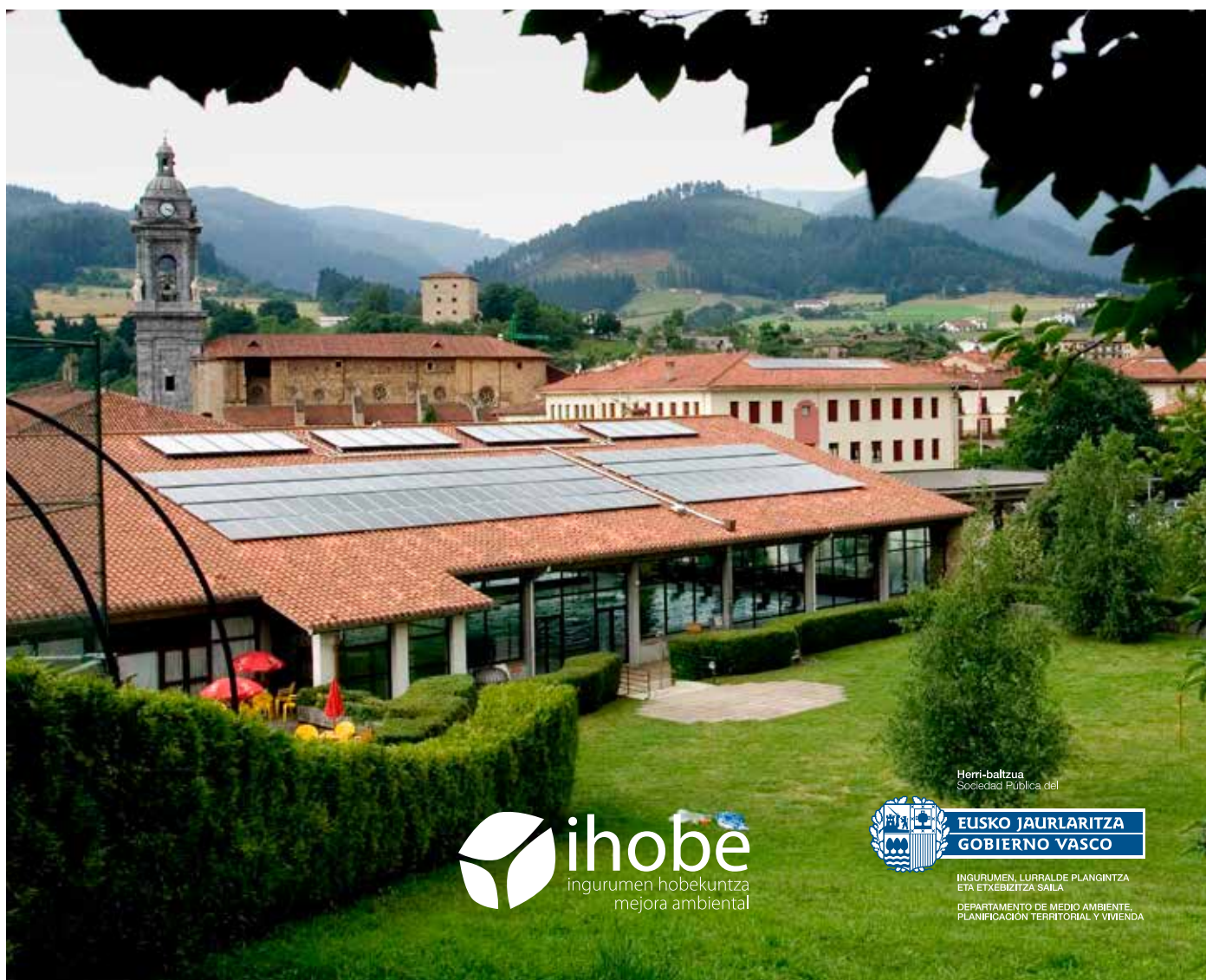


Klimatek proiektua 2017-2018

# Euskal Autonomia Erkidegoko energia-sektorearen erresilientzia klimatikoa







**Klimatek proiektua 2017-2018**

---

# **Euskal Autonomia Erkidegoko energia-sektorearen erresilientzia klimatikoa**

---



©

**Ihobe, Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa**  
**Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental**

**ARGITARATZAILEA:**

hobe, Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa  
Ingurumen, Lurralde Plangintza eta Etxebizitza Saila  
Eusko Jaurlaritza

Urkixo zumarkalea 36, 6. solairua  
48011 Bilbao

**[info@ihobe.eus](mailto:info@ihobe.eus)**

**[www.ihobe.eus](http://www.ihobe.eus)**

**[www.ingurumena.eus](http://www.ingurumena.eus)**

**EDIZIOA:**

2020ko apirila

**EDUKIA:**

Dokumentu hau TECNALIA, ORKESTRA eta Energiaren Euskal Erakundea languntzailearekin (EEE) egin du, I+G, Berrikuntza eta aldaketa klimatikoaren egokitzearen proiektuen garapenari laguntzeko sortutako 2017-2018ko Klimatek I+B+G laguntzen deialdian jasotako finantzazioari esker.

# aurkibidea

<b>01. Sarrera</b> .....	<b>05</b>
<b>02. Metodologia</b> .....	<b>06</b>
<b>03. Hasierako informazioa</b> .....	<b>09</b>
3.1. Klima-egoera gertagarriak	
3.2. EAEren klima-ezaugarriak zehaztea	
3.3. EAEko energia-sistemaren ezaugarriak zehaztea	
<b>04. Esposizioaren eta urrakortasunaren analisia</b> .....	<b>12</b>
<b>05. Arriskuaren hasierako ebaluazioa</b> .....	<b>13</b>
<b>06. Lehentasunezko elementuen identifikazioa</b> .....	<b>14</b>
<b>07. Egokitzapen-neurri nagusiak</b> .....	<b>16</b>
7.1. Eskariaren egokitzapen-neurriak	
7.2. Eskaintzaren egokitzapen-neurriak	
7.3. EAEko energia-azpiegitura klima-aldaketara egokitzearen balorazio ekonomikoa	
<b>08. Glosarioa</b> .....	<b>21</b>

# irudien eta taulen indizea

## Irudiak

1. irudia. Klima-aldaketaren ondorioak ebaluatzeko eredu kontzeptuala .....	<b>06</b>
2. irudia. Arriskuaren osagai nagusien arteko loturak .....	<b>07</b>
3. irudia. Analisi-eredua .....	<b>08</b>
4. irudia. RCP joeren irudikapenak, IPCC-ren bosgarren ebaluazio-txostenaren arabera.....	<b>09</b>
5. irudia. EAEko energia-sistemako elementu nagusien kokapena.....	<b>11</b>

## Taulak

1. taula. Azpisektore bakoitzean kontsultatu diren eragile adituak .....	<b>12</b>
2. taula. EAEko azpiegitura klima-aldaketara egokitzeko beharrezkoak izan daitezkeen inbertsio-bitarteen laburpena (milioi eurotan).....	<b>18</b>
4. taula. Inpaktu potentzialaren matrizea: klima-aldaketaren inpaktu potentziala, elementu motaren arabera. Zenbakien esanahia: 0: inpakturik ez; 1: inpaktu arina; 2: inpaktu ertaina; 3: inpaktu larria. Zeinuaren esanahia: (-) kaltea eta (+) onura EAEko energia-sistemarentzat .....	<b>19</b>

# 01

---

## Sarrera

---

Orain arte, klima-aldaketaren aurkako akzioetan arintzera bideratu dira ahaleginak, alegia, berotegi-efektuko gasen (BEG) murrizketara. Alabaina, horrelako ekintzak ez dira aski, eta aldaketoi erantzuteko plangintza egokiaz lagundu behar dira, inpaktuok eragindako egoeretara egokitu ahal izateko.

Klima-aldaketara egokitzeko neurriak lekuaren eta inguruabarren arabekoak izango dira; beraz, indarreko sektore-eta toki-politiketan txertatuta, efikazago izango dira.

EAEko energia-sektoreari erreparatuta, gero eta garrantzi handiagokoa izan arren, sektorea klima-aldaketara egokitzeko lanak hasi besterik ez dira egin.

Kontraesana da hori, klima-aldaketak sektorearen balio-kate osoan berebiziko eragina izan dezakeelako, eta sektorea bera eragile funtsezkoa delako Euskadiren erresilientzian, klima-aldaketaren aurrean. Izan ere, EAEko sektore eta BEGen emisio-sortzaile nagusietako bat da, eta ezin daiteke ahaztu zer-nolako lotura eta interdependentzia duen gainerako sektore ekonomikoekin.

Alabaina, dituen ezaugarriak direla kausa, energiaren sektoreak klimarenaz haragoko inguruabarren eragina ere nozitzen du: legedia, garapen teknologikoa, finantzaketa eta ekonomia, kontsumitzaileen portaera, geopolitika, etab. Era berean, klima-aldaketak ere eragina izan dezake aldagai horien etorkizuneko bilakaeran, eta horrek «zeharka» eragin diezaioke energia-sektoreari. Nazioartean hedatutako joerek –trantsizio energetikoko prozesuek, kasu– ere eragina dute horretan.

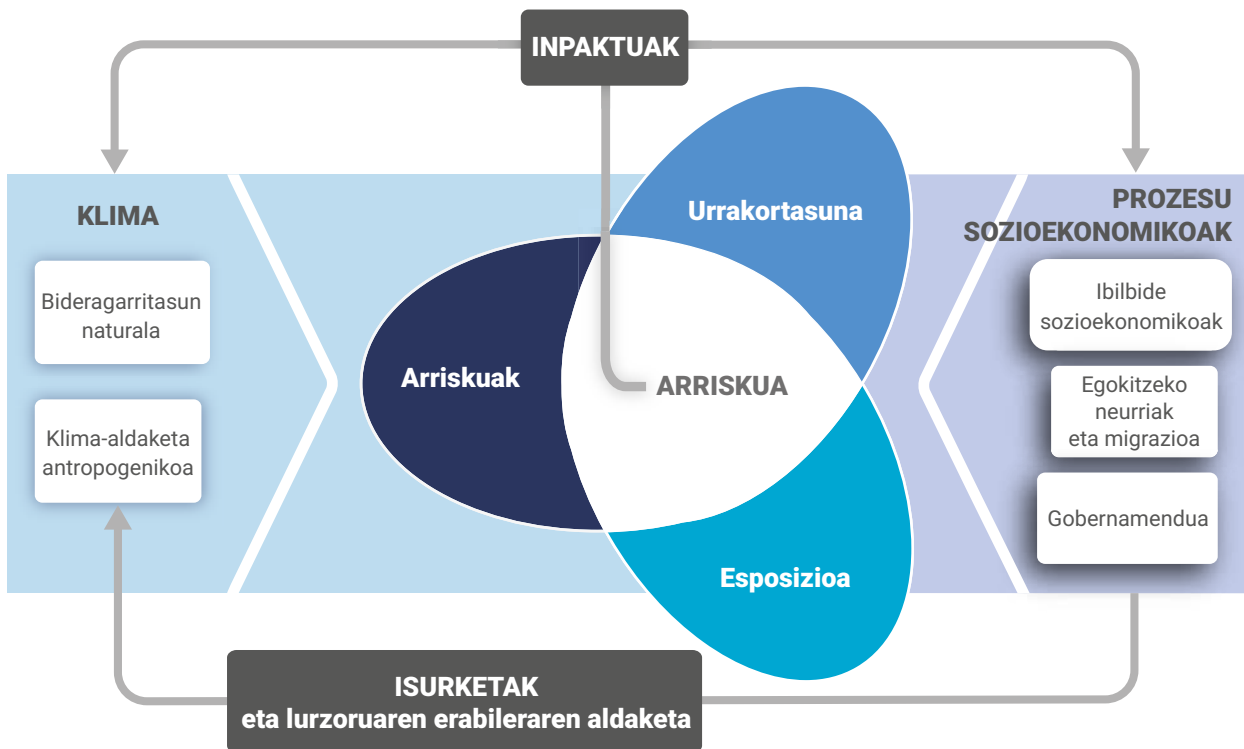
Klima-aldaketara egokitzeko neurriak proposatzeko garaian, lehen-lehenik, sistema aztergaia energia-sektorea osatzen duten elementuak eta zer mehatxu klimatikoren pean dauden aztertu behar da, eta ondoren, horien urrakortasuna eta zein arrisku dituzten. Horiek izan dira proiektuaren langaiak.

# 02

## Metodologia

Klima-aldaketari buruzko Gobernuarteko Taldearen Bosgarren Ebaluazio-txostena<sup>1</sup> agiriaren arabera, inpaktuen **arriskua** da **klimarekin berariaz loturiko gertakarien edo mehatxuen** (muturreko gertakariak eta aldaketa-

joerak barne) eta horien ondorioen (*emaitza* edo *inpaktu* ere esaten zaie) artean dagoen lotura. Ondoriook, **sistemen urrakortasunak eta jasandako esposizioak baldintzatuta daude.**



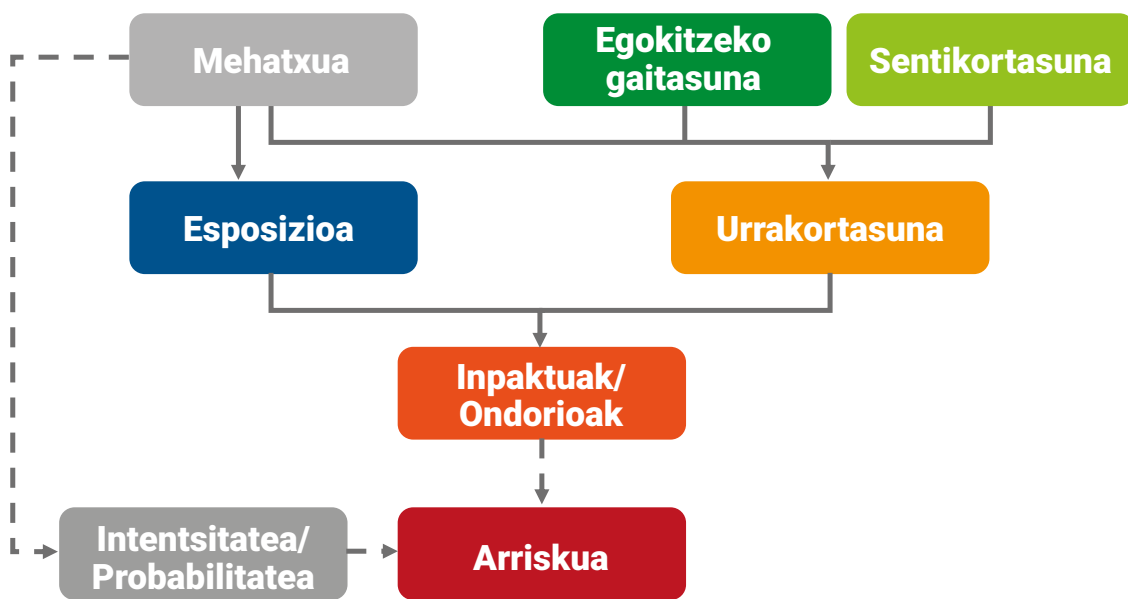
**1. irudia.** Klima-aldaketaren ondorioak ebaluatzeko eredu kontzeptuala. Iturria: IPCC-ren bosgarren ebaluazio-txostena.



Beraz, oro har, sistema batek nozitu ditzakeen klima- inpaktuak sistema mehatxu klimatiko jakin batzuen pean egon izanaren ondorio da (klima-aldagaiak aldatzea edo muturreko gertakariak jazotzea). Sistemaren sentikortasuna nolakoa, inpaktua halakoa. Egokitzeko gaitasunaren aldagaia ere hartu behar da kontuan, horren bidez zehazten baita aipatutako inpaktua zer neurritan den arriskutsua sistemarako. Hala, sistema urrakor esango diogu mehatxu baten pean egonik, mehatxuarekiko sentibera den eta hari aurre egin eta hartara egokitzeko gaitasunik ez duen sistemari. Mehatxuaren muntaren,

gauzagarritasunaren eta, gauzatuz gero, sistemak nozituko dituen ondorioen arabera zehazten da arriskua. IPCC-ren esparru kontzeptual hori enpresa- eta sektore-esparruan aplikatzeko era adierazten da 2. irudia irudian.

IPCC-k proposatutako esparru kontzeptual horren barruan, proiektu honetan erabili den analisi-ereduaren oinarria lehendik garatutako ezagutza eta metodologiak dira. Orotara, bost etapa dira, irudian ageri direnak, eta agiri honetan aletuko ditugu.



**2. irudia.** Arriskuaren osagai nagusien arteko loturak. Iturria: geuk egina, RAMSES proiektuan oinarrituta <http://www.ramses-cities.eu/home/>

<sup>1</sup> IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Final Draft IPCC WGII AR5.

## 1 Hasierako informazioa

- Egoera gertagarriak zehaztea
- EAEko energia-sistemaren elementuen mapa osatzea eta ezaugarriak zehaztea (egungoa eta aurreikuspenak)
- EAEko klima-datuak (egungoa eta aurreikuspenak)
- Bibliografia

## 2 Esposizioaren eta urrakortasunaren analisia

- **Emaitza:** inpaktu potentzialaren matrizea
- **IPI:** inpaktu potentzialaren indizea

IPIren eskala: Inpaktu potentzialaren indizea		
Gradua	Puntuazioa	
	Onura	Kaltea
Arriskurik gabe	0	0
Arina	1	-1
Ertaina	2	-2
Larria	3	-3

- **Zeinu positiboa:** sistemarentzako onuragarria
- **Zeinu negatiboa:** sistemarentzako kaltegarria
- Eragile adituekin egindako bileretan zehaztuko dira

Energia-eremuko elementua	MEHATZIAK					
	Eliza ingurukoak	Herriak	Uhartu ingurukoak	Eliza ingurukoak	Herriak	Uhartu ingurukoak
<b>BAHARRAK</b>						
Pertxoa eta erretxoa						
Gas naturala						
<b>ENERGIA ELKTRIKO ETA TERMIAKO SUTZIA</b>						
Eliza ingurukoak						
Herriak						
Uhartu ingurukoak						
Eliza ingurukoak						
Herriak						
Uhartu ingurukoak						
<b>SARRAKIA ETA BARRAKETA</b>						
Pertxoa eta erretxoa						
Gas naturala						
<b>AZKEN BONTATZAK</b>						
Industria						
Zerbitzuak						
Balioak						

**IPI: INPAKTU POTENZIALA REN indizea [-3tik 3rako eskala]**

## 3 Arriskuaren hasierako ebaluazioa

- **Emaitza:** arrisku-matrizeak
- **Arrisku-indizea** = f(IPI, Pisua, MAI)
- **Pisua:** pisua energia-orekan
- **MAI:** mehatxu-aldaketaren indizea

Zeinua	Mehatxu-aldaketaren indizea (MAI)	
	Gradua	Puntuazioa
Murrizketa	Murrizketa larria	-3
	Murrizketa garrantzitsua	-2
	Murrizketa txikia	-1
Neutroa	Aldaketa esanguratsurik gabe	0
	Hazkunde txikia	+1
Hazkundera	Hazkunde garrantzitsua	+2
	Hazkunde larria	+3

Pisua, Pisu 1, energia-orekan	Energia-eremuko elementua	MEHATZIAK					
		Eliza ingurukoak	Herriak	Uhartu ingurukoak	Eliza ingurukoak	Herriak	Uhartu ingurukoak
<b>MEHATZIAK ALDAKETA</b>	1. apurtua						
<b>BAHARRAK</b>	Pertxoa eta erretxoa						
	Gas naturala						
<b>ENERGIA ELKTRIKO ETA TERMIAKO SUTZIA</b>	Eliza ingurukoak						
	Herriak						
<b>SARRAKIA ETA BARRAKETA</b>	Pertxoa eta erretxoa						
	Gas naturala						
<b>AZKEN BONTATZAK</b>	Industria						
	Zerbitzuak						
	Balioak						

**ARRISKUAREN lehen balorazioa = f(IPI, MAI, PISUA)**

## 4 Lehetasunezko elementuen behin-behineko identifikazioa

- **Emaitza:** lehetasunezko elementuen identifikazioa
- Arrisku-matrizeen analisisian oinarritua

## 5 Egokitzapen-neurrien behin-behineko identifikazioa

- **Emaitza:** egokitzapen-neurrien, ezarpen-horizontearen eta gutxi gorabeherako gastuaren behin-behineko identifikazioa
- Eragile adituekin lankidetzan zehaztuko dira

# 03

## Hasierako informazioa

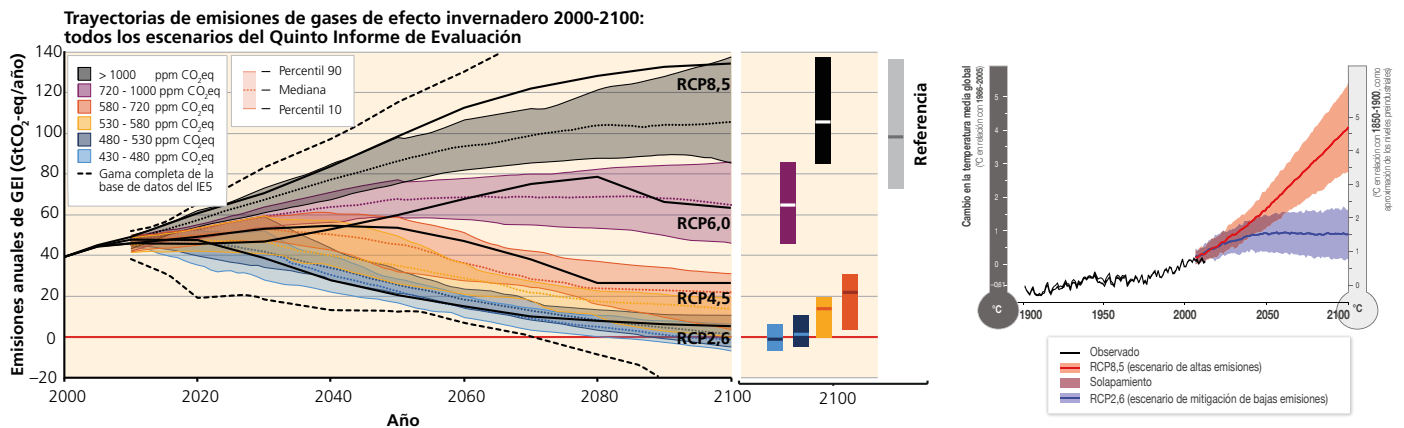
### 3.1. Klima-egoera gertagarriak

Klima sistema biziki konplexua da, elkarlotutako osagai eta aldagai askok esku hartzen dutena. Klimaren osagai garrantzitsu bat dira BEGen emisioak.

LZientzialariek emisio-egoeren sorta bat zehaztu dute, **kontzentrazio-joera adierazgarriak** (RCP

Representative Concentration Pathways), BEGek etorkizunean izan dezaketen bilakaera aurreikusteko.

Joera horien bitartez adierazten da 1750. urtearen aldean 2100. urterako kalkulaturako guztizko erradiazio-behartzeara<sup>2</sup>. IPCC-k 2013. urtean argitara eman zuen *Fifth Assessment Report* (AR5) txostenean zehazten dira joerok. Tartean, arintze-egoera muturrekoa (RCP 2.6), tarteko bi egoera (RCP 4.5 eta RCP 6.0) eta BEGen emisio askoko egoera bat (RCP 8.5) daude. Lan honetan, zehazki,



### 4. irudia. RCP joeren irudikapenak, IPCC-ren bosgarren ebaluazio-txostenaren arabera.

<sup>2</sup> Sistema klimatiko batean sartzen edo handik irteten den erradiazioan (beroa) gertatutako aldaketa bat da; iristen den eguzki-erradiazioan gertatutako aldaketak izan daitezke kausa, edo erradiazio-gasen kantitate jakin batzuk.

**RCP 4.5** eta **RCP 8.5** joerak erabili ziren, behar bezain adierazgarritzat jo baitziren.

Halaber, lan honetan bi epe hartu ziren kontuan; bat laburra, eta bestea ertaina: 2030 eta 2050. Horretarako, klima-egoera gertagarriak eta epe laburreko (2011-2040) eta epe ertaineko (2041-2070) klima-datuak uztartu dira.

## 3.2. EAEren klima-ezaugarriak zehaztea

Arriskuak identifikatzeko prozesuan, hasteko, zehatz-mehatz ezagutu behar dira egungo klima-baldintzak eta aztertutako egoeretan aztergai den sektorerako mehatxu izan daitezkeen balizko joera klimatikoak. Hori horrela, lehenik, EAEko energia-sektorearentzako garrantzia duten aldagai klimatikoak identifikatu dira. Hasierako ebaluazioan, aldagai hauek hartu dira kontuan:

- Giro-tenperatura
- Hezetasun erlatiboa
- Haizea
- Uraren tenperatura
- Ur-eskuragarritasuna, emariak
- Prezipitazioa
- Presio atmosferikoa
- Erradiazioa
- Itsasoaren maila eta kostaldeko uholdeak
- Ibai-uholdeak
- Bero-boladak, hotz-boladak
- Ekaitzak (ekaitz elektrikoa, muturreko prezipitazio eta haizeak eta abar)
- Itsas kolpeak
- Baso-suteak
- Luiziak eta higadura

Aurrekoa kontuan hartuta, mehatxu-aldaketaren indizearen bidez adierazten da etorkizuneko klima-baldintzak zer-nola aldatuko diren erreferentzia-unetik aurrera, bi irizpide hauek oinarri hartuta: urteko aldakortasun-bitartea eta esleitutako sailkapen klimatikoa.

4.5 egoeran, epe laburrean espero diren aldaketekin, aldagai klimatiko guztietan hazkunde txikiak gertatzea espero da, prezipitazioan eta, ondorioz, ur-eskuragarritasunean izan ezik. Aldaketa horiek zertxobait handiagoak dira RCP 8.5 egoeran; aipatutako bi aldagaiok,

gehi hezetasuna, aldatu, aldatzen dira, baina murrizteko. Epe ertainean, bi egoeren arteko alde nagusia da hezetasun erlatiboak eta haizeak behera egingo luketela RCP 8.5 egoeran, eta gora, aldiz, RCP 4.5 egoeran.

## 3.3. EAEko energia-sistemaren ezaugarriak zehaztea

Energia-sistemaren ezaugarriak zehazteko, osatzen duten elementuak identifikatu behar dira, energia-iturriak edo -baliabideak kontuan hartuta; energia-hornidura eta, amaierako energia-erabilera eta -eskaria. Hala, EAEko energia-jarduketa elementu hauetan banakatu da:

### Baliabide-harrera:

- Itsas terminala (ontziak amarratzea)

### Baliabideak:

- Petrolio eta eratorriak:
  - Zamalanak
  - Finketa
  - Biltegitratzea (portuan eta barnealdean)
- Gas naturala:
  - Zamalanak
  - Birgasifikazioa
  - Biltegitratzea

### Energia elektrikoa eta termikoa sortzea:

- Ziklo konbinatuko termikoa (ur eta aire bidez hoztea)
- Hondakinen balorizazioa (hiri-hondakinak)
- Biogasa
- Biomasa
- Kogenerazioa
- Eolikoa (on-shore eta off-shore)
- Hidraulikoa
- Eguzki-energia fotovoltaikoa
- Eguzki-energia termikoa
- Geotermia
- Itsas energia (finkoa eta flotatzailea)

### Garraioa eta banaketa:

- Petrolio eta eratorriak (eskualdekoa eta esportazioa)
- Gas naturala (eskualdekoa eta esportazioa)
- Elektrizitatea (eskualdekoa, aire bidez eta lurpetik, eta inportazioa)

**Azken kontsumoa:**

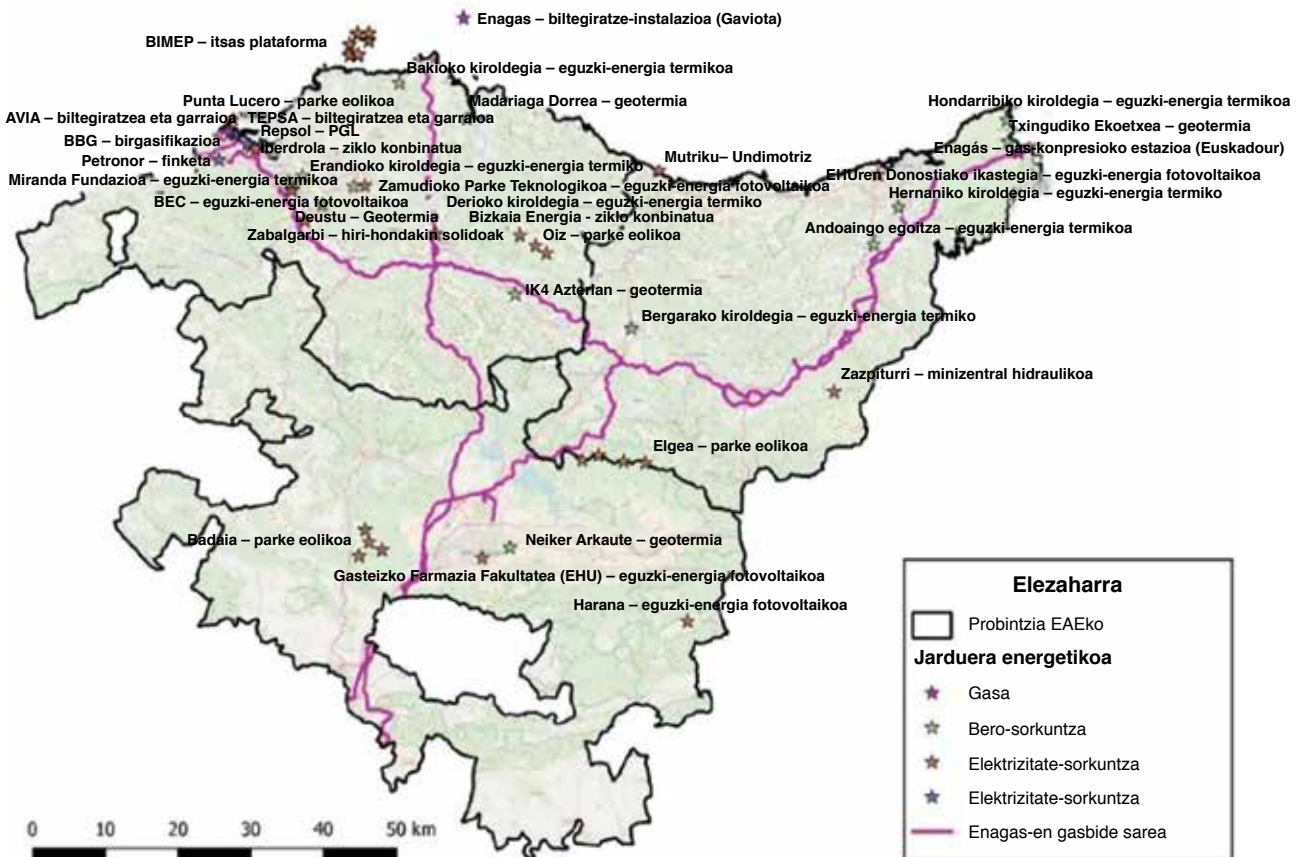
- Industriala
- Garraioa
- Lehen sektorea
- Zerbitzuak
- Bizitegia

Azterlan honetan, azpiegituraren kokapena eta elementu bakoitzaren «pisua» (energia-orekan oinarritua) ezagutu nahi izan da, etorkizuneko ekintzen lehentasun-hurrenkera zehazteko, jarduera jakin bat ez-eraginkorra bihurtzeak sor dezakeen egoeraren kritikotasunean oinarrituta. 5. irudia. informazio horren zati baten adierazpen grafikoa da.

Elementu bakoitzaren pisua lortzeko, azterlanean bildutako hiru epeetarako energia-orekak zehaztu dira: erreferentzia-aldia (2015. urteko orekan oinarritua<sup>3</sup>), 2011-2040 aldia (2030. urterako energia-orekan oinarritua) eta 2041-2070 aldia (2050. urterako energia-orekan oinarritua).

Energia-oreka horietan oinarrituta, esan daiteke petrolioarekin eta petrolioaren eratorrieekin loturiko eskaintza-jarduketak (portu-jarduera, finketa, biltegitratzea, garraioa eta banaketa) oso nabarmen murriztuko direla 2050ean, 2015arekin alderatuta, baina, lehenago, 2030ean, zertxobait gora egitea espero dela. Gasak gero eta garrantzi handiagoa izango du 2030era arte, oraingo pisuaren halako bikoa izango baitu. Elektrizitatean, sorkuntza-potentzia nabarmen handituko ez bada ere, batik bat iturri berriztagarrietan handituko da, garraio- eta banaketa-sareen jarduketek garrantzi handiagoa hartzea espero da, hornidura bermatzeari dagokionez.

Kontsumoan, bestalde, ez da aldaketa handirik espero 2030era begira, non eta ez bada kontsumoaren behar-kada txiki bat garraioan eta zerbitzuen nahiz bizitegien sektoreetan. 2050erako, kontsumoa murriztea espero da industrian eta garraioan, eta zertxobait handitzea lehen sektorean, zerbitzuen sektorean eta bizitegien sektorean.



**5. irudia.** EAEko energia-sistemako elementu nagusien kokapena.

<sup>3</sup> 2015. urtea da erreferentzia-urtea, 3E-2030 estrategiaren oinarri-urtea delako.

# 04

## Esposizioaren eta urrakortasunaren analisia

Analisiaren bigarren urratsa EAEko energia-sistemako elementuetan identifikatu diren mehatxu klimatikoaren inpaktuaren ebaluazioa egitea da. Horretarako, aldagai hauek gurutzatu dira: azpiegituraren kokapena (mehatxuekiko **esposizioa** zehazten du), elementu bakoitzak nozitu dezakeen eragin-maila (**sentikortasuna**) eta identifikatu diren inpaktuei aurre egin eta horietara egokitze gaitasuna (**egokitze gaitasuna**<sup>4</sup>). Azken bietan zehazten da zein den elementu aztergaiaren **urrakortasuna**. Horiek guztiak ebaluatzeko, azpisektore aztertuen eragile multzo adierazgarri batekin bilerak egin ziren, adituen iritzia biltzeko.

Elkarrizketa horietan lortutako informazioa aztertu eta erantsi, eta Inpaktu Potentzialaren Matrizea lortu zen (3. taula). Matrize horretan laburbiltzen da EAEko energia-sistemako elementuen joera edo aurretiko joera zein den, aztertutako klima-aldagaien aldaketek eragitean; hala, eragina onuragarria edo kaltegarria den ikus daiteke. Horretarako, *Inpaktu Potentzialaren Indizea* (IIP) erabili zen, horren bitartez baloratu baitaiteke aipatu elementuak zein neurritan dauden klima-mehatxuen pean, eta zer-nolako urrakortasuna duten horien aurrean. Indizearen gutxieneko balioa -3 da (arriku handia, kaltegarria), eta gehienekoa +3 (arriku handia, onuragarria).

Azpisektorea/jarduera	Kontsultatu den eragilea
Finketa	PETRONOR
Petrolio-produktuen garraioa eta biltegiatzea	CLH
GNLen biltegiatzea eta birgasifikazioa	BBG
Gas naturalaren biltegiatzea eta garraioa	ENAGAS
GNLen eta PGLen banaketa	NORTEGAS
GNaren ziklo konbinatua	BBE
Hondakinen balorizazioa	ZABALGARBI
Amaierako eskaria, berriztagarriak eta kogenerazioa	EEE
Energia elektrikoaren banaketa	IBERDROLA
Energia elektrikoaren garraioa	REE

**1. taula.** Azpisektore bakoitzean kontsultatu diren eragile adituak.

<sup>4</sup> Egokitze gaitasunak bi eragin izan ditzake: elementuak mehatxuaren aurrean duen sentikortasuna murriztu/desagerraraz dezake, edo bestela, haren esposizioa murriztu/desagerraraz dezake.

# 05

---

## Arriskuaren hasierako ebaluazioa

---

Arriskuaren hasierako ebaluazioarekin, EAEko energia-sistemak aurre egin beharreko **arrisku potentzialak** aurreikus daitezke, eta errazago identifikatzen dira **lehentasunezko elementuak**, alegia, arrisku-analisi zehatzagoa behar duten elementuak. Elementu bati lehentasunezko irizten zaio, baldin eta energia-orekan pisu handia badu eta kliman aurreikusi diren aldaketek nabarmen erasango diotela espero bada.

Horiek guztiak ebaluatzeko, arrisku-matrizeen sorta bat sortu da<sup>5</sup>, eta horietan, elementu bakoitzak energia-sistemari egiten dion ekarpena analisisian sartzearen emaitza eta EAEn aztertu diren mehatxuetan espero den bilakaera adierazten dira.

---

<sup>5</sup> Egoera bakoitzeko bat egin da, aldia (2011-2040 edo 2041-2070) eta klima-egoera (RCP 4.5 eta RCP 8.5) konbinatuta.

# 06

## Lehentasunezko elementuen identifikazioa

Eskaintzaren aldetik, EAEko energia-sistema oso urrakorra da klima-aldaketarekiko, batik bat muturreko gertakarietan, hotz- eta bero-boladetan eta ekaitzetan, kasu.

Itsasoaren mailaren igoera eta kostaldeko nahiz ibaietako uholdeak kokapen oso jakin batzuei eragiten dieten mehatxuak dira eta, horrenbestez, kostaldetik gertu edo ibaien inguruan kokatutako azpiegituri gehiago erasaten diete. Kasu batzuetan, mehatxuok berebiziko eragina izan dezakete kasuan kasuko azpiegituran, eta egokitzapen-neurri egokirik hartu ezean, zeharo baliaezin gera daitezke eraginpeko azpiegiturak. Dena dela, beste batzuetan, instalaziorako sarbideak nozituko du eragina instalazioak berak bainoago.

Mailaz mailako aldaketei dagokienez, eragin handieneko mehatxuak giro-tenperatura igotzea eta ur eskuragarria urritzea dira.

Erradiazio-aldaketek sorkuntza fotovoltaikoari soilik eragingo liokete (panelen ekoizpenean zuzenean eragingo luketelako); zertxobait eragingo liokete, halaber, geotermiari (tenperatuaren igoerarengatik) eta elektrizitate-garraio eta banaketari, batik bat aireko jardueri.

Azpiegitura motari erreparatuta, urrakorrenak bero bidez elektrizitatea sortzeko instalazioak lirateke, baita elektrizitatea garraiatu eta banatzeko sareak ere. Arreta merezi dute sare elektrikoek, energia-sistema areago elektrifikatzeko joera nagusitzen ari denez. EAEn, sorkuntzan instalatutako potentzia<sup>6</sup> eta elektrizitate-kontsumoaren bi heren «inportatu» behar direla kontuan hartuta<sup>7</sup>, sareok berebiziko garrantzia izango dute etorkizunean.

Eguzki-energia termikoari eta bero-sorkuntzarako geotermiari (berokuntza, ur bero sanitarioa) mesede egin diezaiokete klima-joerek; beraz, energia-iturri konbentzionalen ordezkotza izan litezke, esaterako, berokuntzan.

Duten kokapena dela eta, portu-eremuko jarduketa gehienak arriskuan egon litezke itsas mailaren gorakadaren ondorioz. Oro har, egokitzeko aukera egingarri oso gutxi dute.

Energia-kontsumoan, bestalde, kontraesan bat dago; izan ere, mehatxu gehienek kontsumoa handitzea lekarkete, kontrakoa proposatu den arren energiaren eta klimaren gaineko politiketan, energia-beharrak murriztera bideratuta baitaude.

<sup>6</sup> 2017. urtean, EAEn instalatutako potentziaren % 81,5 termikoa zen (ziklo konbinatuak eta kogenerazioa). 2016an, sortutako elektrizitatearen % 72,6 konbentzionala izan zen (ziklo konbinatuak eta kogenerazioa).

<sup>7</sup> 2016 urtean kontsumitutako elektrizitatearen % 63,9 «inportaziokoa» zen.



Bizitegi-sektorearen kontsumoan espero da klima-aldaketen eraginik txikiena, hein batean, egokitze gaitasunarengatik, gainerako sektoreetan baino handiagoa delako. Bestalde, zerbitzu-sektoretik etor daiteke kontsumo-murrizketa, batik bat, klima desatseginagoekin jarduera-mailak behera egin dezakeelako, ekonomian nabarmen eraginda.

Industrian, azken urteetan inbertsio handiak egin diren arren energia-efizientzia, prozesuen energia-efizientzia txikiagotzea gerta daiteke, espero diren tenperatura-igoerak direla medio. Alabaina, haizean egon litekeen hazkundeak efektu hori leundu edo indargabetu lezake, hozte-prozesuei onura ekarriko lieke eta. Kontsumo-sektoreetan, garraioan izan dezake inpakturik handiena klima-aldaketak, energia-eskaria handiagoa izango delako, batik bat, erabiltzaileen portaerarekin loturiko faktoreengatik.

Etorkizunera begira, **klima-aldaketak erabat baldintzatuko du Eusko Jaurlaritzak energia-estrategien helburuak bete ahal izatea**, aurreikuspenen arabera, energia-eskariak gora egingo duelako.

Hala ere, konpromisoen oinarri badira emisioak eta kontsumoa murriztea, eta berriztagarriak areago hedatzea, etorkizunean, urrakortasuna txikiagoa izan liteke, zenbait instalazio «itxi» eta eskakizun berrietara egokituta leudekeenekin ordezkatuta. Alegia, energia-sistema jasangarriagoa litzateke, eta sektorea erresilienteagoa klima-aldaketaren aurrean.

Esaterako, egiaztatu da baliabide berriztagarrien bidezko sorkuntza-azpiegitura erresilienteagoa dela klima-aldaketarekin lotuta klimak izan ditzakeen aldaketekin. Hala ere, etorkizuneko egoera horretan, zehatz-mehatz aztertu behar da zein den sare elektrikoaren egoera eta zer inpaktu izan dezakeen eskaria handitzeak.

## Egokitzapen-neurri nagusiak

---

Eraitza horiek ikusita, aipatutako mehatxuen aurrean sektoreak erantzuteko duen gaitasuna hobetzera bideratutako lehen neurri sorta proposatu daiteke. Neurriak identifikatzeaz gain, egokitzapenaren kostu ekonomikoa adieraziko da.

Egokitzapena hainbat erataria egin daiteke. Batetik, birjarpen-irizpide bati loturik dauden aktiboen zehaztapenak aldatu daitezke. Bestetik, azpiegitura jakin bat egokitzeko, jada egokituta dagoen batekin ordezkatu daiteke. Horrelako neurrien kostu ekonomikoa handia izan daiteke, energia-azpiegituraren bizitza baliagarria kontuan hartzen bada. Horrenbestez, pentsatzekoa da egokitzapen-neurriak gutxika ezarriko direla.

Hala ere, ez zaio ezikusi egin behar honi: jarduera kaltetzen duten gertakariak ugarituta, inbertsioak berreskuratzeko epeak laburtu egingo dira. Halaber, gerta liteke egokitzapen-neurrietatik baten bat ekonomikoki bideragarria ez izatea kasuan kasuko azpiegituraren kudeatzaileentzat. Edonola ere, egokitzapen-neurrien amaierako aukeraketak jarduera bakoitzari buruzko xehetasun-azterlan bat izan behar du aurrekari, arrisku potentzialak areago zehaztu ahal izateko.

### 7.1. Eskariaren egokitzapen-neurriak

Bizitegi-sektorean, hauteman diren egokitzapen-neurri zabalduenetako bat aire girotuko ekipoak instalatzea da, orain arte halakoen beharrik ez baita egon. Konplexuagoa dirudi azpiegitura kritiko jakin batzuen egokitzapena, ospitaleena, kasu. Horrelako neurriekin, BEGen emisioek gora egin dezakete. Beraz, beste aukera batzuk aztertzea komeni da. Esaterako, hirigintza-plangintza hobek egitea; eraikinen birgaikuntzan, aldaketak egitea isolamendu-arloan. Alabaina, komenigarria bada ere, nekez justifikatu daiteke hori, behar diren obrak oso garestiak direlako.

Industrian eta garraioan, egoera are konplexuagoa da, horietan ere, kostuarengatik. Baliteke tenperatura-igoerak horien jardunean izan dezakeen inpaktua ez izatea aski ekipo efizienteagoetan inbertitu beharra justifikatuta egon dadin. Hala, ekipoak gutxika ordeztu litezke, klimabaldintza berrietara egokituak ipinita. Industrian, batzuetan, hornidura elektrikoaren eten bat kritikoa suertatu badaiteke, komenigarria izan daiteke ekipo elektrogenoak erostea, edo energia-hornidurarako ordezkotako bide bat eraikitzea.

Bestalde, garraioan, markesinak egokitzea eta garraio publikoko ibilgailu flotak berritzea sustatu daiteke, erabiltzaileen erosotasuna xede, tenperatura-igoeren eta,

prezipitazio eta ekaitz ugariagoen, eta abarren aurrean, garraio mota hori lehenesten jarrai dezaten.

Nekazaritzan, ez da hauteman egokitzapen-neurririk giro-tenperaturaren igoeren aurrean, ez bada makineria efizienteagoa erostea edo instalazioak lehen aipatu den bidetik egokitzea.

Garrantzi txikiagoko inpaktuetan –ur-eskuragarritasun gutxiago egotearen, itsas mailaren gorakadaren, ibai-uholdeen, eta abarren ondoriozko inpaktuetan–, egokitzapen-neurriak askotarikoak dira, mehatxua eta kontsumo-sektorea zein diren. Hala, industrian eta zerbitzu-sektorean, ekipo elektrogenoak erabiltzea proposa daiteke, ekaitzen ondoriozko elektrizitate-horniduraren etenei aurre egite aldera. Ur-eskuragarri gutxiago egongo balitz, industria-sektorean, hozte-prozesuek zailtasunak izango litzukete, eta aire bidezko hozte-sistemak ezartzeko aukera aztertzea komenigarria izan liteke. Bizitegi-sektorean, aldaketak egin daitezke hornidura-sarean. Baso-suteen maiztasuna handitu daitekeenez, lehen sektorean, suebakiak egitea sustatu behar litzateke.

Energia-kontsumoa murrizteko helburuak eta inguruabar klimatologikoen arazoa eta aldaketa kontuan hartuta, eta energia-kontsumoa handitu daitekeenez (ekipamenduek efizientzia galtzeagatik edota kontsumitzaileek konforta nahi izateagatik), ekonomia zirkularreko neurriak hartzea energia-kontsumoan inpaktu positiboa izan dezakeen alternatiba bat da azterlanean kontuan hartu diren sektore guztietan.

## 7.2. Eskaintzaren egokitzapen-neurriak

Portu-eremuan kokatutako azpiegitura batek itsas mailaren gorakadaren ondorioz izan dezakeen arriskuak ez dauka egokitzapen-konponbide aplikagarririk, epe laburrean behintzat.

Kogenerazioan, gehiago ikertu behar da, makinaren errendimendua handitzeko tenperatura altuagoen aurrean, edo hozte-sistemak aldatzearen alde egin daiteke.

Elektrizitatea garraiatzeko eta banatzeko sareetan, lineen ibilbidea aldatzea proposatzen da, uholde-guneak ekiditeko, ekipamenduak gorago jartzea eta iragazgaiztea barne (transformazio-zentroak, azpiestazioak, etab.),

hala nola energia-efizientzia sustatzea eta eroale erresistenteagoak erabiltzea, eta transformazio-zentroetako eta azpiestazioetako ekipamenduen efizientzia hobetzea (transformadoreak, neurgailuak, etab.).

Petrolioaren eratorrien garraioan eta biltegitratzean, andelak dauden eremuetako ur-hustubideen sarea birdiseinatzea proposatzen da, eta drainatze-sistema gehigarriak eraikitzea, uholde-arriskuko guneren batean badaude. Halaber, ahalmen handiagoko konpresoreak instalatzea ere proposatzen da.

Aurrekoetz gain, eta *a priori* arrisku-maila txikiagoekin lotuta egon arren, aztertutako jarduketa batzuetan hauteman diren beste neurri batzuk ere aipa litezke:

- Ontzien amarratzean arazorik sortuz gero, erosketapolitika egokitu liteke, ekoizpen-erritmoa aldatu, edo biltegitratze-ahalmena handitu.
- Ur-eskuragarritasunean, kontsumoa optimizatzea proposatu daiteke, eta energia hidraulikoan, aldiz, urtegien kudeaketa antolatu beharko litzateke.
- Giro-tenperaturak gora eginez gero, hozte-sistema berriak garatzea edo egungoak egokitzea, horiek dira aukera bideragarriak.
- Baso-suteen, ekaitzen eta luizien aurrean, azpiegitura indartzeko edo azpiegitura berri sendoago bat eraikitzeko aukerak, eta landaredia garbitzeko eta suebaki-zerrendak zabaltzeko aukerak aztertu beharko lirateke.

Azkenik, ezohikoagoak diren arriskueta, hainbat neurri proposa daitezke; esaterako, ekipo lagungarriak sartzeara (adibidez, erregailuak, tenperatura jaitsiz gero, automatikoki arrankatzeko), punpa lagungarriak instalatzea (uholdeetan ura husteko), ur-hornidura bermatzeko ordezkotako sistemak bilatzea, etab. Kasu horretan, neurriak ez dira hain orokorrak, azpiegitura bakoitzera egokituago daudelako, eta, aurrekoetan bezala, azterlan xehatuak egin ondoren zehaztu behar dira.

Kasu guztietan, beharrezkoa da etorkizuneko klima-aurreikuspenak sartzeara, azterketa-planak lantzen eta berriz diseinatzen laguntzeko.

### 7.3. EAEko energia-azpiegitura klima-aldaketara egokitzearen balorazio ekonomikoa

Hauteman diren egokitzapen-neurriak kontuan hartu, eta horien balorazio ekonomikoa egin zen, txosten publikoetan oinarrituta. Balorazioa proiektuaren lehenagoko faseetan esku hartu zuten eragile adituekin aztertu zen.

Ondorengo taulan daude jasota azterlanean identifikatu diren neurriekin loturiko kostuak, aurre egindako arrisku potentzialaren nolakotasunaren arabera sailkatuta. Ageri denez, inbertsio handienak behar lituzketen egokitzapen-neurriak arrisku-maila handia duten azpiegituretakoak dira. Izan ere, arrisku ertain eta arinei aurre egiteko neurriak egon badaude ere, ez dira baloratu bibliografia berrikusiaren arabera.

Aurreko zifrak ulertzeko, kontuan hartu behar da Espainiako elektrizitate- eta gas-sektoreak 3.663 milioi euro

inbertitu zituela 2017an aktibo materialetan. Eta petrolio-finketaren sektoreak, aldiz, urte horretan bertan, 865 milioi euro. Orotara, energia-sektorearen inbertsioen bolumena Espainiako BPGd-ren % 0,35 izan zen. EAEn, 102,5 milioi euro inbertitu ziren elektrizitate- eta gas-sektorean (2016. urtean, 189 milioi euro), hau da, industria-inbertsioaren % 5,3.

Kontuan hartzen bada elektrizitateak estatuko eta, zehazki, EAEko energia-*mixean* etorkizunean izatea espero den garrantzia, herrialdeko eskaintza elektrikoaren eskastasuna ikusita, argi dago azpiegitura sendoa behar dela, espero diren eskari-hazkunderi aurre egiteko. Beraz, jardueron ordainsari arautuak sakon berraztertu behar dira. Deloitte enpresaren zenbatespenaren arabera, sare elektrikoak trantsizio energetikora egokitzearen kostua 38.000 eta 46.000 milioi euro artekoa da (Servimedia, 2018). Espainiako sare elektrikoan egingo liratekeen inbertsioek 40.000 lanpostu baino gehiago sortuko lituzkete<sup>9</sup>. Aurrekoa gorabehera, sare elektrikoez gain, EAEko energia-azpiegitura osoaren garrantzia hartu behar da kontuan.

	Minimoa	Maximoa
<b>Arrisku larriak</b>	1.325	2.375
<b>Arrisku ertainak</b>	240	450
<b>Arrisku arinak edo oso arinak</b>	260	510
<b>GUZTIRA</b>	<b>1.825</b>	<b>3.335</b>

**2. taula.** EAEko azpiegitura klima-aldaketara egokitzeko beharrezkoak izan daitezkeen inbertsio-bitarteen laburpena (milioi eurotan)<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Aipatu behar da identifikatutako egokitzapen-neurri guztiak ezarrita guztizko kostuak % 20-25 murriztu daitezkeela, izan ere, azpiegitura bat arrisku jakin baten aurrean egokitzeko neurriek aukera eman dezakete beste batzuen aurrean egokitzeko ere.

<sup>9</sup> <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/8965136/02/18/Las-inversiones-en-redes-electricas-en-espana-generaran-mas-de-40000-empleos.html>.

**Aldagai/gertakari klimatikoak**  
**Klima-aldaketarekin, aldagai guztietan HAZKUNDEA**  
**gertatzearen hipotesia**

Energia-sistemako elementua	Giro-temperatura	Hezetasuna	Haizea	Uraren temperatura	Ur-eskuragarritasuna, emaria	Prezipitazioa	Presioa	Erradiazioa	Itsasoaren maila eta kostaldeko uholdeak	Ibai-uholdeak	Bero-boladak/ Hotz-boladak	Ekaitzak <sup>10</sup>	Baso-suteak	Itsas kolpeak	Luiziak eta higadura
<b>BALIABIDEEN HARRERA (+ zeinuk jarduerarentzako onuragarria dela adierazten du)</b>															
Itsas terminala (amarratzea)														-3	-3
<b>RECURSOS (signo + implica aumento de actividad)</b>															
Petrolioia eta eratorriak - Zamalanak									-2						
Petrolioia eta eratorriak - Finketa	-2			-1	3	-2				-3	-2	-3			
Petrolioia eta eratorriak - Biltegitratzea (portuan)	-1								-2		-2	-2			-2
Petrolioia eta eratorriak - Biltegitratzea (barnealdean)	-1				2	-2				-2	-2	-2			
Gas naturala - Zamalanak									-1						
Gas naturala - Birgasifikazioa	-1	-1		1					-2		-1	-2			
Gas naturala - Biltegitratzea	-1								-2		-1	-2			-2
<b>ENERGIA ELEKTRIKOAREN ETA TERMIKOAREN SORKUNTZA (+ zeinuk sorkuntzaren hazkundera adierazten du)</b>															
Termikoa, ziklo konbinatua (ur bidez hoztea, BBE mota)	-1			-1	1				-1		-1	-2			-1
Termikoa, ziklo konbinatua (aire bidez hoztea, Boroako zentrallean bezala)	-2				2						-2	-2			
Hondakinen balorizazioa	-1	-1		-1	3	-1	-1			-2	-2	-2	-2		-2
Biogasa	-2				3				-1	-1	-3	-1	-2	-2	-2
Biomasa	-2				3				-1	-1	-3	-1	-2	-2	-2
Kogenerazioa	-2				3				-1	-1	-3	-1	-2	-2	-2
Eolikoa (on-shore)	-2	-2	3				-2				-2	-3	-3		-3
Eolikoa (off-shore)	-2	-2	3				-2				-2	-3			-3
Hidraulikoa					3					-2				-3	
Eguzki-energia fotovoltaikoa	-2							3			-2	-3			
Eguzki-energia termikoa (bero-sorkuntza)	3			2							3	-3			
Geotermia	2	2		2		1		1			2				-3

<sup>10</sup> Ekaitz elektrikoa eta, muturreko haizete eta euriteak.

**Aldagai/gertakari klimatikoa**  
**Klima-aldaketarekin, aldagai guztietan HAZKUNDEA**  
**gertatzearen hipotesia**

Energia-sistemako elementua	Giro-temperatura	Hezetasuna	Haizea	Uraren temperatura	Ur-eskuragarritasuna, emaria	Prezipitazioa	Presioa	Erradiazioa	Itsasoaren maila eta kostaldeko uholdeak	Ibai-uholdeak	Bero-boladak/ Hotz-boladak	Ekaitzak <sup>10</sup>	Baso-suteak	Itsas kolpeak	Luiziak eta higadura
Itsas energia (finkoa)									-1			-3		-3	
Itsas energia (flotatzailea)												-3		-2	
<b>GARRAIOA ETA BANAKETA (+ zeinuak jarduerarentzako onuragarria dela adierazten du)</b>															
Petrolio eta eratorriak									-1	-2	-1	-1			
Petrolio eta eratorriak - esportazioa									-1	-2	-1	-1			
Gas naturala									-2	-2	-1	-2	-1	-2	-1
Gas naturala - esportazioa									-2	-2	-1	-2	-1	-2	-1
Elektrizitatea (aire-lineak eta -ekipamendua)	-2		2					-1	-2	-3	-3	-2	-3		-3
Elektrizitatea (lurpeko lineak eta ekipamendua)									-2	-3			-3		-3
Elektrizitatea - inportazioa	-2		2					-1	-2	-3	-3	-2	-3		-3
<b>KONTSUMOA (+ zeinuak kontsumo-murrizketa adierazten du)</b>															
Industrialak	-2		2	-1	1				-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1
Garraioa	-2	-2	-2			-2	-2		-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1
Lehen sektorea	-2	-2			2	2			-1	-1	-2	-2	-2	-1	-2
Zerbitzuak	-3		-2		1	-2			1	1	-3	2	1	1	1
Bizitegia	-3		-2	1		-2					-3	-2			

**3. taula.** Inpaktu potentzialaren matrizea: klima-aldaketaren inpaktu potentziala, elementu motaren arabera. Zenbakien esanahia: 0: inpakturik ez; 1: inpaktu arina; 2: inpaktu ertaina; 3: inpaktu larria. Zeinuaren esanahia: (-) kaltea eta (+) onura EAEko energia-sistemarentzat.

# 8

## Glosarioa

### **Klima-mehatxua**

Aldagai klimatikoaren edo muturreko gertakarien gertagarritasuna, heriotzak, lesioak edo bestelako osasun-kalteak eragin ditzakeena, hala nola kalteak eta galerak jabetzan, azpiegiturretan, biziraupen-bitartekoetan, zerbitzu-prestazioan, ekosistemetan eta ingurumen-baliabideetan.

### **Egokitzeko gaitasuna**

Sistemen, erakundeen, gizakien eta bestelako organismoen egokitzeko gaitasuna, balizko kalteetara egokitzeko, abaguneak aprobetxatzeko edo ondorioei erantzuteko.

### **Esposizioa**

eragin negatiboa jaso lezaketen tokietan eta inguruneetan egotea pertsonak; bizibideak; espezieak edo ekosistemak; ingurumen-alorreko funtzioak, zerbitzuak eta baliabideak; edo ondasun ekonomiko, sozial edo kulturalak.

### **Erradiazio-behartzea**

Sistema klimatiko batean sartzen edo handik irteten den erradiazioan (beroa) gertatutako aldaketa bat da; iristen den eguzki-erradiazioan gertatutako aldaketak izan daitezke kausa, edo erradiazio-gas aktiboen kantitate jakin batzuk.

### **Mehatxu-aldaketaren indizea (MAI)**

Aldagai edo gertakari klimatiko jakin batzuek egungo baldintzen aldean izan dezaketen aldaketaren maila baloratzeko eskala bat da [-3 (murrizketa larria) eta +3 (hazkunde larria)], aldaketaren larritasuna hauetan

oinarrituta: (1) urteko aldakortasun-bitartea: aldagaia ohiko bitartearen barnean egotea edo ez; eta (2) esleitutako klima-sailkapena: aldagaiaren balioak egun esleituta duen eremu klimatikoaz bestelako batenak izatea.

### **Inpaktu potentzialaren indizea (IPI)**

Aipatutako elementuak zein neurritan dauden klima-mehatxuen pean, eta zer-nolako urrakortasuna duten horien aurrean. Indizearen gutxieneko balioa -3 da (arriku handia, kaltegarria), eta gehienekoa +3 (arriku handia, onuragarria).

### **Inpaktu Potentzialaren Matrizea**

IPI indizearen bidez, balio bakarrean biltzen ditu elementu bakoitzak mehatxu bakoitzaren aurrean dituen esposizioa, sentikortasuna eta egokitzeko gaitasuna.

### **Arriku-matrizeak (aztertutako egoera bakoitzeko bat)**

IPIren, MAIren eta pisuaren biderkaduraren emaitza hartzen dute barnean. Matrize horiekin, EAEko energia-sektoreak aurre egin beharreko balizko arriskuei antza har dakieke, eta oinarrizko informazioa eskaintzen dute, etorkizunean xeheago aztertu behar liratekeen elementuak lehenesteko.

### **Pisua (ktbp)**

elementu bakoitzak sisteman duen garrantziaren adierazle da, eta elementu horrek sisteman eragina izateari uztea

zein larria izan daitekeen ikusteko balio du. Egoera bakoitzean, aztertutako denbora-tarterako balantze energetikoaren arabera zehazten da.

### **Inpaktuen arriskua**

Ondorio kaltegarriak izateko aukerak, baliozko zerbait jokoan dagoenean, eta gertagarritasuna zein emaitzaren nolakotasuna ezezagunak direnean. Klima-inpaktuen ebaluazioan, *arrisku* terminoa erabiltzen da maiz klimarekin loturiko arrisku batek bizitzetan, biziraupen-bitartekoetan, osasunean eta ongizatean, ekosistemetan eta espezieetan, ekonomia-, ondasun ekonomiko, sozial eta kulturaletan, zerbitzuetan (ekosistema-zerbitzuak barne) eta azpiegituretan izan ditzakeen ondorio kaltegarriak zein arrisku horretara egokitzeko edo arriskua arintzeko ekintzen ondorio kaltegarriak adierazteko. Arriskua (eragindako

sistemaren) urrakortasunaren, (arriskuarekiko) esposizio jarraituaren, (klimari loturiko) arriskuaren eta arriskuaren gertagarritasunaren interakzioaren emaitza da.

### **Sentikortasuna**

Kalteberatasuna ebaluatzen du; klima-aldakortasunak edo klima-aldaketak (mehatxu klimatikoak) elementu/jarduera batean duen eragin-maila).

### **Urrakortasuna**

Eragin kaltegarria nozitzeko joera edo aurretiko joera. Urrakortasunak askotariko kontzeptuak eta elementuak hartzen ditu barnean, besteak beste, kalteberatasuna edo sentikortasuna, eta aurre egiteko eta egokitzeko gaitasunik eza.





**EUSKO JAURLARITZA**



**GOBIERNO VASCO**

INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA  
ETA ETXEBIZITZA SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,  
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y VIVIENDA

**[www.ihobe.eus](http://www.ihobe.eus)**  
**[www.ingurumena.eus](http://www.ingurumena.eus)**