teknologia gabezia erlatiboa; segurtasun arazoak, hidrogenoak airean dagoen oxigenoarekin daukan errektibotasun handia dela eta; elektrolisiaren bitartez hidrogenoa sortzearen kostuak; eta ura banatzeko teknologia fotokimiko eraginkor baten gabezia.

Hidrogenoa erabili daiteke baita **erregai-pila** batean erregai bezala. Erregai-pilak argi indarra sortzen du eraginkortasun handiarekin, elektrolisiaren bitartez ura banatzeko erabiltzen den teknologiaren alderantzizko prozesu batean.

Hala ere hidrogenoaren ekonomia poliki-poliki hazten ari da beti karbono-gutxiko ekonomia-
ren zati txiki bat izanik.

Gaur egungo produkzioa

Hidrogenoa Unibertsoko elementurik ugariena izanik ez da energia primarioa petrolioa edo gas naturala bezala. Salbuespen batzuk kenduta naturan ez dago eskuragarri zuzenean. Energia bektore bat da.

Hasieran ez zen pentsatzen hidrogeno gasa biltegi naturaletan egon zitekeenik baino ikusi da hori ez dela kasua. Azken urteetan hainbat ingurune geologikoetan aurkitu da eta horrek hidrogenoa lortzeko eremu berri baterako bidea ireki du.

2019arte ia hidrogeno guztia erregai fosiletatik sortzen zen eta urtero 830 tona karbono dióxido botazen ziren airera. Eta hidrogenoa sortzeko lau metodoetatik NGCC (Gas Natural Combined Cycle) gas naturalaren errekontza partziala zen biderik eraginkorrena.

Merkatuaren eta erregai fosilen prezioaren goraldiak ere hidrogenoa sortzeko beste bide alternativo eta merkeagoen interés handia suspertu zuen.

ekoizteko metodoak edo teknologiak

Litosferan hidrogeno gehiena oxigenoari lotuta uretan dago. Hidrogeno molekularra (H₂) fabrikatzeko erregai fosil edo ura bezalako hidrogeno eroale bat behar da. Erregai fosilak erabiltzerakoan **SRM (Steam Methane Reforming)** prozesuan baliabide fosila kontsumitzen da eta CO₂a botatzen da airera. Hala ere **Methane Pyrolysis** deitzen zaion prozesu berrian ez da CO₂a isurtzen. Bi prozesu hauek ez dute energiari behar erregai fosiletik haratago.

Elektrolizagailu bat uretan sartutako eta mintz porotsu batek banandutako bi elektrodok osatzen dute. Hidrogeno gasa katodoan azaltzen da eta oxigenoa anodoan. Nola urak ez duen argi indarra eroaten elektrolito bat gehitzen zaio eta elektrolisia inguru oso korrosiboan gertatzen da. Eta argi indar asko kontsumitzen du. Ura banatzeko, energia primarioarekin (fosilak, beste erregaiak, nuklearra eta energia berriztagarriak) sortutako argi indarra edo beroa,-prozesu termikoa,- behar dira. Ikerketa asko dago abian hidrogenoa ekonomikoki produzitzeko. **(ppt 5,6)**

Temperatura Altuko Elektrolisian argi indarra eta beroa batera erabiltzen dira. Beroa ere erabiltzerakoan energia gutxiago bihurtzen da bi aldiz- berotik argi indarrera eta, gero forma kimikora- eta horrela hidrogeno kiloko askoz ere energia gutxiago kontsumitzen da. Erreaktore nuklearrak bero nuklearra erabiliz ura zatitu eta hidrogenoa sortzeko ahalmena du. Prozesu hau laboratorioran frogatuta dago baino ez oraindik merkatuan.

Presio Altuko Elektrolisian, elektrolizagailu arrutarekiko ezberdintasuna hidrogenoa comprimuta sortzen dala (120-200 bar). Hidrogenoa elektrolizagailuan konprimituz,- comprimite kimikoa deitzen dan prozesu batean,- kanpoko konpresiorik ez dela behar.

Elektrolisiaren erabilera bizkor hedatzen ari da. 2020ean prozesu honen bitartez hidrogeno produkzioaren %0.03 besterik ez zen. 2030erako munduan jarritako elektroliziagailuen kapacitatea 54 GWra iritxi daiteke, aurreikusiak eta eraikitzen ari direnak kontuan hartuta. Energia nuklearra hidrogenoa produzitzeko posibilitateak esploratzeko dozena bat frogaketa-proiektu ere abian jarrita daude.

Horrela beste hainbat teknologia esperimental gehiago aipa daitezke (ppt 5,6): Biocatalysed elektrolisis, Photoelectrochemical water splitting, Fermentative biological hydrogen production, Biological hydrogen, Concentrating solar-thermal, Thermochemical production, Microwaving plastics, Concentrating solar-thermal, Photoelectrocatalytic production eta Thermochemical production

Hidrogenoa beste prozesu kimiko batzuen azpiproduktu bezala ere. Adibidez, elektrolisiarekin sortzen dan hidrogenoaren zati bat kloroa produkzitzeko sodio kloruroaren elektrolisi prozesuan sortzen dala.

Nahiz eta kode araurik ez egon koloreak erabiltzen dira hidrogenoaren garbitasuna adierazteko. **Hidrogenoa berdea** uraren elektrolisia bezalako zero isurketa prozesu baten bitartez sortutakoari deitzen zaio. Eta prozesu horiek, aldi berean, haizea, eguzkia, nuklearra, hidraulikoa, olatuarena edo marearena bezalako zero isurketa energia iturriekin hornitutakoak direnean.

Industrian erabiltzen dan hidrogenoaren zati txiki bat bakarrik sortzen da uraren elektrolisiatik. Batik bat ikerketa laborategi eta erdieroale produkziorako erabiltzen dan hidrogeno purua

Baino gas naturaletik zero berotegi gas isurketarekin.- Methane Pyrolysis prozesuan,- sortzen bada **hidrogeno turquesa** bezala ezagutzen da. Erregai fosiletatik eta berotegi gasak isuriz sortzen denean **hidrogeno grisa** deitzen zaio. Prozesuan carbono dióxido gehiena biltzen bada **hidrogeno urdina** bezala ezagutzen da. Ikatzetik lortzen dana berriz **hidrogeno marroia** bezala.

Erregai-pila (fuel cell)(23)(25)

William Grove, Britainiar zientzialariak 1839an aurkitu zuen, zenbait baldintzetan, hidrogenoa eta oxigenoa bateratu egiten direla, ura sortuz eta argi indar eta bero pixka bat askatuz. Horrek erregai-pilaren asmatzaile egin zuen. Prozesua ez da errekuntza bat prozesu elektrokimiko bat baizik.

Hidrogenotik argi indarra sortzearen eraginkortasuna nahiko baxua da. Azken finean argi indarrarekin, hidrogenoaren bitartez, argi indarra sortzea da. Eta hor bait dago ikerketarako gai gako bat. 1962tik metanoarekin zuzenean hornitzeko saiakerak egin dira baina arazoa oso tenperatura altuak izatea da. Argi indarra eta beroa batera sortzen duten bi erregai-pila daude: oxido solidozko erregai-pilak (SOFC) eta polimerozko elektrolito mintzezkoa (PEMFC).

Erregai-pilak gakoak dira hidrogenoa eta beste erregai batzuekin argi indarra, eta bereziki garraio sektorean erabiltzeko. 2021eko ekainaren bukaeran 40.000 FCEV (fuel cell electric vehicle) zebiltzan errepideetan. Konparaziorako, 2020ko bukaeran 11 milio EV (electric vehicle) zeuden munduan, eta 350 modelo. Hiru modelo PLDV (passenger light-duty vehicles)

zeuden: Hyundai NEXO, Honda Clarity eta Toyota Mirai. Bestalde, 12 erregai-pilazko autobusak eta 5 erregai-pilazko kamioi daude merkatuan.

Energia nuclearra eta hidrogenoa

Gogoratu behar dugu Europar Batasunaren historiaren hasiera energian oinarrituta dagoela. 1951an Ikatzen eta Alzairuaren Europar Comunitatearen tratatua ikatzen eta alzairuaren merkatuak batu ziran. 1958an energia atomikoak batu zituen oraindik gehiago sei fundatzaileak **Euratom** tratatuarekin. Hasieratik ikerketa izan zen kezka nagusia, gaur egun gertatzen den bezala. Euratomen ondoren, ikerketan elkarlana bultzatzeko, **Joint Research Centre (JRC)** sortu zuten. Lehen JCRa Ispra izeneko Italiako hiri baten jarri zen. Eta hasiera hasieratik JCRk, beste gai batzuen artean, uraren banaketan jarri zuen bere arreta. Hidrogenoa uretik sortzeko egitasmo zehatz bat onetsi zuen Europar Komisionak (23).

1959ean Cesare Marchetti fisikaria heldu zen Isprara. Garai hartan ez zuen espero, mundu guztiak uste zuen bezala, energia nuklearra argi indarra produzitzeko energia primario iturri bakarra izango zenik. Marchetti hasi zuen energia atomikoaren beste erabilera batzuetan pentsatzen, eta jakina, hidrogenotaz oroitzen zen. Ikusten zuen elektrolisia ezin zitekeela izan soluzioa eta uraren banaketa termokimikoa jarri zuen arreta (23).

1985an Genevako Superpotentzia Gailurrean, **Mijail Gorbachov**ek, helburu bakezale batekin, fusio-energia sortzeko nazioarteko proiektu bat proposatu zion **Ronald Reagani**. Urte bete geroxeago Europar Batasuna (Euratom), Japonia, Soviet Batasuna eta Estatu Batuak fusio-zentral handi bat diseinatzeko akordio batera heldu ziren. ITER izena jarri zioten.

Kontzeptuzko diseinua 1988an hasi zen, eta azken diseinua 2001ean onartu zuten. China eta Korea 2003an proiektuarekin bat egin zuten, eta India 2005ean sartu zen. Urte berean instalazioa Aix-en-Provence (Frantzia) inguruan kokatzea erabaki zen. ITER proiektuaren barne antolakuntza ofizialki 2007ko urriaren 24ean ezarri zuten. Lehenengo lantaldeak 2005eko bukaeran iritxi ziren Aix-en-Provincera. Eraikinaren egitea 2010ean hasi zen eta ordurako 500 pertsona inguruk osatzen zuten langilegoa.

Gaur egun Estatu partzuergo batek kudeatu eta finantzatzen du proiektua. 35 estatuk parte hartzen dute ITERen: Europar Batasuneko 28 estatuak, Suitza, India, Japonia, Korea, Errusia eta Estatu Batuak. 2016ean egin zen eguneratzean 16.000 milioi gastatuko dira 2035ra arte.

Gaur egun milaka persona ari dira lanean ITER Tokamat zentrala eraikitzen, munduko fusio esperimendu handienean. Tokamat fusio magnetikorako tresna bat da. Tokamat hitza akronimo errusiar batetik dator eta "toru itxurako aretoa eta bobina magnetikoak" esan nahi du. Lehenengo 1968an Errusian garatutako teknologia hori etorkizun hobereneko fusio magnetiko tresna bezala munduan zehar onartua izan da. Bitartean munduko laborategi askotan 200 baino gehiago "tokamakek" ITER esperimenterako bidea urratu dute. (ppt 7)

Fusioa Eguzkiaren eta izarren energia iturria da. Nik esango nuke Unibertsoaren espantsio azeleratuaren energia dala. Hidronoaren nukleoak elkar kontra talka egiten dute bateratu eta astunagoak diren helio atomoak sortu. Prozesu horretan ikaragarriko energia sortzen da. Laborategietan ikusi denez fusio erreakzio eraginkorrena deuterioa eta tritioaren artekoa

da (energía gehien temperatura baxuenarekin). Deuterioa eta tritioa hidrogenoaren isotopoak dira. Bero handiarekin (150.000.000 °C) elektroiak askatu egiten dira nukleotik, plasma,-materiaren laugarren izaera,- sortzen da eta mantendu egin behar da. Barruan mantentzeko izugarritzko eremu magnetikoak erabiltzen dira. Ez dago materialik temperatura horri eusten dionik. Plasmaren guneak 6,2 m. erradioa eta 840 m³ bolumena ditu, orain arte egin den handiena.

Orain %74,9 dago eginda eta 2025ean piztea (First Plasma) espero da. 2025etik 2035era arte poliki-poliki makinaren abiadura hartzen joatea eta 1935tik aurrera deuterio eta tritioaren fusioa energia garbia sortzeko erabiltzea. Azken finean Tokamat karbonorik gabeko energia iturri handi baten bideragarritasuna frogatzeko diseinatua izan da. Esperimentu honek etorkizunean argi indarra sortzeko fusio zentralak eraikitze bidea irekiko du, hondakin erradioaktiboen arazorik gabe (37)

Ala ere kontu nahiko bitxia: azkeneko sei urte hauetan, Pariseko COP21etik hasita, ITER saiatu dela klima aldaketaren inguruko hizketetan mahaiean jarleku bat izaten inongo arrakastarik gabe. Aurten Glasgowko COP26ean ere historia berdina omen zen azkeneko momentura arte, bakarren batek esku hartu arte. Oportunitatea Blue Zone eremu diplomatikoan izan omen zuten: 60 minutuko mahainguru bat COP26aren azkeneko egunean. Titulua: **Looking to the Future with Fusion Energy** (38). Dena dala ITERen ekarpenak egiaztatzeko 2050etik haratago itxaron beharko da.

Ukaezina da energia nuklearrak ez duela CO₂rik botatzen airera. Gainera herrialde asko oso dentsoak dira, ez dago leku asko, eta berriztagarriak asko behar dute. Klima aldaketaren borrokak eta jasagarritasunaren beharrak nuklearri buruzko iritzia hobetu dezake. Arriskuak ere ukaezinezkoak dira. European argi indarraren %26, 126 zentral nuklearrekin sortzen da. Etorkizunari buruz ez dago aho bateko erabakirik.

Bitartean, hidrogenoa energia nuklearrarekin sortzeko ikerketak aurrera jarraitu du. Adibidez IV. Belaunaldiko erreaktoreak.- urtutako gatz erreaktoreak,- posible egiten dute uraren banaketa oso temperatura altuak erabiliz. Beste bide bat, nuklear zaleek goraipatzen dutena, tamaino txikiko SMR erreaktoreena da. Eta horietako askok uste dute hidrogenoarentzat soluzio bat azaltzerakoan hori energia nuklearri esker izango dela (23).

Fukushimako zentral nuklearrean 2011ko martxoan jasotako istripu larriak haien burua armairuan sartzera behartu zituen nuklearzale asko, batik batik energiaren alorrean indar handia daukaten korporazioek. Klima aldaketaren abiada moteltzen lagunduko duen argudio eta beste batzuekin nuklearzaleek eta interesatuek armairutik atera eta berriz ere azaltzen ari dira (33)(35)(36) Adibidez, Europar Batasunean **“Inbertsio Jasagarrien Taxonomia”** deitzen zaion zerrenda bat prestatzen ari dira. Helburua? zer den berdea argi utzi eta jarduera ekonomiko berdeei dirua jartzea, ingurumenaren mesederako. Hasieran nuklearra eta gas naturala zerrendatik kanpo zeuden. Herrialde batzuek etiketa hori nahi dute energia nuklearrantzat; beste batzuek, gas naturalentzat. Ziuraski presioak biak berdearen zerrendan sartzea lortuko du (40).

Bilketa

Esan dan bezala ingurumeneko baldintzetan hidrogenoa gas bat da eta bolumenez oso energia dentsitate txikia du. Energia-dentsitatea baxua izateak hidrogeno gas purua

presiopeko era batean ontzi txikiagoetan biltzera behartzen du. Adibidez, autoz nahiko irismena izateko erregaiaren biltegiak autoak berak bi halako pisatuko luke. Presio horietara hidrogenoa konprimitzeko beharrezko energiaren kostua ere esanguratsua da.

Bestela **hidrogeno likido edo ia likidoa** erabili dezakegu. Hala eta guztiz hidrogenoa kriogenikoa da eta $-252,882\text{ }^{\circ}\text{C}$ tan irakiten hasten da. Bilketa kriogenikoak pisua kentzen dio ontziari baina energia asko behar da urtzeko prozesuan. Hidrogenoa urtzeko $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ ra ozten da. Gas naturala berriz (LNG) $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ era gordetzen da.

Gehiegi ez luzatzeko beste aukera batzuk aipatu besterik ez ditut egingo: Liquid organic hydrogen carrier (LOHC), Storage as hydride Underground hydrogen storage, Power to gas, Adsorption eta Pipeline storage. (ppt 6,7)

Azpiegiturak

Funtsean hidrogenoaren azpiegitura hidrogenoa garraiatzeko hodi sistemak, eta hidrogenoa hornitzeko estazioak osatuko lukete. Hidrogeno hodi baten inguruan kokatzen ez diren hidrogeno estazioak, hidrogeno tanke, konprimitutako hidrogeno bonbona trailer, hidrogeno likido kamioi zisterna edo bertako hidrogeno produkzio instalazioen bitartez hornituko lirateke. (ppt 6)

Estatu Batuetan badaude jada 700 miliatik (1.126 km.) gora hidrogeno hodi. Nahiz eta garestiak izan, hodiak dira bide luzean hidrogenoa eramateko tresna merkeenak. Hidrogeno gas hodiak oizkoak dira petrolio findegi handietan olio gordina zartzatzeko hidrogenoa erabiltzen bait da. Egungo gas naturala garraiatzeko hodi sarea ere erabili daiteke hidrogenoa garraiatzeko. (ppt 8)

Teorian hidrogeno hodiak sahiestu daitezke hidrogeno ekoizteko sistema banatuekin. Handiera txiki edo ertaineko sorgailuak hidrogeno ekoiztuko lukete tokian-tokiko erabilera pertsonal edo auzokorako. Hau izan zen **Rifkinen** ikuspegiaren aukera gakoetako bat energia eremua demokratizatzeko. Azkenean baliteke bi aukeren konbinazio bat arrakastatsuen izatea.

Nazioarteko Energia Agentziak (IEA) dauden portuak hidrogeno produkziarako eta dauden gas natural hodiak hidrogeno garraiatzeko erabiltzea ere gomendatzen du. Baita nazioarteko kooperazioa eta itsas garritzea ere.

Dilema gakoetako bat: ekoizpen zentralizatua edo ez zentralizatua

Etorkizunean, hidrogenoaren ekonomia osatu batean, energia primarioak eta erregai elikagailuak, hidrogeno gasa sortu, eta hainbat ekonomiaren sektoreetan erabili daitezke. Hidrogeno gas hori bildutako energia bezala erabiliz. Ikatza edo petrolio ez diren beste energia primario iturri batzuk erabiltzeak berotegi efektuko gas gutxiago botatzea esan nahi du. Gas naturalaren "metano pirolisi" prozesu garbiaren garrantzia atzematen hasia da. Horrela hidrogeno produzitu, eta berotegi efektuko gasik isuri gabe, egungo gas naturalaren azpiegitura erabiltzeko aukera zabaltzen da.

Erabilera mugikorretan (batik bat ibilgailu-garraioan) energia sortzea eta erabiltzea akoplatu gabe daude. Hori hidrogenoaren ekonomiaren ezaugarri gako bat izan daiteke. Energia primario iturriak ez du gehiago ibilgailuarekin bidaiatu beharrik izango, hidrokARBuroekin gaur

egun egiten duen bezala. Sakabanatutako isurketa sortzen duten hodian ihesen ordeaz energia (eta poluzioa) eraginkortasun handiagoa instalazio handi eta zentralizatueta sortu daiteke. Aukera honek karbonoaren bahiketa bezalako teknologia ibilgailuetan ezinezkoak direnak erabiltzea errazten du. Baina beste hautabide bat bezala,- bananduko energia sortze egitasmoak,- hidrogeno estazioekin bat egindako energia berriztagarri instalazio txikiak, abian jarri daitezke,

Energia produktioetik kanpo, hidrogenoaren produktioa zentralizatu, banandua, edo bien nahasketa bat izan daiteke. Hidrogenoa zentralizatueta energia primario instalazioetan sortzeak eraginkortasun handiagoa eskaintzen duen bitartean, urrutira hidrogeno asko garraiatzeko zailtasunak argi indarra banantzea erakargarriagoa egiten du hidrogenoaren ekonomia batean. Agertoki horretan, eskualdeko planta txikiak eta hidrogeno estazio lokalak ere energia sor dezakete argi indarra erabiliaz. Argi indar hori sare elektrikoetik edo gas naturalaren metano pirolisitik hornituz. Azken finean hidrogenoaren garraioaren galerak aukera hori eraginkorragoa egin dezake.

Hidrogenoaren banaketan, urrutirako argi indarraren banaketa eta tokian tokiko gas naturalaren pirolisi- bihurtetaren arteko oreka egokia lortzea hidrogenoaren ekonomia inguruan aurreneko kontuetako bat da.

Berriro errepikatuz, hidrogenoaren produktio iturrien eta garraioaren dilema orain gainditu daitezke bertan (etxean, enpresa edo erregai estazioan) instalazioak jarrita, saretik kanpoko energia berriztagarriak hidrogenoa sortzeko erabiliz.

Elektrolisi banatua

Elektrolisi banatuak hidrogenoaren garraioaren arazoa sahestu dezake argi indarra garraiatuz. Gaur egungo sare-elektrikoak erabili litezke argi indarra erregai estazioetan jarritako elektrolizagailuetara eramanez. Baina kontuan hartzen badira argi indarra ekoizteko erabiliteko energia eta garraio galerak eraginkortasun osoa gutxitu egingo litzateke.

Erabilerak eta eskaria (25) (3)

Hidrogeno produktioa handia eta hazten ari den industria da. 2019an gutxi gora behera 70 milioi tona produzitu ziren, Alemaniako energia primarioaren hornikuntza baino handiagoa

2019an, urtero produzitzen ziren 70 milioi tona hidrogenotik, ia dena industria prozesuetan kontsumitzen zen (%95). Eta SMR (Steam Methane Reforming), CO₂ gasa isurtzen duen, teknologiarekin. Gehien bat industria-elikagai bezala erabiltzen da, batik bat amoniakoa eta metanola ekoizteko, eta petrolio findegietan.

Ia erdia amoniakoa (NH₃) produzitzeko Haber prozesuan erabiltzen da. Amoniakoa zuzenean edo zeharka ongarri bezala erabiltzen da. Munduko biztanle kopurua eta jaten emateko nekazaritza intentsiboa hazten ari direnez amoniakoaren eskaria hazten ari da. Amoniakoa hidrogenoa seguruago eta errazago garraiatzeko zeharkako bide bat izan daiteke.

Beste erdia petrolio astunak frakzio arinetan bihurtzeko erabiltzen da. Azkeneko prozesu hau hidrocracking bezala ezagutzen da. Petrolio prezioak igotzen diran neurrian enpresek material pobregotara jotzen dute eta horregatik eskaria oraindik ere gehiago haziko da sektore honetan.

Bai ongarri produkzioan, eta bai petrolio findegietan tamainak bertan produzitzeko aukera ematen du. Aparte hidrogeno komertziala ere kantitate txikietan produzitu eta saltzen da.

Petrolio findegietan. (ppt 9)

2020ean petrolio-finketa izan zen hidrogeno kontsumitzaile bakan handiena. Petrolio findegietan hidrogenoa ezpurutasunak (batez ere sufrea) kentzeko eta petrolioaren frakzio astunetatik produktu arinagoak lortzeko erabiltzen da. Ia erdia findegiko prozesu batzuen azpiproduktua izaten da. Beste erdia "natural gas reforming" edo "coal gasification" teknologien bitartez hortarako instalazioetan bertan edo kanpoko hidrogeno komertzial iturrietatik lortzen da.

2020ean petrolio-findegien eskaria betetzeko hidrogeno produkzioa ia 200Mt CO₂ itsurtzearen eragilea izan zen. Baina isurketa hauek murrizteko ahalegin batzuek ere badaude indarrean jadanik: sei lantegi CO₂a biltegitratzeko bermoldatutako instalazioekin eta beste bi gehiago elektrolizagailuak erabiliz. Eta gutxienez beste 30 proiektu garapen bidean: CCUS bitartez gaurko fosiletan oinarritutako hidrogeno ekoizpena bermoldatzeko teknologiarekin, bai CCUSekin egokitutako "advanced reforming" teknologiarekin edo elektrolizagailuekin.

Klima gurariak gora egin ahala findegietako eskaera behera joango da baina erregai - aukera berriak eskaintzen dituzte.

Industrian eta kimikan (ppt 9)

Industriak,- burni eta altzairua, amoniakoa, metanola eta beste,- energia guztiaren %38 erabiltzen du. Eta energia sistema globalak isurtzen duen CO₂aren %26a. Industrian zehar kontsumitzen den energiaren %6a hidrogenoa ekoizteko erabiltzen da. Kontuan izan behar dugu berriz ere amoniakoa gehienbat nitrógeno-ongarriak ekoizteko erabiltzen dela munduko elikadurarekin horrek daukan garrantziarekin.

Espero da, energia trantsizio testuinguruan, elektrolizagailu edo CCUSarekin hornitutako teknologien bitartez, hidrogeno produkzioak egungo erregai fosilekiko menpekotasuna ordezkatuko duela. 2050ean eskaria gaurkoa ala bikoia izango dela, eta erabilera berriek horren %26a izango dutela.

39 proiektu aurreko edo garapen fasean eta horietatik lau Espainian: Fertiberia-Iberdrola, Arcelor Mittal, Orange Bat eta Green H₂KER

Garraioan (ppt 9)

Garraioak bizitza ematen dio munduari. Auto, hegazkin, itsasontzi, moto, tren, kamioi eta autobusak milioika persona ekarri eta eramaten dituzte egunero. Bizitza ulertzen dugun bezala ez litzateke berdina izango bidaiarien mugimendurik gabe baina merkantzienik gabe ere ez.

Garraio sektoreak energia guztiaren laurdena erabiltzen du eta GHG (berotegi gasa) globalaren %20 isurtzen du. Praktikan %90 errepideetan mugitzen diran ibilgailuak. Egundaino, kontsumitzen duen energiaren %90 petrolioak hornitzen du, eta hidrogenoaren erabilera oso mugatua da, %0,01 baino gutxiago.

Hala ere hidrogenoak eta hirogenoan oinarritutako erregaiek isurketak murrizteko aukera eman dezakete, batik bat elektrifikatzeko zailak diren garraio zatietan (adibidez, ibilbide luze-etako garraioa, kamioi astunak, itsas-garraioa eta hegazkin-garraioa).

Munduko energia sektorea karbonoan neutroa izan behar baldin badu garraio industrian iraultza antzeko zerbait gertatu beharko du. Eta horretarako, hidrogenoak eta hidrogenoan oinarritutako erregaiek garraioan erabilitako energiaren laurdena izatea espero bait da. Apustuak edo itxaropenak argi indarrean eta erregai biologiko berrietan daude. Erregai biologikoak hainbat hondakin ezberdinekin sortzen dira. Beste aukera disruptiboak ere badaude hidrogeno berdearekin sortzen diran erregai sintetikoak tartean.

Azkeneko COP26ean hogeitamar bat gobernu eta sei ibilgailu enpresa handiak itun bat sinatu dute non 2035erako merkatu nagusietan gasolina, gasolioa eta gasa erabiltzen duten kamioneta eta auto berri guztiak isurketa zero izateko konpromisoa hartzen duten. Bai itun honek, eta aurkeztu diran besteak ere, ez daukate lotesletasunik. Fabrikatzaileen artean Ford, General Motors, Volvo eta Mercedes Benz besterik ez zeuden. Itunean beste ideia bat ere indartzen da: etorkizunean mugikortasuna argi indarrezkoa izango dala (27)

Munduko hainbat enpresa erreferenteak 19 proiektu iragarri dituzte jada, bost PLDVak, hiru LCVak, 3 autobusak eta 8 kamioiak

Eraikuntzan (ppt 9)

Hidrogenoaren eta FC (erregai-pila) ren aukerak mugatuak dira baino merezi du ikertzen jarraitzea. Ura eta tokiaren berokuntzak eraikuntzan erabiltzen duen energia guztiaren %55a da. Rusia, Kasiar herrialdeak eta Islandia bezalako toki oso hotzetan %80ra ere iritxi daiteke. Eraikinen portaera termikoa hobetzea eta temperatura baxuko tresneria eraginkorra eta garbia hornitzea dira lehentasunak. Egun badaude berogailu eraginkor aukerak: bero-ponpak edo barrutiko energia garbi sistemak.

Sektore honetan hidrogenoa hedatzeko aukerak mugatuak izaten jarritzen dute. Kontuan izan behar dugu argi indarrean oinarritutako soluzioen eraginkortasuna handia dela eta hidrogenoaren bihurtetan eta garraioan izaten diran galerak oztopoak argiak dira oraindik ere.

Hala ere, munduan zehar hainbat proiektu gako aukeratu daitezke: ko-sortze eta erregai-pila instalazioak, hidrogenoa nahastutako erregaiaren erabilera, hidrogeno indarrarekin bizitzeko hiriak, etxeetan erregai-pila frogateko egitasmoak, mikroerregai-pilarekin ko-sortzea, erregai-pila hornikuntza egitasmoa, hidrogenoa nahastutako erregai erabiliz bero-punpa hibridoak.

Argi indarra sortzen (ppt 10)

Egun, energia sortzerakoan hidrogenoaren erabilera hutsala da, hornitutako argi indarraren %0,2 baino gutxiago. Eta 2050ean, oraindik hidrogenoan oinarritutako erregaiak sortutako energia guztiaren %1 edo %2 bakarrik izango dira.

Erregai-pilak hidrogenoa argi indarrean eta beroan bihurtu dezakete ura soilik emanaz eta beste isurketarik gabe. Baino, oso herrialde gutxi dauzkate hidrogenoan oinarritutako erregaiak erabiltzeko xede garbirik, Japonia ezik. Beste batzuek onartzen dute inbertsio xume batzuekin (baino erregaiaren kostu altuarekin) hidrogenoa beste erregai fosilekin erretzea

aukera bat dala energia sistemaren egonkortasuna eta malgutasuna egonkortzeko, baina ez zuzenean kopuru handian erabiltzeko.

Argi indar sektorean gutxienez garapen fasean dauden 9 proiektu zenbatu dira.

Hidrogenoaren etorkizuna (NZESan) (ppt 9,10,11)

2050erako zero isurketara iristeko energia sistema eraldatzeko teknologia sorta zabala behar da. Energia sistema globala deskarbonizatzeko zutabeak hauek dira: energia effizientzia, portaera aldaketa, elektrifikazioa, berriztagarriak, hidrogenoa, hidrogeno-oinarri duten erregaiak, eta CCUSa.

Energia kontsumo guztian hidrogenoaren zatia hazten joango da: 2020ean hidrogenoa eta hidrogeno-oinarri duten erregaiak %0,1 baino gutxiago izan dira baino 1930ean %2ra iritxiko dira eta 2050ean %10era. Hidrogenoa produzitzeko energia iturriak 2050ean argi indarra eta fosilak CCUSrekin. (ppt 10,11)

Hala eta guztiz ere, erabilera handitze hau bakarrik ez da nahikoa hidrogenoa deskarbonizatzearen zutabe nagusia izateko. Gainera hidrogenoaren produkzioa gaur egun baino garbiagoa izan behar du. Hidrogenoaren produkzioak inoizko eraldaketa jasaten du. 2030ean 200 Mtona H₂ aurreikusten dira eta %70 karbono baxuko teknologiekin ekoiztuko da (elektrolisia edo erregai fosilak CCUSrekin) Orduan hidrogeno produkzioa hazten da 500 Mtona H₂ra 2050ean iritsi arte eta ia dena karbono baxuko teknologiekin ekoizten da.

Baino helburu horietara iristeko instalatutako elektrolisiaren gaurko 0,3 GWko kapazitatea 2030ean 850 GW inguru eta 2050ean ia 3.600 GW izatea ezinbestekoa da. Eta hidrogenoaren produkzioan bildutako CO₂ gaurko 135 Mtonatik, 680 Mtonara 2030ean eta 1.800 Mtona 2050ean izan behar du.

Horrela, hidrogenoaren erabilaren handitze irmoak eta teknologia garbiagoen eratzak ahalbidetzen du, 2021-2050 artean 60Gtona CO₂ isurketa sahiestea, isurketa guztien txikiagotzearen %6,5a .

BIOEKONOMIA; HAUSNARKETA BATZUK

Hasierako lerroetan azaldu ditut ortodoxia neoliberalaren logikak eragiten dituzten "dialogikak" gure munduaren bilakaeran. Osotasunera berriz ere itzuliaz, **René Passetek** dioen bezala, historia ez da denboran zehar une ezberdinetan datatutako gertaera edo finkatutako teorien zerrenda bat. Espazioan eta denboran, elkarren menpekotasunean hedatzen joaten diran mugimenduen kontaketa eta analisia baizik. Denboraren bilakaera hori, batzuetan astintzen duten etendura izugarriak ere, segida berbera horrenak dira, ba hutsetik ateratzen ez diran kausak dauzkate.

Unibertsoa eta gizakiaren errealitatearen ikusmoldea aldatzen joaten da denboran zehar. Errealitate horiek ulertzeko zentzuzko aukerarik ez dugu izango iraganetik heredatutako konbentzio batzuetara behin eta berriz tolestuz (19) (52)

Aspalditik, auzitan jarrita dago giza garapenaren eredu inplizitu nagusia. Arrazoi ekonomikoaren izenean, enpresa-gizonak eta berrikuntza teknologikoa motore bezala hartuz, hazku-

nde ekonomiko etengabea gizarte, gobernu eta politika publikoen azken helburutzat onartzen duten eina. **Vaclav Smilek** dionez *“oraindik jende asko dago betirako hazkundera ez dala existitzen ulertzen ez duena”* (56). Ikuspegi hau dimentsiobakarrekoegia dela pentsatzen dugu askok. Giza-komunitateen funtzionamendu erreala ulertzeko gutxienez hiru dimentsio behar ditugunean: (ppt 15)

- ❖ **Arrazoi ekonomikoa:** onura ekonomikoarena. Arrazionaltasun instrumentala. Lehiakortasunaren logika
- ❖ **Arrazoi demokratikoa:** Personen eta komunitateen onura. Helburuen araberrako arrazionaltasuna. Solidaritatearen lógica.
- ❖ **Biosferaren arrazoi:** Naturaren jasangarritasuna. Naturaren produkzio eta erreprodukzioa

Hiru dimentsio hauek elkar loturik harreman dialogiko batean eboluzionatzen joan dira historian zehar kontraesan, gatazka eta haustura anitzek astindutako zurrumbiloan. Horregatik paradigma ekonomiko berri bat hiru zutabe horien dinamika bere osotasunean planteatzen duena. Horretarako:

- ❖ Aktibitate ekonomikoa naturaren, gizon-emakumeen eta gizartearen eremuetako arauetara itzuli, berriena denez eta berriari esker bizi denez.
- ❖ Azkeneko bost olatu tekno-ekonomikoen argitara gaur egungo mundu-sistemaren funtzionamendua eta arazoak ulertu. Horien artean ezberdintasuna, esplotazioa eta dominazioa, digital-informazio gizartea eta ingurunea.
- ❖ Pentsamendu ekonomikoa garai bakoitzean egindako unibertsoaren irudikapenen mugimenduan berriz ere kokatu.

Gaur egun askorentzako “bioekonomia” baliabide biologiko berriztagarriak sortzea da. Eta baliabideak eta hondakin jarioak balio erantsiko produktuetan bihurtzea: janaria, bazka (pentsuak), bio-produktuak eta bioenergía.

Baino hortik haratago ulertu dezakegu “Bioekonomia” ekonomia biosferara irekitzen duen aktibitate intelektual eta praktika bat bezala, honen azpisistema bat besterik es dela onartuz. Ez bizitza dena barnean hartzen duen logika guztiz ekonomiko batean integratzea. Alde-rantziz, **Chico Mendese**k zioen harira *“ekologia, ikuspegi sozialik gabe, lorezaintza besterik ez dela, eta oraindik ere faltan sumatzen dugu irakurketa politikoa: makina geldiarazi eta erregulatu behar da. Ezin da beti hazi eta jarduera orotatik marjina bat atera”* (30)

Ekonomiak naturaren esferan aurkitzen du bere lehengaia eta bere hondakinentzako irteera bat. Gizon-emakumeen esferan bere xede eta asmoak. Beraz ekonomikoaren esfera gizon-emakumeen ekintzen eta haien jarduera soziokulturalak osatzen duten esferaren azpimultzo bat da. Hau bera gaitzen duen multzo zabalago baten, biosferaren barnean aurkitzen da.

Gaur egun, arazo guzti hauen buruan arrazoi ekonomikoen eraginez biosfera jasaten ari dan mehatxua nabarmen agertzen da, zeinaren konponbideak besteak gaitzeko aukerak baldintzapean jartzen bait ditu. Zientzia ekonomikoa maila horretan jartzen ez dan bitartean kamustuta jarraituko du. Tamalez ez du ematen ortodoxia neoliberalaren porrota behin beti-ko zigiluz itxi dezaken paradigma berririk azaltzen ari danik. Ekarpinak asko, ia kontae-zinak. Egile bakoitza bere arloari lotuta, sakabanatutako gaiak, azken finean, osotasun bat egiten dutela kontuan hartu gabe. Hiru aipatuko nituzke:

- ❖ **William j. Baumol eta Arthur C. Pigou:** kanpo ekonomiak eta esternalitate negatiboak. (ppt 16)
- ❖ **Elinor Ostrom:** Ondasun eta balibide komunaren teoría.
- ❖ **Amartia Sen:** Pertsonen asmo eta helburuetara bideratutako ekonomia

Aldatzen ari dan mundu baten ekonomia bera berrikuste lazgarriak egitera kondenatuta dago. Gaur egun, Bioekonomiatik haratago badago beste aukerarik? Bioekonomia korrante batek “ekonomia plural” bat irudikatzen du (19). Ekonomiaren konplexutasunak adierazten du aktibitate mota ezberdinak, osagarriak eta kontrakoak, daudela jokoan aldi berean. **“Ekonomia pluralean”**, hiru sektore espezifiko eta interdependentiak:

- ❖ Sektore I: merkataritza ekonomia indibiduala eta interes pribatuarena.
- ❖ Sektore II: interés orokor eta aginte publikoarena. Onura sozialera bideratutakoak: ondasun kolektiboak, osasuna, kultura, edukazioa, segurtasuna,..)
- ❖ Sektore III: ekonomia sozial solidarioa, ekimen pribatua eta interés orokorra oso ondo bateratu dezakena.

Bioekonomia (Eko-sozio-politiko-ekonomia) zientzia esperimentalak izan beharko du. Zientzilaria helburu nagusia esperimenduak diseinatu eta proiektuetan parte hartzea izango da, ez “paperak” aldizkari ahalik eta ospetsuenetan publikatzea. Esperientzia eta teoriaren arteko kiribil etengabea.

Eta bukatzeko, hidrogenoaren ekonomiatik bioekonomiara katebegia Rifkinen ikusmenean dago. Lokika teknologiko arrunt batetik haratago joan zen: mundu mailako hidrogeno energia sare bat sortzea, gure planetan boterearen birbanaketa eta behetik gorako berglobalizazioa bezalako kontzeptu indartsuak azaldu zituen. Gai sakonak aztertu eta proposatu zituen: hidrogenoaren komunitateak, energiaren demokratizazioa, komunitatearen energia kooperatibak, pobreen enpoderatzea, geopolitikatik biosfera politikara, eta abar. Galdera oso sakon bat jarri zuen mahai gainean: zeinena da bizitza osatzen duen guztia? Adibidez, gizakiaren ezagutza edo unibertso oinarritzko energia, askatasun osoarekin guztion artean partekatutako baliabideak edo jabetza pribatuaren salgaiak izan behar dute?

Hidrogenoaren erabilera unibertsoa benetako iraultza teknologiko bat bezala jo zuen eta bere ondorioz gizartearen aldaketa sakonetarako aukerak aurreikusi zituen. Lehen ikusi dugu bide hori hasiera aldi batean dagoela eta oztupoak, teknikoak eta politikoak, ez direla txikiak.

Hidrogenoak deskarbonizazioaren bidea beste energia berriztagarri eta bioenergiarekin batera egingo du eta aukerak emango ditu Rifkinen aurreikusitako esperimendu eta proiektuak pentsatu eta hasi jartzeko.

Sahiestezinaren ezkortasunean erori gabe, ez ahaztu etorkizuneko mundua guk egiten duguna besterik ez dela izango. (ppt 17)

ERABILITAKO ITURRIEI BURUZKO ERREFERENTZIAK

- (1) **La inflación, primicia económica de la pandemia.** *Raymond Torres.* El País, 17 de octubre de 2021
- (2) **El gran ganador de la escasez de chips.** *David Fernández.* El País, 17 de octubre de 2021

- (3) **Hydrogen Economy.** Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_economy
- (4) **Hydrogen Economy Outlook. Key messages.** *Bloomberg NEF*. March 30, 2020
- (5) **Nord Stream 2 gas hodia defendatu dute Merkelek eta Putinek.** *Berria*, 2021eko abuztuaren 21a
- (6) **La Europa energética entre competencia y dependencia.** *Le Monde Diplomatique*, diciembre de 2008
- (7) **Le GNL: l'énergie fossile de demain?** *Mathilde Godard*. *Forbes*, 23 de julio de 2020
- (8) **Énergie, Économie et Politiques**, 3ª edición. *Jean-Pierre Hansen y Jacques Percebois*. De Boeck Supérieur, París, 2019
- (9) **Washington siembra cizaña en el mercado europeo del gas.** **Mathias Reymond**. *Le Monde Diplomatique*, mayo
- (10) **The Bridge: Natural Gas in a Redivided Europe.** *Thane Gustafson*. Harvard University Press, Cambridge, 2020
- (11) **Cómo sabotear un gasoducto.** *Pierre Rimbert*. *Le Monde Diplomatique*, mayo 2021
- (12) **History of the World Petroleum Industry (Key Dates).** *Geo-Help Inc.* <http://geohelp.net/world.html>
- (13) **Estu hartu dute IPCC klimari buruzko ondorioak alda ditzan.** *Arantxa Elizegi eta Gor-ka Bersategi*. *Berria*, 2021eko urriaren 22a
- (14) **Cuando la tecnología digital destruye el planeta.** *Gillaume Pitron*. *Le Monde Diplomatique*, octubre 2021
- (15) **World Energy Outlook 2021.** *IEA (International Energy Agency)* 2021.
- (16) **Volvemos ateos del crecimiento y de la economía.** *Le Monde Diplomatique*, agosto 2021
- (17) **El 'lobby' de la publicidad y el cambio climático.** *Le Monde Diplomatique*, agosto 2021
- (18) **Berotegi gasen kontzentrazioa inoizko handiena izan zen 2020an.** *Berria*, 2021eko urriaren 26a
- (19) **Las grandes representaciones del mundo y la economía a lo largo de la historia. Del universo mágico al torbellino creador.** *René Passet*. Clave Intelectual S.L. Madrid, 2012
- (20) **Blaise Pascal. Pensamientos.** *Alianza Editorial S.A.* Madrid, 1996
- (21) **The New Map. Energy, Climate, and the Clash of Nations.** **By Daniel Yergin.** *Book review by Adam Tooze*. *The New York Times*, September 15, 2020
- (22) **The New Map. Energy, Climate, and the Clash of Nations.** **By Daniel Yergin.** *Book review by Bill McKibben*. *The Washington Post*, September 25, 2020
- (23) **The Hydrogen Ilusion.** *Samuel Furfari*. Independly Published. 2020
- (24) **The Hydrogen Economy. The Creation of the Worldwide Energy Web and the Redistribution of Power on Earth.** *Jeremy Rifkin*. Polity Press and Blackwell Publishing Ltd. Cambridge, 2002
- (25) **Global Hydrogen Review 2021.** *International Energy Agency*. October 2021
- (26) **Hydrogen Posture Plan.** *The US Department of Energy*. 2006
- (27) **Alianza de países y fabricantes para aparcarse el coche de combustión.** *Manuel Planelles*. *El País*, 10 de noviembre de 2021
- (28) **El primer automóvil eléctrico español se enchufará en 2025.** *Daniel Cordero*. *El País*, 10 de noviembre de 2021
- (29) **La divergencia entre los países al medir las emisiones pone en peligro la lucha climática.** *Manuel Planelles y C. Alvarez*. *El País*, 10 de noviembre de 2021

- (30) **Eko-antsietatea.** *Samara Velte.* Berria, 2021eko azaroaren 12a
- (31) **Revoluciones tecnológicas y capital financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza.** *Carlota Pérez.* Siglo XXI Editores S.A. 2004
- (32) **Todas las revoluciones tecnológicas se parecen.** *Carlota Pérez.* La Vanguardia, 11 de junio de 2006
- (33) **Nuklearrak, armairutik kanpo berririo?** *Martxelo Otamendi.* Berria, 2021eko azaroaren 16a
- (34) **Iberdrolak hiru hidrógeno kargaleku jarriko ditu, ibilgailu astunentzat.** *Iker Aramburu.* Berria, 2021eko maiatzaren 20^a
- (35) **Dos bandos por el futuro nuclear de la UE.** *Elena Sevillano.* El País, 16 de mayo de 2021
- (36) **La industria nuclear resiste al desastre.** *Rafael Méndez.* El País, 6 de marzo de 2012
- (37) **ITER.** <http://www.iter.org>
- (38) **ITER Newslite,** 15 Nov. 2021
- (39) **Los astilleros se aferran al viento a favor de Europa.** *María Fernández.* El País, 14 de noviembre de 2021
- (40) **Akordioan ez dute jaso ikatza energía iturri gisa erabiltzeari uzteko eskaria.** *Igor Susaeta.* Berria, 2021eko azaroaren 14a.
- (41) **Nuklearra eta gasa...berdeak?** *Irene Lasa.* Berria, 2021eko azaroaren 24a
- (42) **Teología o tecnología.** *Josu Jon Imaz.* El Diario Vasco, 14 de noviembre de 2021.
- (43) **La economía ha de cambiar su modo de funcionar.** *Franz Heukamp.* *Carmen Sánchez-Silva.* El País, 14 de noviembre de 2021.
- (44) **La economía española ante el espejo exterior.** *Raymond Torres.* El País, 14 de noviembre de 2021.
- (45) **La élite industrial europea analiza desde hoy en Bilbao la transición energética.** *Manu Alvarez.* El Diario Vasco, 20 de noviembre de 2021.
- (46) **Democracy's Dilemma. Environment, Social Equity and the Global Economy.** *Robert C. Paehlke.* The MIT Press, 2003.
- (47) **Plan versus políticas aplicadas.** *Raymond Torres.* El País, 24 de noviembre de 2021.
- (48) **Francia fía a la nuclear su soberanía energética.** *Marc Bassets.* El País, 21 de noviembre de 2021.
- (49) **Bilbao da la bienvenida a la élite industrial europea.** *Ana Barandiarán.* El Diario Vasco, 21 de noviembre de 2021.
- (50) **La elusiva conciencia de la energía.** *Emilio Trigueros.* El País, 11 de abril de 2012.
- (51) **Understanding Management research.** *Phil Johnson y Joanne Duberley.* SAGE Publications Ltd. 2000.
- (52) **La era del capitalismo de la vigilancia. La lucha por un futuro humano frente a las nuevas fronteras del poder.** *Shoshana Zuboff.* Editorial Planeta, S.A. 2020.
- (51) **"La pandemia ha sido peor porque la austeridad masacró lo social"** *Mariana Mazzucato.* *Rafa de Miguel.* El País, 16 de mayo de 2021.
- (52) **La economía en el centro de la vida.** *Joaquín Estefanía.* El País, 16 de mayo de 2021.
- (53) **La pieza clave para un mundo más limpio.** *María Fernández.* El País, 23 de mayo de 2021.
- (54) **"Los indignados denuncian; no pueden enunciar"** *Edgar Morin.* José María Ridaio. El País, 14 de marzo de 2012.
- (55) **Un nuevo consenso económico mundial.** *Mariana Mazzucato.* El País, 15 de octubre de 2021.

- (56) **Vaclav Smil “hay gente que no entiende que el crecimiento perpetuo no existe”** *Anatxu Zabaltza*. El País Semanal, noviembre 2021.
- (57) **El valor de las cosas.** Mariana Mazzucato. Taurus, 2019.
- (58) **El ecologismo es cosa de ricos.** *Joaquín Luna*. El País, 28 de febrero de 2021.
- (59) **La hipocresía de las naciones.** *Xabier Mas de Xaxás*. La Vanguardia, 6 de noviembre de 2021.
- (60) **El niño bengalí que acabó humanizando la economía.** *Iker Seisdedos*. El País, 17 de octubre de 2021.
- (61) **Presión sobre la transición verde.** *Miguel A. García Vega*. El País, 14 de noviembre de 2021.
- (62) **Pulso empresarial a los Estados.** Miguel A. García Vega. El País, 14 de noviembre de 2021.
- (63) **Energiaren arloa komunitateetan eraldatzera dei egin dute.** *Arantxa Iraola*. Berria, 2021eko azaroaren 14a.
- (64) **Alianzas etéreas, protestas y una paz climática.** *Manuel Planelles*. El País, 14 de noviembre de 2021.
- (65) **La cumbre acaba con un tibio mensaje contra los combustibles fósiles.** *Manuel Planelles*. El País, 14 de noviembre de 2021.
- (66) **Hezeguneak desertu bilakatu ez daitezten.** *Romina Lema*. Berria, 2021eko azaroaren 2a.
- (67) **“Nahikoa da” esatera bihurtuta.** *Gorka Berasategi*. Berria, 2021eko azaroaren 2a.
- (68) **La Diputación impulsa la creación de cooperativas ciudadanas energéticas.** DV. El Diario Vasco, 23 de junio de 2021.
- (69) **Alianza de países y fabricantes para aparcarse el coche de combustión.** *Manuel Planelles*. El País, 10 de noviembre de 2021.
- (70) **Madurak bost urtean %15 murriztu nahi du argindarraren faktura.** *Jokin Zagarazu*. Berria, 2021eko ekainaren 2a.
- (71) **El Gobierno recorta 1.000 millones a las eléctricas y asume que recibirá demandas.** *José M. Camarero*. El Diario Vasco, 2 de junio de 2021.
- (72) **La batalla sobre los combustibles fósiles.** *Manuel Planelles*. El País, 13 de noviembre de 2021.
- (73) **Logros y retos de la ley de cambio climático española.** *Miguel Ángel Medina*. El País, 13 de noviembre de 2021.
- (74) **El mercado de emisiones, otro punto polémico.** El País, 13 de noviembre de 2021.
- (75) **Un castigo innecesario.** *Ignacio Marco-Gardoqui*. El Diario Vasco, 2 de junio de 2021.
- (76) **La descarbonización integral de la sociedad, gran objetivo para 2050.** *British Petroleum*. El País, 16 de mayo de 2021.
- (77) **Aviones con pulmones de hidrógeno y CO2.** El País, 16 de mayo de 2021.
- (78) **Primer instituto con estructura de madera y alta eficiencia.** El Diario Vasco, 2 de junio de 2021.
- (79) **Los malos humos del mayor contaminador de Países Bajos.** *Isabel Ferrer*. El País, 14 de noviembre de 2021.
- (80) **Euskadi avanza en calidad del aire, agua o emisiones pero cojea en biodiversidad.** *Amaia Chico*. El Diario Vasco, 2 de junio de 2021.
- (81) **El movimiento feminista es más importante que el ecologista.** *Ana Buj*. La Vanguardia, 20 de noviembre de 2021.

- (82) **Es el momento de apostar por proyectos que hagan realidad la transición ecológica.** *José Ignacio Asensio*. El Diario Vasco, 20-28 de noviembre de 2021.
- (83) **España afronta el cierre del gasoducto del Magreb.** *I. Fariza y otros*. El País, 14 de noviembre de 2021.
- (84) **COP26: bileraren argiak eta itzalak.** *Maddi Ane Txoperena eta Jone Arruabarrena*. Berria, 2021eko azaroaren 16a.
- (85) **La economía española ante el espejo exterior.** *Raymond Torres*. El País, 14 de noviembre de 2021.
- (86) **Etorkizuna ereiteko unea.** *Aizpea Amas*. Berria, 2021eko azaroaren 12a.
- (87) **Goierriko Energia Mahaia: eredu jasangarriagoen aldeko apustua.** *J. Zarandona*. Berria, 2021eko azaroaren 12a.
- (88) **Un paso más en el Corredor de Hidrógeno.** El Diario Vasco, 9 de noviembre de 2021.
- (89) **Cumbre autonómica para hacer frente al reto del cambio climático.** *Rosa Cancho*. El Diario Vasco, 10 de noviembre de 2021.
- (90) **Parisko xedeak betetzeko inbertsio gehiago eskatu ditu IEAk.** *Arantxa Elizegi*. Berria, 2021eko urriaren 29a.
- (91) **Erregai fosil gehiago ez, eskerrik asko.** *Irune Lasa*. Berria, 2021eko maiatzaren 20a.
- (92) **Una encuesta para el futuro.** El País, 1 de noviembre de 2021.
- (93) **Empresa kutsatzaileak.** Berria, 2021eko irailaren 11a.
- (94) **El miura electrico.** *Ramón Casamayor*. El País, 29 de febrero de 2021.
- (95) **Futuros.** *Manuel Castells*. La Vanguardia, 6 de noviembre de 2021.
- (96) **LPEEk eta aliatuek euren erritmoari eutsiko diote, Joe Bideni muzin eginez.** *Irune Lasa*. Berria, 2021eko azaroaren 5a.
- (97) **CAF transformará un cercanías de Renfe en un prototipo de hidrógeno.** El Diario Vasco, 5 de noviembre de 2021.
- (98) **Atmosferan pilatutako CO2aren erdia azken 30 urteetan isuritakoa da.** *Sergio H. Faria*. *Iñaki Petxarroman*. Berria, 2021eko azaroaren 5a.
- (99) **Bertako basoen eta espezieen hedapena bultzatu behar da.** *Aloña Jauregi*. Berria, 2021eko ekainaren 11a.
- (100) **Nord Stream 2 gas hodia defendatu dute Merkelek eta Putinek.** *Iosu Alberdi*. Berria, 2021eko abuztuaren 21a.
- (101) **Foro Tendencias 2022.** *Thiago Ferrer*. El País, 27 de junio de 2021.
- (102) **El largo camino hacia el consumo eficiente.** *Elena Horrillo*. El País, 16 de mayo de 2021.
- (103) **Viento en contra para las renovables en Bolsa.** *Luis Aparicio*. El País, 16 de mayo de 2021.
- (104) **Klima eta biodibertsitate krisiei batera erantzutea dei egin dute zientzialariek.** *Iñaki Petxarroman*. Berria, 2021eko ekainaren 11a.
- (105) **El lento despegue del coche de baterías.** El Motor. 2021.
- (106) **La economía verde también lo pasa mal.** *Antonio Cerrillo*. La Vanguardia, 25 de marzo de 2012.
- (107) **103 países aceptan bajar un 30% las emisiones de metano en 10 años.** *R. de Miguel*. El País, 3 de noviembre de 2021.
- (108) **Biden regresa a la Casa Blanca con su agenda climática estancada.** *Antonia Laborde*. El País, 3 de noviembre de 2021.
- (109) **Una catarata de etéreas alianzas.** M.P. El País, 3 de noviembre de 2021.

- (110) **La concentración de gases de efecto invernadero marca otro record.** *Manuel Planelles.* El País, 26 de octubre de 2021.
- (111) **Convención ciudadana francesa por el clima: ¿un experimento fallido?** DW, 16 de febrero de 2021.
- (112) **Hydrogen Projects Database.** IEA. 2021
- (113) **Las petroleras disparan su beneficio por el alza del crudo.** *Ignacio Fariza.* El País, 30 de octubre de 2021.
- (114) **La tormenta eléctrica revuelve el patio político.** El País, 17 de enero de 2021.

ERAKUNDEAK

- **Munduko Meteorologia Erakundea (MME)** Nazio Batuen Erakundearen barne 1950ean sortutako nazioarteko erakundea. Bere helburuak: nazio eguraldi-zerbitzuen arteko elkar-lana ziurtatu eta erraztu, neurketarako tresnak eta behaketa moduak sustatu eta bateratu.
- **Nazio Batuen Ingurumen Programa (NBIP)**
- **Convención Ciudadana por el Clima (CCC).** Frantzia
- **Nazioarteko Energia Agentzia (NEA).** 1973ko petrolio krisiaren ondoren OCDEk sortutako nazioarteko erakunde bat da. 30 estatukidek eta elkartekide diren 8 estatuk osatzen dute. Energi-politikak koordinatuz, estatu bakoitzaren biztanlegoari energía fidagarria, eskuragarria eta garbia ziurtatzeko helburuarekin.
- **Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC)**
- **Basque Center for Climate Change (BC3)**
- **Foro Multiagente de Transición Social y Agenda 2030**
- **Climate Analytics: Climate Action Tracker** (txostena)
- **Fundación Europea del Clima**
- **WWF Global Lead Climate&Energy**
- **350.org**
- **EAE: Basque Green Deal**
- **IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change.**
- **Instituto Wuppertal para el Clima, el Medio Ambiente y la Energía**
- **Fondo Mundial para la Naturaleza**
- **Economía, Democracia, Solidaridad**
- **AELEC. Asociación de Empresas de Energía Electrica**
- **APPA. Asociación de Productores de Energías Renovables**
- **Fundació Forum Ambiental**
- **PNUMA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente**
- **FORATOM. European Atomic Forum**
- **Foro Nuclear**
- **WWF World Wildlife Fund**
- **UNSPN. United Nations Strategic Planning Network**
- **Greenpeace**

Iñaki Dorronsoro Plazaola
2021eko azaroaren 26a