



Ur-baliabideak

2023

Klima-aldaketaren inpaktua  
eta harekiko kalteberatasuna  
**Gipuzkoan: txostena**

Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Jasangarritasun  
Departamentua



Diputación Foral  
de Gipuzkoa  
Departamento de  
Sostenibilidad



**Naturklima**

Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa





---

Ur-baliabideak

---

2023

Klima-aldaketaren inpaktua  
eta harekiko kalteberatasuna  
**Gipuzkoan: txostena**





## AURKIBIDEA

Sarrera.....	8
--------------	---

### I. zatia

<b>Klima, eskala globaletik tokikora, 2022an .....</b>	<b>11</b>
--	-----------

1. Sarrera.....	13
2. Testuinguru globala.....	13
3. Gipuzkoa 2022an.....	27

### II. zatia

<b>Klima-aldaketak Gipuzkoako baliabide hidrikoetan duen eraginaren azterketa.....</b>	<b>43</b>
--	-----------

1. Sarrera.....	44
2. Gipuzkoako arro hidrografikoak.....	47
3. Ur-baliabideen bilakaera historikoa.....	63
4. Klima-aldaketaren inpaktua baliabide hidrikoetan.....	79
5. Inpaktuak ur-masen egoeran.....	99
6. Gaur egungo ur-erabilerak eta -eskariak eta horien bilakaera epe laburrean.....	111
7. Arriskuak baliabide hidrikoen erabilgarritasunean: ur-eskasia.....	122
8. Ondorioak.....	133

<b>Eranskina .....</b>	<b>139</b>
------------------------	------------

#### I. ERANSKINA

Klima-aldaketak Gipuzkoan dituen inpaktuen jarraipenerako adierazleak.....	140
--	-----

#### II. ERANSKINA

Aldagai meteorologikoetan ikusitako urtaro-joerak.....	148
--	-----

#### III. ERANSKINA

Emariaren hileko joerak.....	150
------------------------------	-----

Glosarioa.....	152
----------------	-----

Erreferentziak.....	156
---------------------	-----



# Naturklima

Aldaketa Klimatikoaren | Fundación de Cambio  
Gipuzkoako Fundazioa | Climático de Gipuzkoa

Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Jasangarritasun  
Departamentua



Diputación Foral  
de Gipuzkoa  
Departamento de  
Sostenibilidad

# /G

Klima-aldaketaren inpaktua  
eta harekiko kalteberatasuna  
**Gipuzkoan: txostena**



**José Ignacio  
Asensio Bazterra**

Naturklimako lehendakaria  
eta Jasangarritasun diputatua

## «Ura da natura osoaren indar eragilea»

**Leonardo Da Vinci**

**U**ra funtsezko alderdi bat da Lurreko bizitzarako. Gure gorputzaren % 65 hartzen du, eta giza osasunerako garrantzitsua da behar adina ur geza eta kalitate egokikoa izatea. Izan ere, edateko ura eskura ez izatea eta saneamendu-sistema egokirik ez izatea munduko osasun-arazo handienetako bat da. Gainera, ur geza funtsezko baliabide bat da ekosistemetarako eta funtsezko baliabide bat sistema sozioekonomiko gehienetarako.

Ondo dakigunez, klima-aldaketa hemen dago, eta haren ondorioak oraintxe ikusten ari gara, gure tokiko ekosistemetan. Nazioarteko adituek ohartarazi digute ezen kliman gertatu berri diren aldaketak azkarrak eta gero eta trinkoagoak direla, eta ez dutela aurrekaririk milaka urtetan. Eta planeta berotu ahala, ura eta baliabide hidrikoak klima-aldaketaren ondorio garrantzitsuenetako bat bihurtu dira.

Gipuzkoak lotura estua du urearekin. Hirigune nagusiak eta jarduera ekonomikoak ibaiei eta ur gezari lotuta daude. Lurralde honetan, oro har, ura baliabide ugarizat hartzen da, urtean zehar prezipitazio egun asko baitago. Hala ere, bereziki hezeak izan diren urteen ibilbidea hautsita, 2019ko amaieratik prezipitazioak murriztu egin dira, eta 2022ko uda eta udazkena bereziki lehorrak izan ziren. Prezipitazioen aldakortasun horrek eta muturreko fenomenoek, hala nola lehorteek edo uholdeek, erakusten digute baliabide hidrikoen kudeaketak garrantzi berezia duela datozen urteetarako.

Hain zuzen ere, klima-sistema behatzea funtsezkoa da gure ur-baliabideetan gertatzen ari diren aldakortasuna eta aldaketak ulertzeko eta informazio eguneratua eta zehatza izateko, estres hidrikoa murrizten saiatzeko beharrezkoak diren egokitzapen- eta arintze-ekintzak indartu ahal izateko.

Horixe da, hain zuzen ere, Naturklima klima-aldaketaren aurka borrokatzeko Gipuzkoako Fundazioaren lana. Fundazio hori lurralde-mailan jarduten duen lehen fundazioa da, berotze globala aztertzeko eta horrek gizartean duen eragina baloratzeko.

Naturklimak urtero aztertzen ditu, behatokiaren bidez, klima aldaketak eragindako ondorioen bilakera aztertzeko eta etorkizunerako proiektzioak egiteko aukera ematen diguten adierazle nagusiak. Gipuzkoako ur-baliabideen eta ur-masen jarraipena eta monitorizazioa helburu duen txosten hau Gipuzkoako Fundazioak egin duen laugarren txostena da.

Adierazleen jarraipenean oinarrituta egindako proiektzioek klima-agertokiak proiektatzen dizkigute. Horietan, ur-baliabideak neurtzen dituzten indizeetan aldaketa txikiak hautematen dira, baina ez da aurreikusten ur-eskasia arrisku nabarmenik egongo denik. Hala ere, bai ikusten dela prezipitazioen jaitsierak eta tenperaturen gorakadak lurzoruaren hezetasunean eta akuiferoen urteko kargan beheranzko joerak eragiten dizkigutela, eta horrek eragina izan dezake uraren ezaugarri fisiko eta kimikoetan, uraren kalitatean eraginez eta uretako ekosistemetan aldaketa larriak eraginez.

Ezagutza da aldaketa orearen oinarria, eta, horregatik, gure helburua da eskuragarri dagoen informazio gehiena edukitzea gure herritarren ongizate-mailak mantentzeko eta areagotzeko, neutraltasun klimatikoa eta ingurumenarekiko errespetuzkoa lortzera bideratutako gizarte batean. Ezinbestekoa da jakitea zer gerta dakigukeen, aurrea hartzeko eta egokitzeko dugun gaitasuna hobetzeko, eta, aldi berean, klima-krisia geldiarazten laguntzeko.

Sarrera

/G

Klima-aldaketaren inpaktua  
eta harekiko kalteberatasuna  
**Gipuzkoan: txostena**



**K**lima planetako txoko guztietan ari da aldatzen, milaka eta ehun milaka urtean ikusi ez bezalako eskalan, eta aldaketa horrek giza jardueran du jatorria. Hain zuzen ere, XXI. mendeko erronka handienetako bat da. .

Aldaketa horiek klima-sistema guztiei eragiten diete, eskualde guztietan, eta ondorioak agerikoak dira: tenperatura globala areagotzen ari da, itsasoaren maila igotzen, ozeanoak azidotzen, prezipitazio-erregimena aldatzen, biodibertsitatea galtzen, eta muturreko klima-gertakariak areagotzen, hala nola bero-boladak, prezipitazio oso handiko gertakariak, uholdeak eta lehorsteak. Aldaketa horiek gero eta inpaktu negatiboagoak eragiten ari dira ekosistema naturaletan eta sozioekonomikoetan (IPCC, 2023).

Aurrean ditugun klima-arriskuek oso lotura estua daukate berotegi-efektuko gasen isuriaren ondorioz berotze globalak hartuko duen mailarekin. Isuriaren etenari buruz 2022an argitaratutako txostenak<sup>1</sup> erakusten duenez, gaur egun indarrean dauden neurriez gain beste batzuk hartzen ez badira, tenperatura globala 2,8 °C igoko litzateke mende-amaierarako; hots, Parisko Akordioan markatutako helburua baino askoz gehiago. Hazkundearen egungo ildoan, berotzea 1,5 °C-ra mugatu nahi izanez gero, zortzi urteko epean % 45 murriztu behar dira isuriak. Hortaz, oso epe laburreko ekintzak behar dira, berotzea mugatzeko eta, hartara, klima-sistemetan aldaketak. Horrek txikitu egingo lituzke bai arriskuak (hala nola arrisku konposatuak, interdependentziak eta sistemen kate-efektuak), eta bai galerak eta kalteak ere proiektatutako ekosistemetan eta giza sistemetan, berotze-mailarik handienekin alde-ratuta. Nolanahi ere, nahiz eta helburu horiek lortu, ezin izango dira dauden askotariko arriskuak mugatu.

Klima-aldaketaren agertokietan proiektatutako inpaktu negatiboek, berotze-mailarekin ez ezik, zerikusi handia daukate ibilbide sozioekonomikoekin eta kalteberatasuna eta esposizioa murrizteko tokiko egokitzapen-ekintzekin ere (IPCC, 2023). Esposizio eta kalteberatasun hori murrizteko neurriak hartzeko lehen urratsa aurreikus daitezkeen inpaktuei aurrea hartzea da, jarduera sozioekonomikoen eta ekosistemen esposizio- eta kalteberatasun-maila identifikatuz eta aztertuz. Horretarako, eskualdeko eta tokiko mailetako kalteberatasun- eta arrisku-analisiak funtsezko tresna dira.

Testuinguru honetan, Gipuzkoako Klima Aldaketaren Behatokiaren (Naturklimaren) helburua informazio xehatu eta objektiboa ematea da, behatutako aldaketei azalpena emateko eta klima-aldagaien aldaketak proiektatu ahal izateko, bai eta aldaketa horiek Gipuzkoako Lurralde Historikoan dituzten inpaktuak ere.

Klima-aldaketaren inpaktuari eta harekiko kalteberatasunari buruzko txosten hau, Baliabide hidrikoei eskainia, Gipuzkoako Klima Aldaketaren Fundazioak (Naturklimak) urtero egiten dituen txostenetan laugarrena da. Txosten horiek egokitzapen-neurriak antolatzeke orduan informazioa eskaintzeko tresna izan nahi dute, lurraldearen erre-silientzia hobetzen laguntzeko, Gipuzkoako Klima Aldaketaren Aurkako Borrokaren Estrategian (Gipuzkoa Klima 2050) markatutako helburuekin bat etorritik.

Txostena bi bloke nagusitan egituratuta dago. Lehenengo blokean (I. Blokea. Klima, globaletik tokikora 2022an), klimak maila globalean eta bereziki Gipuzkoan oinarritzko aldagaietan izandako aldaketei jarraipena egiten zaie. Klima-adierazleen jarraipen- eta monitorizazio-lan horretan, lurraldearen inpaktua, esposizioa, kalteberatasuna eta egokitzapena ebaluatzeke aukera ematen duten ingurumen-, ekonomia- eta gizarte-aldagaiak ere aztertzen dira. Bigarren blokean (II. blokea. Klima-aldaketak baliabide hidrikoetan dituen efektuen analisia), xehetasunez aztertzen dira klima-aldaketak lurraldeko baliabide hidrikoen gainean dituen efektuak. Baliabide hidriko horiek barnean hartzen dituzte ur gezako masak (azalekoak eta lurpekoak). Analisia ez da trantsizio-eremuetan eta estuarioetan zentratu. Informazio hori Naturklimaren Itsasoko eta Kostako Behatokiaren txostenetan dago jasota.

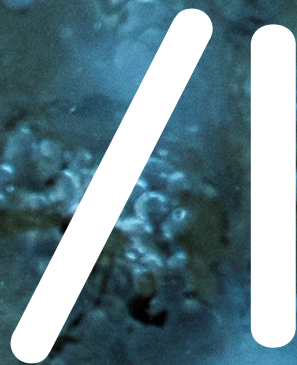
Klima-aldaketari buruz nazioartean, Espainian nahiz eskualdean egin diren txostenetako askok adierazten dute klima-aldaketa alterazioak eragiten ari dela ziklo hidrologikoan. Aldaketa horiek, aldi berean, inpaktuak eragiten ari dira ibai-ekosistemetan, bai eta baliabide hidrikoen erabilgarritasunean ere, gero eta urriagoak baitira presio antropikoaren eta areagotzen ari diren muturreko fenomenoek (bero-boladen, uholdeen, eta abarren) ondorioz. Lehorste-aldiak, bestalde, luzeagoak ari dira izaten. Baliabide honen berebiziko garrantzia dela-eta –funtsezkoa baita hala bizitzeko nola sektore sozioekonomiko gehienerarako–, beharrezkoa da egokitzeko eta arintzeko ekintzak indartzea, horiek, aldi berean, arrisku hidrikoak murrizten lagunduko baitute.

<sup>1</sup> United Nations Environment Programme (2022). Emissions Gap Report 2022: The Closing Window - Climate crisis calls for rapid transformation of societies.



/G

Klima-aldaketaren inpaktua  
eta harekiko kalteberatasuna  
**Gipuzkoan: txostena**



# Klima, eskala globaletik tokikora, 2022an

Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Jasangarritasun  
Departamentua



Diputación Foral  
de Gipuzkoa  
Departamento de  
Sostenibilidad



**Naturklima**

Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa

“

Kliman berriki izandako aldaketak  
–milaka urtean aurrekaririk izan ez dutenak–  
orokorrak eta azkarrak izan dira, eta areagotzen  
ari dira (IPPC-6AR, 2021)

”

## TENPERATURA

---

- Gipuzkoako urteko batez besteko tenperaturak joera positiboa izan du 1971tik aurrera. Azken hamarkada izan da beroena XXI. mendea hasi zenetik.
- 2022an, lurraldeko estazio meteorologikoetan erregistratutako urteko batez besteko tenperatura 14,5 °C-koa izan zen, 1981–2010 erreferentzia-aldiaren batez besteko tenperatura baino 1,0 °C inguru gorago. Ziur aski, lurraldean erregistratutako urterik beroena izango da.
- Gipuzkoan erregistratutako zortzi urte beroenen artetik bost 2011tik aurrera erregistratu dira (2022, 2020, 2014, 2011, 2015).
- Azken hamarkada (2013–2022) 1981–2010 aldia baino 0,6 °C beroagoa izan da batez beste Gipuzkoan.

## PREZIPITAZIOA

---

- Azken hamarkadan (2013–2022) Gipuzkoan metatutako urteko prezipitazioa +% 1,8 hazi da 1981–2010 aldiarekiko. Hala ere, epe luzeagoko erregistro historikoek ez dute joera nabarmenik erakusten.
- 2022a urte bereziki lehorra izan zen. Ez zen hila-bete benetan hezerik izan lurraldean, salbu eta kostaldeko eskualdeetan, prezipitazio-balioak ohiko balioetara hurbildu baitziren bertan. Lurralde osoan metatutako prezipitazioa –% 24,5 txikia- goa izan zen 1981–2010 aldiarekin alderatuta.
- Datu plubiometriko historikoek adierazten dute intentsitate handiko prezipitazio-gertakarien maiztasuna eta intentsitatea handitzen ari dela Gipuzkoan.

## ITSASOA

---

- Bizkaiko golkoan, itsasoaren maila 0,99 eta 3,7 cm hamarkada<sup>-1</sup> arteko tasan igotzen ari da (hamarkada bakoitzeko 2,5 cm, batez beste) 90eko hamarkadaz geroztik.
- Bizkaiko golkoko kostaldean eta itsasoan behatutako igoera hori bat dator maila globaleko igoerarekin.
- Itsas mailaren igoera bizkortzen ari da gure lurraldean azken hiru hamarkadetan, XX. mendeko batez besteko igoerarekin alderatuta.
- Bizkaiko Golkoan eta Gipuzkoako kostaldean itsasoa berotu egin da 1980tik aurrera gutxienez. Zehazki, behatutako berotze-tasak 0,13 °C eta 0,25 °C bitartekoak dira, kokapenaren eta sakaneraren arabera.

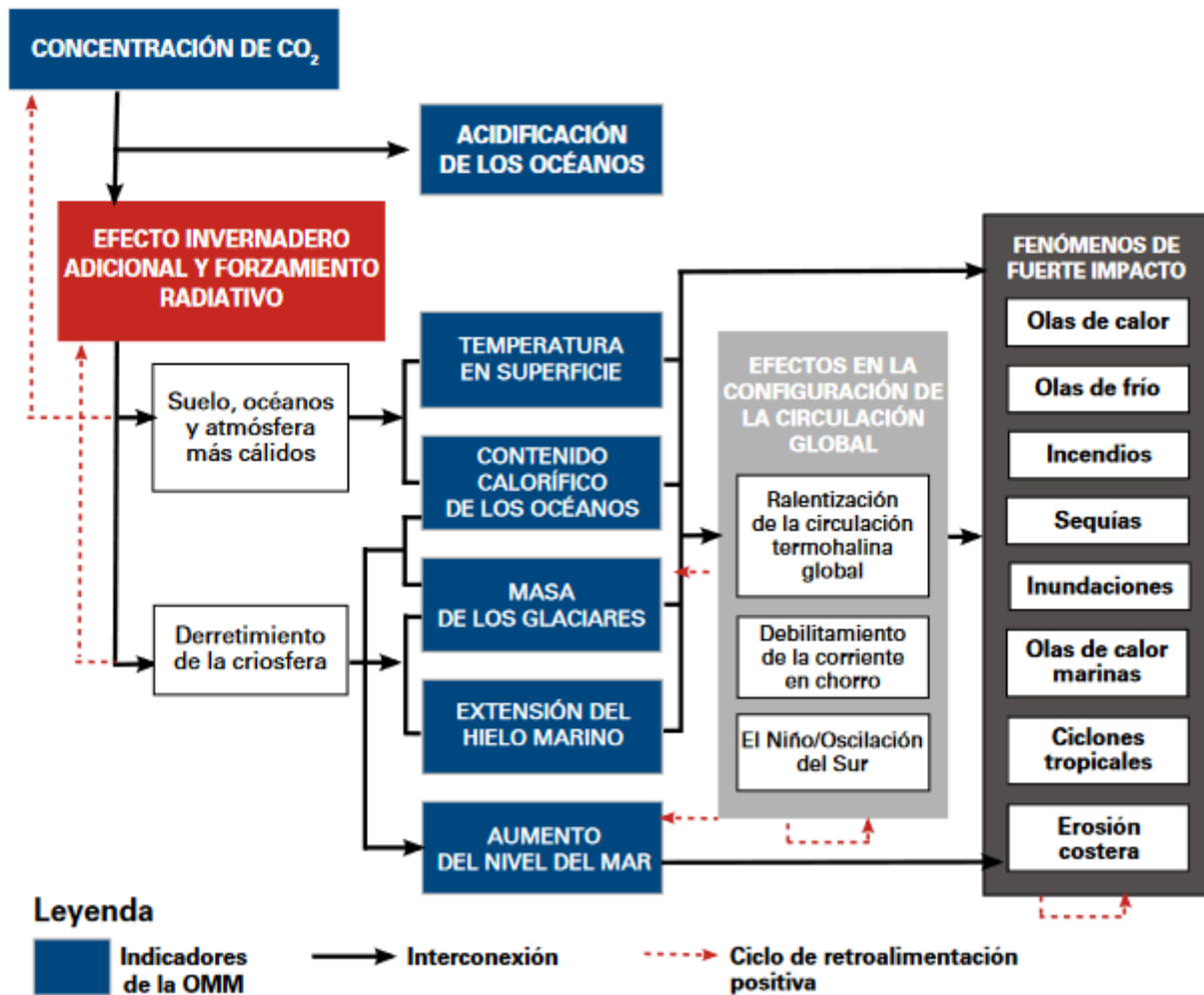


# 1. SARRERA

**T**xosten honek 2022an zeharreko klimaren laburpen txiki bat eskaintzen du, funtsezko klima-aldagai batzuen testuinguru historikoarekin batera. Aldaketak eta joerak aurkezten dira, eskala globalean eta Gipuzkoako Lurralde Historikoan eguneratuen diren behaketen multzoetan oinarrituta.

Klima-sistemaren behaketa Lurreko kliman milaka urtetan aurrekaririk izan ez duten aldaketak erakusten ari da. Klima-aldaketaren adierazle nagusia berotze globala da,

atmosfera dauden eta urtez urte gero eta gehiago metatzen diren berotegi-efektuko gasek harrapatzen duten gehiegizko beroaren ondorioz gertatzen dena. Hala ere, klima-aldaketaren ebidentziak ez dira soilik batez besteko temperatura globalaren igoeraren behaketa oinarritzen, baizik eta klima-sistemaren osagai guztien adierazle-gama zabal batean ere bai; adierazle horiek ere azkar aldatzen ari dira, kasu askotan milurtekoetan behatu ez diren mailetan.



1. ird. Klima-adierazle nagusiak eta efektu eta fenomeno klimatikoekiko interkonezioak. Iturria: Munduko Meteorologia Erakundea –MME– (2021).

Beraz, klima-sistemaren behaketak funtsezkoak dira aldakortasuna eta gertatzen ari diren aldaketak ulertzeko. Aldaketa horien nolakotasuna ikusteko, klima-sistemaren behaketetatik abiatuta adierazle global desberdinak definitu dira, klimaren egoeraren eskala globaleko ikuspegi bat emateko. Hau da, klima-sisteman ikusitako aldaketa nagusiak monitorizatzeko informazioa ematen dute, hala nola atmosferaren osaeraren aldaketak, atmosferako berotegi-efektuko gasen kontzentrazioa handitzearen ondorioz gertatutako tenperatura- eta energia-aldaketak, eta aldaketa horiei erantzunez ozeanoetan, sistema hidrikoan edo kriosferan gertatutako aldaketak.

Txosten honek 2022rako estatistika laburtuak aurkezten ditu, eta horiek azken hamarkadarik berrienarekin (2013–2022) eta aurreko 30 urteko erreferentzia-aldia-rekin (1981–2010) alderatzen ditu. Ez da erabili 30 urteko erreferentzia-aldi berriagoa (1991–2020), Gipuzkoarako erabilgarri dagoen klimatologia 2016ra arte iristen baita<sup>1</sup>. 2013–2022 hamarkada ez da erreferentzia-aldi estandarra, baina berriki izandako klimaren 10 urteko informazioa ematen du, eta erregistro historikoekin aldera daiteke. Horrek esan nahi du 2013 eta 2022 arteko aldeek eta 30 urteko erreferentzia-aldien artekoek hamarkada arteko epe laburreko aldaketak eta epe luzeko joerak isla ditzaketela.

Gipuzkoako joeren eta aldaketen analisia oinarritzen da Euskadiko klima-agertokietan eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieetan, honako programa hauek finantzatutakoetan:

Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitzeko: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II") eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050"). Igeldoko eta Hondarribia-Malkarroako behatoki meteorologikoen datuekin batera, biek 30 urtetik gorako denbora-serie luzeak ematen dituzte, 1929an eta 1956an hasten direnak, hurrenez hurren. Azken 15 urteetako urteko adierazleen jarraipena egiteko, kontuan hartzen da, halaber, EAEko estazio meteorologikoen sarea, Euskalmet Meteorologiaren Euskal Agentziak erabiltzen duena.

Halaber, Bizkaiko golkoan uraren tenperaturan eta itsasoaren batez besteko mailan ikusitako aldaketa nagusien laburpen txiki bat ere badago. Aldagai horien azterketa zehatzagoa, klima-aldaketaren eta kostaldeko inpaktua-ren gainerako adierazleetan ikusitako aldaketekin batera, 'Gipuzkoako kostaldeko klima-aldaketaren adierazle fisiko-kimikoen eta biologikoen jarraipen- eta analisi-txostena' lanean argitaratzen da.

Azkenik, I eranskinean klima-aldaketak Gipuzkoan dituen efektuen egoera eta bilakaera monitorizatzeko, jarraitzeko eta ebaluatzeko erabilitako aginte-koadroaren adierazleen eguneratzea jasotzen da, bai eta inplementatutako moldatze-neurrien efektua ere. 2010–2022 aldirako erabilgarri dagoen serie historikoa sartzten da.

<sup>1</sup> Hurrengo txostenetan, 1991–2020 erreferentzia-aldi berri honi buruzko datuak eguneratzen eta aztertzen saiatuko gara.



## 2. TESTUINGURU GLOBALA

### 2.1. BEROTEGI-EFEKTUKO GASAK

Industria-iraultzaren hasieratik, jatorri antropogenikoko berotegi-efektuko gasen (BEG) atmosferako kontzentrazioa handitzen joan da urtez urte. Metaketa konstante horrek desorekak eragin ditu atmosferako goi-geruzaren energia-balantzean eta, ondorioz, erradiazio bidezko behartze positiboa areagotu du eta, beraz, baita behatutako berotzea ere (Zeng et al., 2015; Turner et al., 2019; Matthews & Wynes, 2022).

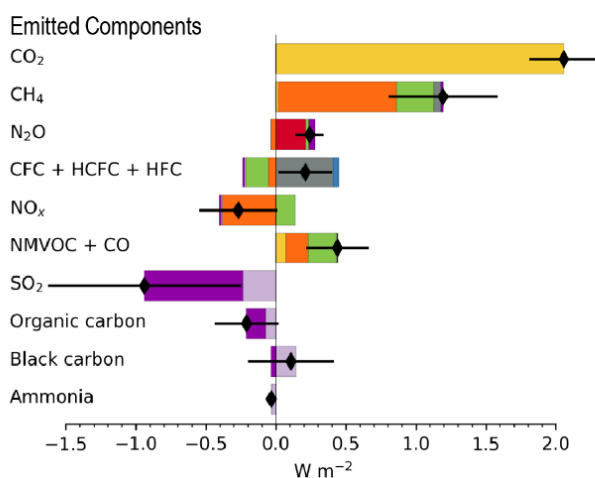
Atmosferan dauden BEGek erradiazio infragorria harapatzen dute, erradiazio hori espaziora urruntzea eragotziz. Ondoren, erradiazio horren zati bat atmosferatik azalerrantz igortzen da berriro norabide guztietan, eta berotzea eragiten du. Efektu hori 'berotegi-efektu' gisa ezagutzen da, eta ezinbestekoa da Lurreko bizitzarako. Hala ere, industria-iraultzan hasitako BEG horien isuri jarraituak Lurraren berotze bizkortua eragin du. BEG nagusiak hauek dira: ur-lurruna (H<sub>2</sub>O), karbono dioxidoa (CO<sub>2</sub>), oxido nitrosoa (N<sub>2</sub>O), metanoa (CH<sub>4</sub>) eta ozonoa (O<sub>3</sub>).

“ Atmosferako karbono dioxidoaren mailak hain altuak izanik, ozta-ozta iritsiko gara berotzea 1,5 °C-ra mugatzera, hau da, Parisko Akordioaren anbizio gutxieneko helburura.

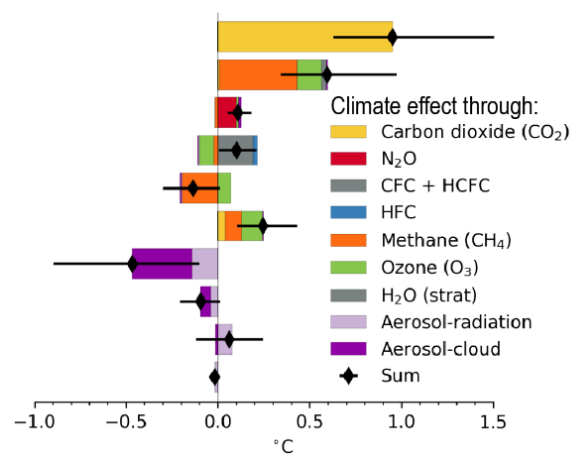
(Petteri Taalas irakaslea, MMEko idazkari nagusia)



**(a) Effective radiative forcing**  
1750 to 2019



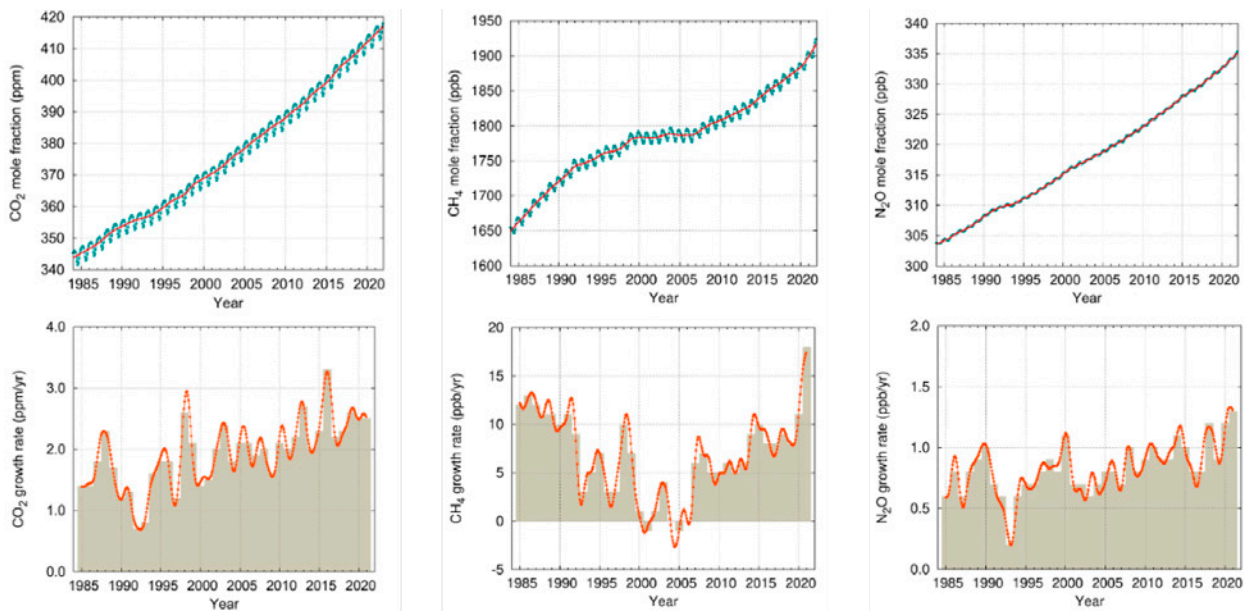
**(b) Change in global surface temperature**  
1750 to 2019



2. ir. 2010–2019 aldirian behatutako berotzeari egindako ekarpenak 1850–1900ekin alderatuta, (a) erradiazio bidezko behartze efektiboari (FRE) eta (b) batez besteko tenperaturan behatutako berotze globalari dagokienez. Iturria: IPCC-AR6 (2021).

CO<sub>2</sub> kontzentrazio atmosferikoak giza jardueri zein iturri naturalei lotutako isurien eta biosferako eta ozeanoko hustubideen arteko oreka islatzen du. CO<sub>2</sub>-ren urteko batez besteko kontzentrazio atmosferikoa % 150 igo da industriaurreko aroaz geroztik. Denbora ia-errealeko datuek erakusten dute CO<sub>2</sub> isuri globalak % 1,0 hazi zirela 2022an 2021arekiko, eta 36,6 bilioi tona CO<sub>2</sub>-ko (GtCO<sub>2</sub>) errekorra lortu zela (Friedlingstein et al., 2022). Isurien etengabeko igoera horien ondorioz, CO<sub>2</sub> kontzentrazio atmosferikoa

handitu egin zen, eta 2022an maximo berri bat lortu zen: 417 ± 0,2 ppm (+2,1 ± 0,4 ppm 2021arekiko) (Copernicus Climate Change Service, 2022). Gainera, 2022ko apirilean zehar CO<sub>2</sub> kontzentrazioaren maximo historiko berria lortu zen (422,06 ppm) Hawaiiiko Mauna Loa erreferentziako behatokian. Urteko igoera-tasa 2021ean 2020 urtearekiko izan zena baino pixka bat txikiagoa izan zen, eta 2010etik behatutako urteko 2,4 ppm-ko batezbestekoa baino txikiagoa.



3. ird. (goian) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> eta N<sub>2</sub>O-ren mundu mailako batez besteko kontzentrazioa. Lerro gorriak hileko batez besteko balioak adierazten ditu, urtaroko aldakuntza ezabatuta, eta puntuek eta marra urdinak hileko batez besteko balioak adierazten dituzte. (behean) Gas bakoitzari 1984-2021 aldirako dagokion hazkunde-tasa. Eremu itzaltsuak urteko batez besteko balioak erakusten ditu. Iturria: The State of Greenhouse gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2022, aldatua. Iturria: WMO greenhouse gas bulletin.

Beste BEG nagusi batzuen kontzentrazio atmosferikoak ere gora egiten jarraitzen du, 2022an maximo historiko berriak lortuz, hala nola CH<sub>4</sub>-renak (1894 ± 2,0 ppb, +11,8 ppb 2021arekiko) eta N<sub>2</sub>O-renak (335,6 ± 0,1 ppb, +1,24 ± 1,24 ppb 2021arekiko). N<sub>2</sub>O-ren isuriak 1,01 ppb urte<sup>-1</sup>-eko

erritmoan igo dira, hau da, industriaurreko aroarekiko % 124ko igoera izan da (270,1 ppb). CH<sub>4</sub>-ri dagokionez, % 158ko guztizko hazkundera izan du industriaurreko arorako kalkulaturako kontzentrazioarekin alderatuta (729,2 ppb).



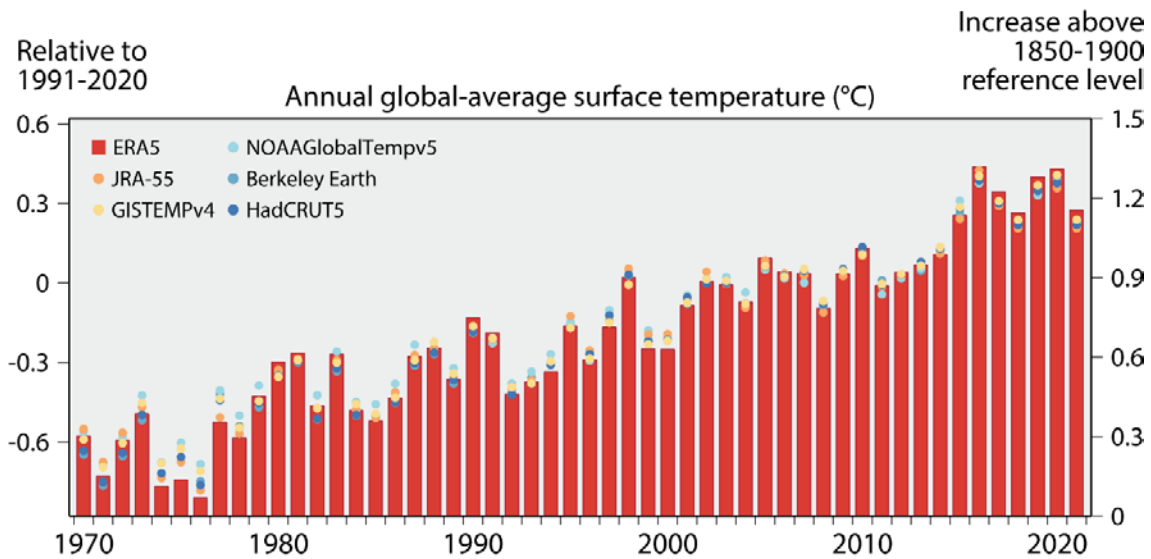


## 2.2. TEMPERATURA

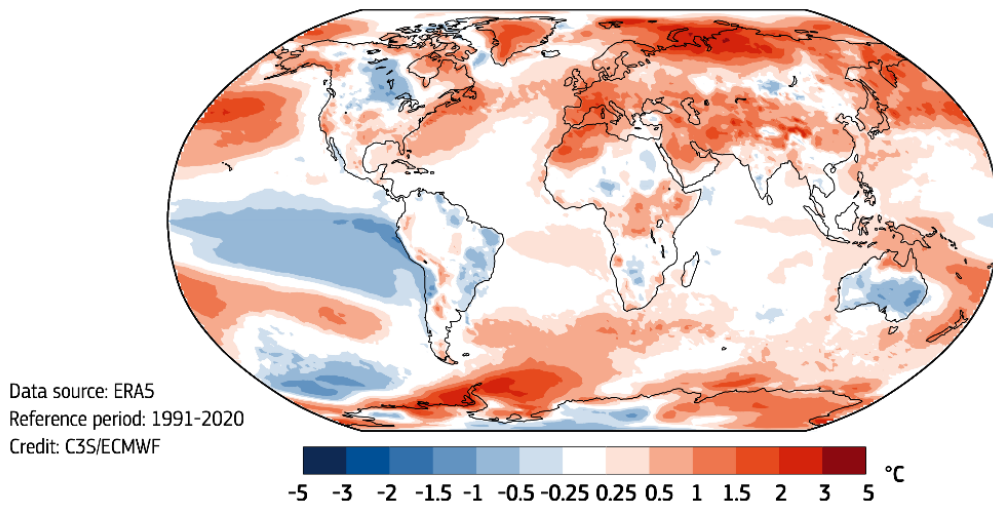
**T**emperatura globalaren joerak klima-aldaketaren magnitudearen eta haren balizko inpaktuen adierazle garrantzitsua dira. Gainazaleko temperatura globalak goranzko joera izan du XIX. mendearen amaieraz geroztik, eta nabarmen bizkortu da azken hamarkadan. 2012az geroztik berotze handia ikusi da; ziur aski, 2015–2022 aldia erregistro instrumentaleko zortzi urteko aldirik beroena izan da (C3S, 2023). 2011–2020 hamarkadarako, industriaurreko aldiarekiko temperatura-anomalia 1,09 [0,95–1,20] °C dela estimatzen da. 2013–2022 hamarkadarako anomalia estimatua, aldiz, 1,14 [1,02–1,27] °C-koa da, eta horrek berotzearen jarraitutasuna adierazten du.

Maila globalean, 2022ko temperatura 1,15 °C-koa dela kalkulatzen da [1,02tik 1,28 °C-ra artekoa] 1850–1900 aldiarekin alderatuta. Estimatzen da bosgarren edo seigarren urterik beroena izan zela 2022a, +0,49 °C-ko batez besteko temperaturarekin 1981–2010 erreferentzia-aldiarekiko,

baina ez 2015, 2018 eta 2021 urteak baino askoz beroagoa. Azken zortzi urteak erregistratutako beroenak izan dira, eta horien artean 2022a izan da berotasun-maila txikiena izan dutenetako bat. Azken bi urteetako batez besteko temperaturek –2021ekoek eta 2022koek–, aurreko urteetakoak baino txikiagoak direnek, 'La Niña'aren baldintzen ondoriozko hozte-efektua erakusten dute. Fenomeno horrek aldi baterako hozte-efektua du temperatura globalean, zeina indartsuagoa izaten den gertakaria izandako urtearen hurrengoan. Hala ere, 2022. eta 2021. urteak beroagoak izan ziren La Niñaren gertakari adierazgarria izan zuen aurreko urtearekin, hau da, 2011rekin, alderatuta. 'El Niño'k eta 'La Niña'k temperatura-erregistroan dituzten ondorioak kontuan hartzen ez badira, azterketek adierazten dute historiako bigarren urterik beroena izan litekeela 2022a, 2020aren atzetik (Hausfather n Ajasa eta Ahmed-en, 2023).



4. ird. Gainazaleko temperatura globalaren igoera estimatuaren urteko batezbestekoak 1991–2020 (ezkerreko ardatza) eta 1850–1900 (eskuineko ardatza) erreferentzia-aldiekin alderatuta, sei datu-multzo desberdinen arabera. Iturria: C3S/ECMWF (2023).



5. irrd. Airearen batez besteko tenperatura globalaren anomalia (2 m) 2022an 1991–2020 aldiari dagokionez. Iturria: C3S (2023).

GLOBALA	NASA-GISS (°C)	HadCRUT4 (°C)	NOAA-Global Temp (°C)	ERA5 (°C)	JRA-55 (°C)
LURRAZALA	+0,40	+0,32 ± 0,11	+0,41 ± 0,14	+0,41	+0,33
OZEANOAREN GAINAZALA	+0,14	+0,19 ± 0,06	+0,15 ± 0,16	+0,22	+0,16
AZALERA (BATEZBESTEKOA)	+0,24± 0,05	+0,22 ± 0,03	+0,22 ± 0,15	+0,28	+0,21

1. taula. Batez besteko tenperaturaren anomalia (°C) eta ziurgabetasuna (I.C. % 95) 2021ean –lurrazalean, ozeanoan eta konbinatua– 1981–2010 aldiari dagokionez. Iturria: Blunden & Boyer (2022).

“

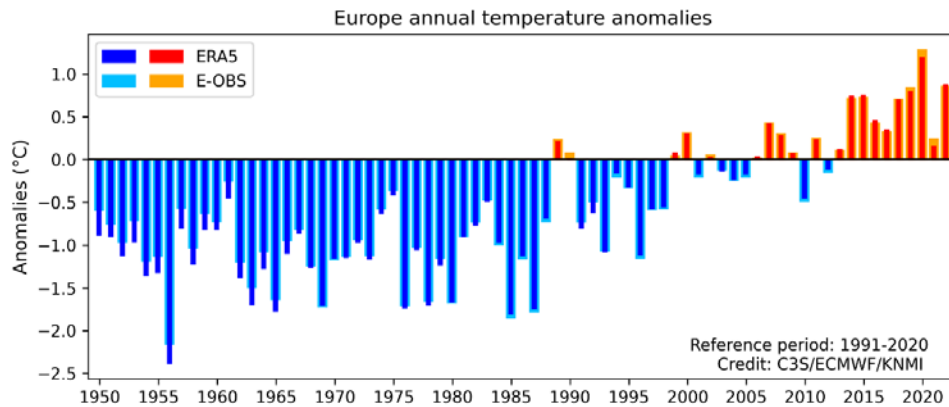
Intentsitate handiagoko bero-boladek, eurite indartsuagoek eta muturreko beste fenomeno meteorologiko batzuek areagotu egiten dituzte giza osasunerako eta ekosistemetarako arriskuak.

(IPPC–6AR sintesi–dokumentua, 2022)

”

Azken hamarkadetan Europako tenperatura-igoera beste edozein kontinentetako baino askoz handiagoa izaten ari da (EEA, 2023). Urteko batez besteko tenperatura 0,15 °C-ko batez besteko abiaduran igo da hamarkada bakoitzeko 1910az geroztik. Balio hori hirukoiztu egin da, 0,46 °C-ra igoz hamarkada bakoitzeko 1981az geroztik (NOAA, 2023). 2022. urtea, oro har, Europako bigarren urte beroen gisa sailkatzen da, 2020aren atzetik soilik,

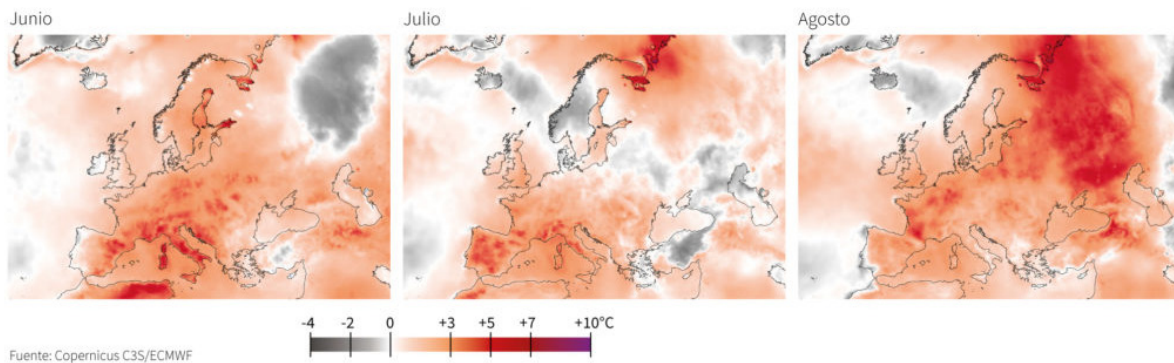
1981–2010 aldiarekiko +1,32 °C-ko batez besteko anomalia baitagokio, eta 2014, 2015 eta 2019 urteak baino zertxobait beroagoa izan baitzen. 2022an, hileko batez besteko tenperaturak urte osoko batezbestekoa baino handiagoak izan ziren, eta otsaileko anomaliak +3,12 °C-ra artekoak izan ziren. Bero-anomalia nagusiak kontinentearen mendebaldean gertatu ziren.



6. ir. Airearen gainazaleko tenperaturaren anomalia 1950–2022 aldian 1991–2020 aldiari dagokionez. Iturria: C3S/ECMWF/KNMI (2023).

Muturreko tenperaturak izan ziren nagusi urte horretan, eta udako bero-boladei dagokienez EBko 27 herrialdeetatik 12k batez besteko tenperaturaren anomalia historikorik handiena erregistratu zuten 2022an. Izatez, kontinenteko udarik beroena izan zen, batez besteko tenperatura baino 1,4 °C goragoko tenperaturak erregistratu baitziren. Europako hego-mendebaldean, adibidez, tenperatura errekorrak erregistratu ziren, hala nola 47,0 °C uztailaren

14an Pinhão-n (Portugal). Bero-bolada horien ezaugarri nagusiak izan ziren azkartasuna, ezohiko iraunkortasuna eta hedadura zabala lurralde osoan zehar. Horrela, lehen bero-bolada ekainaren erdialdean erregistratu zen, eta Europako hegoaldeko herrialdeei eta tradizioz berotasun txikiagoko udak zituzten beste herrialde batzuei eragin zien, hala nola Suitzari edo Erresuma Batuari.



7. ir. Airearen gainazaleko tenperaturaren anomalia 2022ko udako hilabeteetan 1981–2010 aldiari dagokionez. Iturria: Copernicus C3S/ECMWF (2023).

“ Europa osoan bero-bolada handiak, ezohiko baldintza lehorrekin batera gertatu zirenek, muturrak nagusi izan zituen uda ekarri zuten, eta Europako leku askotan errekorrak izan ziren tenperaturari, lehorteari eta baso-suteei dagokienez. ”  
(Freja Vamborg, CS3 zaintza-sistemaren arduradun zientifikoa)

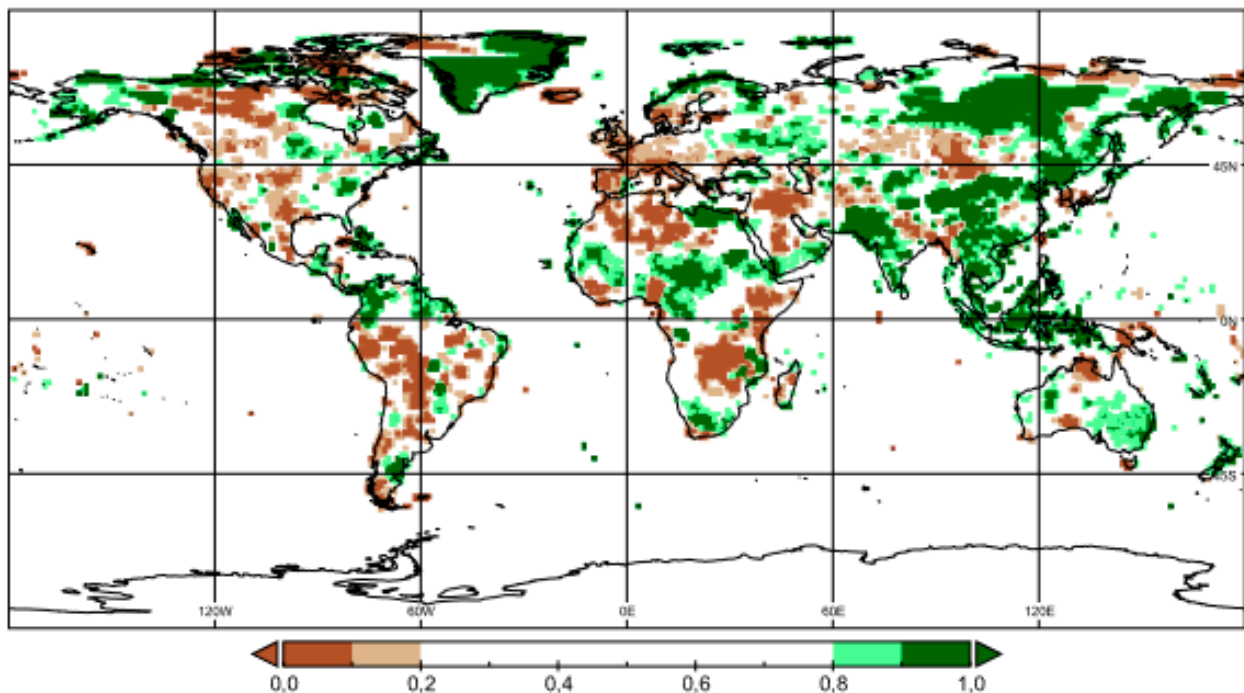
## 2.3. PREZIPITAZIOA

**P**rezipitazioa funtsezko klima-aldagaia da, eta ziklo hidriko globalaren funtsezko osagaia. Giza ekintzak eragindako klima-aldaketak aldaketa haitemangarriak eragin ditu mundu-mailako uraren zikloan XX. mendearen erdialdetik (IPCC-AR6, 2022). Aldaketa horien artean dago lurruntze-tasaren igoera, tenperaturak igotzearen, lehorte-aldi luzeagoen eta muturreko prezipitazio-gertakarien maiztasuna eta intentsitatea handitzearen ondorioz gertatzen dena (Junkermann eta Hacker, 2022).

Ur-lurrinak eta BEGek atmosferan dituzten kontzentrazioak handitzeak ziklo hidrolotikoan dituen ondorioak aztertzea konplexua da, horiek eskala globalean duten banaketa uniformearen ondorioz. Igoera horrek ez ditu berez justifikatzen prezipitazioak espazioan eta denboran izandako banaketan behatutako aldaketak.

Prezipitazioari buruzko datu-base desberdinen arteko doitasunean eta sentikortasunean dauden desberdintasunak alde batera utzita, azken ebidentziek adierazten dute lur gaineko prezipitazio globalaren igoera probablea 1950az geroztik, eta igoera nabarmenagoa 1980az geroztik, gizakiaren ekarpen posiblearekin aldaketa-ereduei dagokienez, bereziki ipar-hemisferioko latitude altuetan (IPCC-AR6, 2021).

'La Niña'-ren gertakariak mundu mailako prezipitazioen patroiaren aldaketekin lotzen dira batzuetan. Prezipitazioaren banaketa espazial globala eta honen anomalia 2022an, 2021ekoaren ozo antzekoa da, 'La Niña'-k baldintzatuta bi urteeetan. Gainera, bere eragina eskualde hezeenetako uholdeen eta lurren lerraduren banaketarekin lotuta egon daiteke, baita eskualde aridoenetako lehorteen banaketarekin ere.

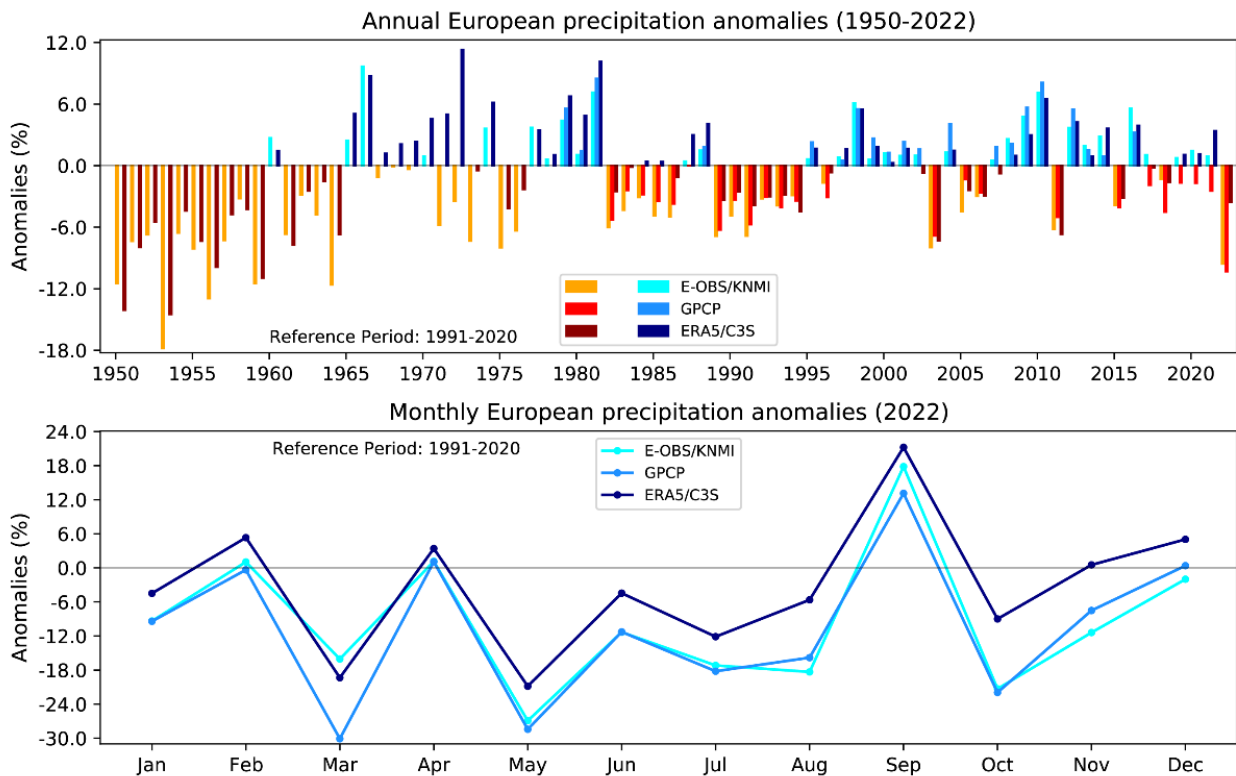


8. ird. Urteko prezipitazio totalaren pertzentila 2022an (urtarrila-iraila) 1951-2000 erreferentzia-aldiarekiko. Iturria: MME (2023).



Eskala globalean, 2022ko prezipitazio totalak 1979-2021 aldiko batez besteko prezipitazioarekiko portara normala erakusten du,  $-0,02 \text{ mm egun}^{-1}$  azpitik soilik (NOAA, 2023). Europak, Erdialdeko Asiak, Australiako iparraldeak, Afrikako ekialdeak, Afrikako iparraldeko zatirik handienak, Hego Amerikako erdialdeak eta hegoaldeak

eta Ipar Amerikako erdialdeak eta mendebaldeak prezipitazio-defizita jasan zuten; aldiz, prezipitazio-balioak handiagoak izan ziren aurreko aldiekin alderatua Asiako, Australiako eta Zeelanda Berriko beste eskualde zabal batzuetan, baita Hego Amerikako iparraldeko eremuetan, Karibean eta Mendebaldeko Afrikan ere.



9. ir. Europako prezipitazioaren urteko eta hileko anomalia 1950-2022 aldirako, 1991-2020 erreferentzia-aldiarekiko. Iturria: C3S/KNMI/DWD/EC-MWF (2023).

Europan, 2022ko urteko prezipitazioaren balioak batez besteko balioak baino nabarmen txikiagoak dira mendebaldeko, ipar-ekialdeko eta hegoaldeko Europako parte handi batean. Urtean zeharreko prezipitazio baxuek –batez ere udaberrikoek– eta tenperatura altuek –maiatzetik aurrera erregistratutako bero-boladek eta udarik beronek– eragindako efektu konbinatuek lehorte orokorra eta iraupen luzekoa eragin zuten. Prezipitazio-defizita % 19

ingurukoa izan zen 1991-2020 aldiarekiko, eta azken 500 urteetako lehorte handienetako bat eragin zuen (Lehortearen Europako Behatokia – Copernicus, 2022). Gehien zigortutako eskualdeetako bat arku alpetarra izan zen. Prezipitazio-anomalia positiboak izandako eskualdeen artean Espainiako ekialdea, Eskandinaviako iparraldea, Polonia, Ukraina edo Errusia daude.

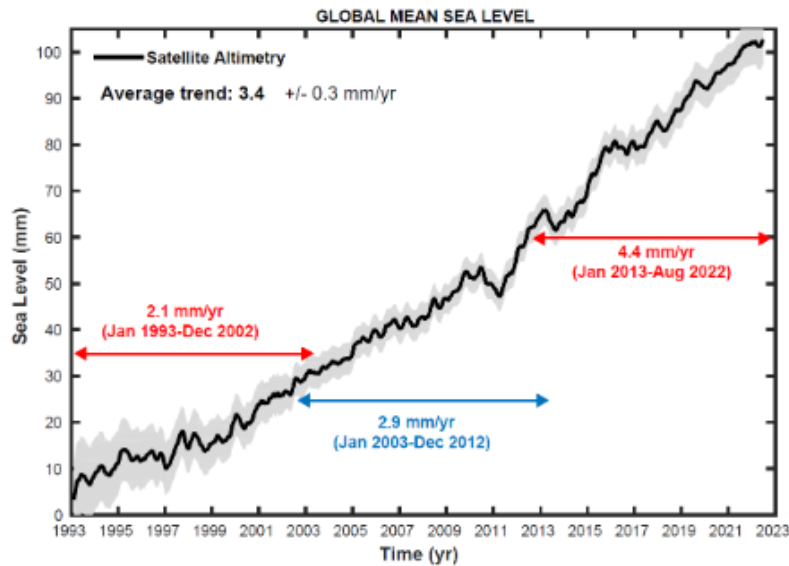
## 2.4. ITSAS MAILA

Itsas maila berotze globalaren adierazle zuzena da (IPPC-AR6, 2021); izan ere, kasko polarren eta glaziar-masen galerak islatzen ditu, baita uraren dilatazio termikoa ere, ura beroarekin hedatu egiten baita. 1993–2018 aldian igoera horren % 45 inguru ozeanoaren hedapen termikoari egotz dakioke, % 43 lurreko desizozteari, glaziarrek eta izotz polarrak barne hartuta, eta gainerako % 10 ur-erreserben aldaketei, hurrenez hurren (IPPC-AR6, 2021). XX. mendean ikusitako igoeraren % 49 gutxienez kausa antropogenikoei egotz dakiekeela kalkulatu da (Strauss et al., 2021).

Itsas mailaren igoera-tasa bikoiztu egin zen 2006–2018 aldian (3,69 [3,21–4,17] mm urte<sup>-1</sup>), 1901–2018 aldiarekiko (1,73 [1,28–2,17] mm. urte<sup>-1</sup>). Satellite-datuen aroa kontuan hartuta –1993tik aurrera– itsas mailak 1993–2022 aldirako eskala globalean izandako igoera-tasa  $3,4 \pm 0,4$  mm urte<sup>-1</sup>-koa izan dela estimatzen da. Tasa horren igoera 1,5 mm urte<sup>-1</sup>-koa izan da 2013–2022 aldian (4,4 mm urte<sup>-1</sup>)

2003–2012 bitarteko aldiarekiko (2,9 mm urte<sup>-1</sup>). Seguruenik giza jarduera izan da batez besteko maila globalaren igoeraren arrazoi nagusia 1971z gerotik (IPCC-AR6, 2021).

2022an zehar, itsas maila errekor berri batera iritsi zen (+10,22 cm 1993. urtearekin alderatuta), eta urte horretan, hamargarren urtez jarraian, itsasoaren batez besteko maila globalak gainditu egin zuen aurreko urtekoa. 2020ko urtarriletik aurrera izandako itsasoaren batez besteko maila globalaren igoera 10 mm ingurukoa da, eta 1993az gerotik itsasoaren batez besteko maila globalean izandako igoeraren (100 mm ingurukoaren) funtsezko zati bat osatzen du; hori guztia, 2021eko eta 2022ko La Niñaren baldintzak gorabehera, horiek Ekuatoreko Ozeano Barea hozteko joera baitute, eta, horrekin batera, uraren temperatura globala mantentzekoa eta itsas mailaren igoera moteltzekoa.



10. ird. Itsasoaren batez besteko mailaren bilakaera 1993ko urtarriletik 2022ko abuztura. Iturria: MME (2023).

Eskualde mailan ikusitako aldaketak ez dira beti aldaketa globalekin bat etortzen. 1993tik 2022ra bitarteko batez besteko igoera globala 10,2 cm ingurukoa izan arren, eskualde batzuetan 15 eta 20 cm arteko balioetara iritsi da igoera hori. Europan, kostaldeko eremu gehienetan itsas mailaren igoera 2 eta 4 mm urte<sup>-1</sup> bitartean dago (Nichols

et al., 2021). Hala ere, baliteke tasa hori ez izatea itsasertzean ikusitako aldaketen adierazgarri, tokiko prozesuek (adibidez, olatuen gorakadak) sortutako distortsioen eta satellite-neurketen bereizmenaren ondorioz (25 km, gutxi gorabehera).



## 2.5. OZEANOKO TENPERATURA ETA BEROA

**1** 950eko hamarkadaz geroztik, nabarmen igo da ozeanoen gainazaleko tenperatura. Azken lau edo sei hamarkadetan, ozeano globala berotu egin da giza jardueraren eraginez (IPCC-AR6, 2021).

Lurreko ozeano-azalerari dagozkion tenperatura-datuak 0,88 [0,68–1,01] °C-ko igoera erakusten dute XX. mendearen hasieratik (IPCC-AR6, 2021) eta 0,6 °C ingurukoa azken 40 urteetan (IPCC-AR6, 2021); batez besteko berotze-tasa 0,08 °C hamarkada<sup>-1</sup>-koa da 1880az geroztik, eta bikoiztu egiten da 1981etik aurrera, 0,19–0,20 °C hamarkada<sup>-1</sup>-ra iritsiz.

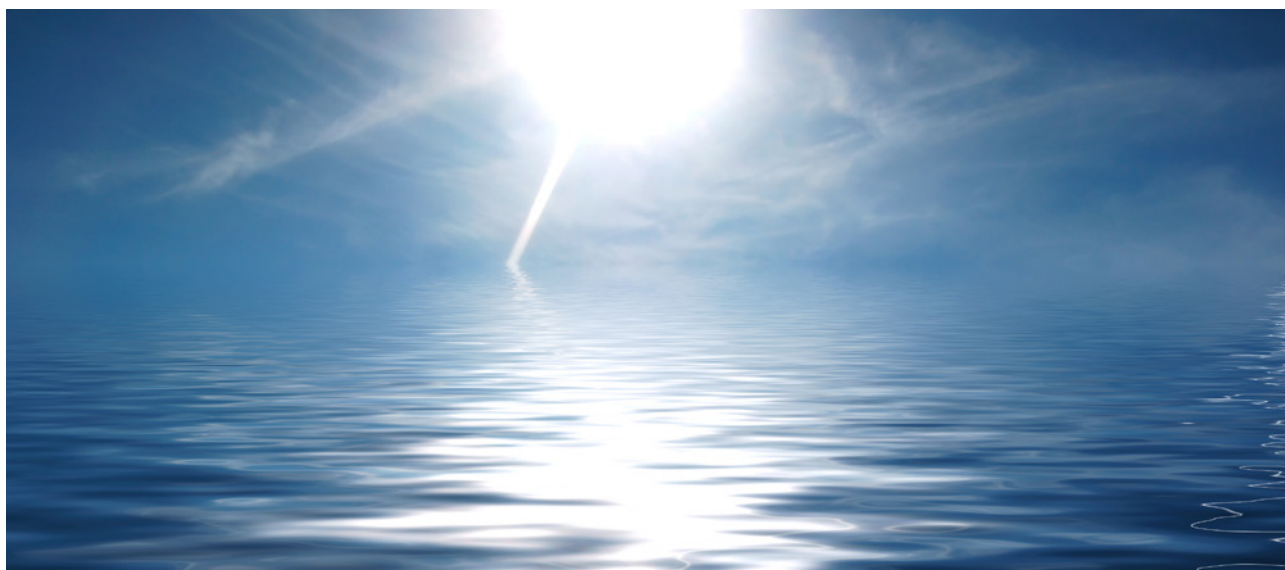
Ozeanoaren batez besteko gainazaleko tenperatura globala 0,83 ± 0,05 °C handiagoa izan zen 2022an 1850–1900 aldikoa baino, eta urte hori seigarren urterik beroena

izan zen 1850etik. Gertueneko erreferentzia-aldiarekiko (1991–2020) anomalia +0,13 °C-koa izan zen.

Azken zortzi urteak (2014–2022) dira 1891az geroztik izandako zortzi urte beroenak. 2021ean ozeanoaren gainazaleko tenperatura globala 2020koa baino apur bat txikiagoa izan zen, 'La Niña'k baldintzatuta, eta horrek aurreko urteetako baino gainazaleko tenperatura baxuagoa mantentzen (lurrean eta ozeanoan) lagundu zuen. Berotze-tasa 0,10 ± 0,01 °C hamarkada<sup>-1</sup>-eko erritmoan bizkortu da 1950–2021 aldian. Ipar Atlantikoan, joera hori azken bi hamarkadetan zehar maila globalean behatutako joera baino 1,35 aldiz handiagoa izan zen.

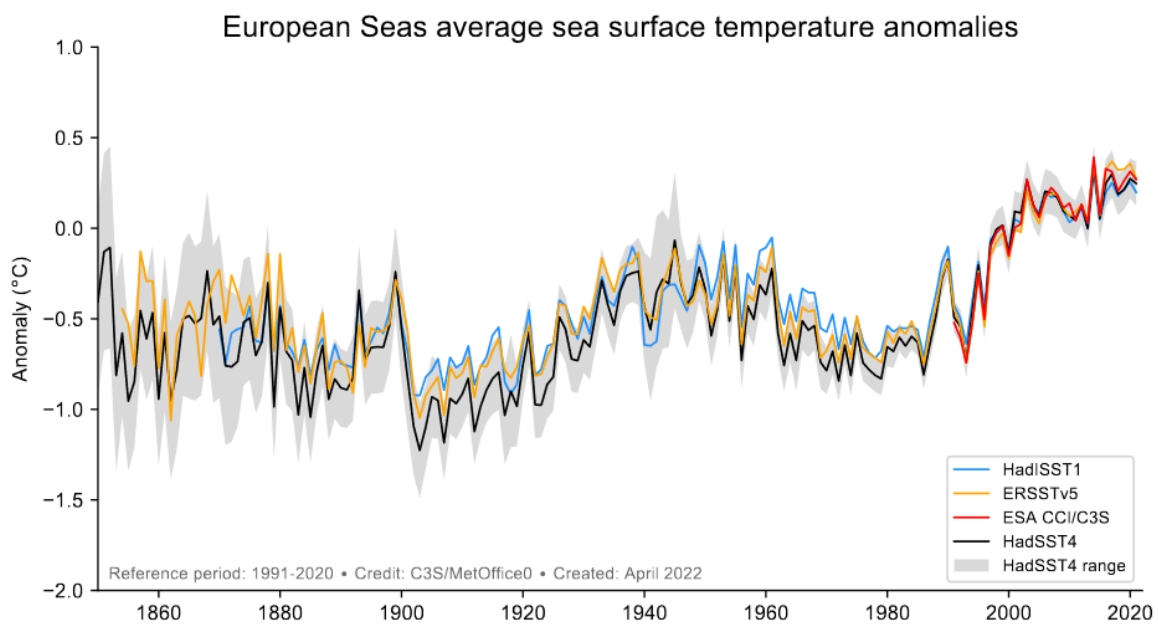
	ESKUALDEA	2000–2021 (°C hamarkada <sup>-1</sup> )	1950–2021 (°C hamarkada <sup>-1</sup> )
<b>HADSST.4.0.1.0</b>	Globala	0,175 ± 0,067	0,117 ± 0018
<b>DOISST V2.1</b>	Globala	0,190 ± 0,057	N/A
<b>ERSSTV5</b>	Globala	0,158 ± 0,065	0,102 ± 0,013
<b>ERSSTV5</b>	Ipar Atlantikoa (30°–60°N)	0,158 ± 0,088	0,115 ± 0,046

2. taula. Azaleko tenperaturen joerak 2000–2021 eta 1950–2021 aldietan. Iturria: Blunden & Boyer (2022).



Europar, 1850ean tenperatura-erregistroak abiatu zirenetik, bertako itsaso guztiek berotzea jasan dute. Berotze handieneko aldiak 1920tik 1940ra bitartekoak dira, eta 1990etik 2000ra bitartekoak. 2000az geroztik, uraren gainazaleko berotzearen batez besteko tasa jaitsi egin da, baina gainazaleko tenperaturak balio historiko altuetan jarraitzen du. 1991tik 2021era bitartean, itsasoaren

tenperatura  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup> inguru igo zen iparraldeko Atlantikoan, eta  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup> inguru Itsaso Beltzean. Tenperaturaren igoera horiekin batera, gainera, itsasoko bero-boladen maiztasuna eta intentsitatea handitu dira, bai maila globalean bai Europako itsasoetan. Fenomeno horien maiztasuna bikoiztu egin da 1982az geroztik.

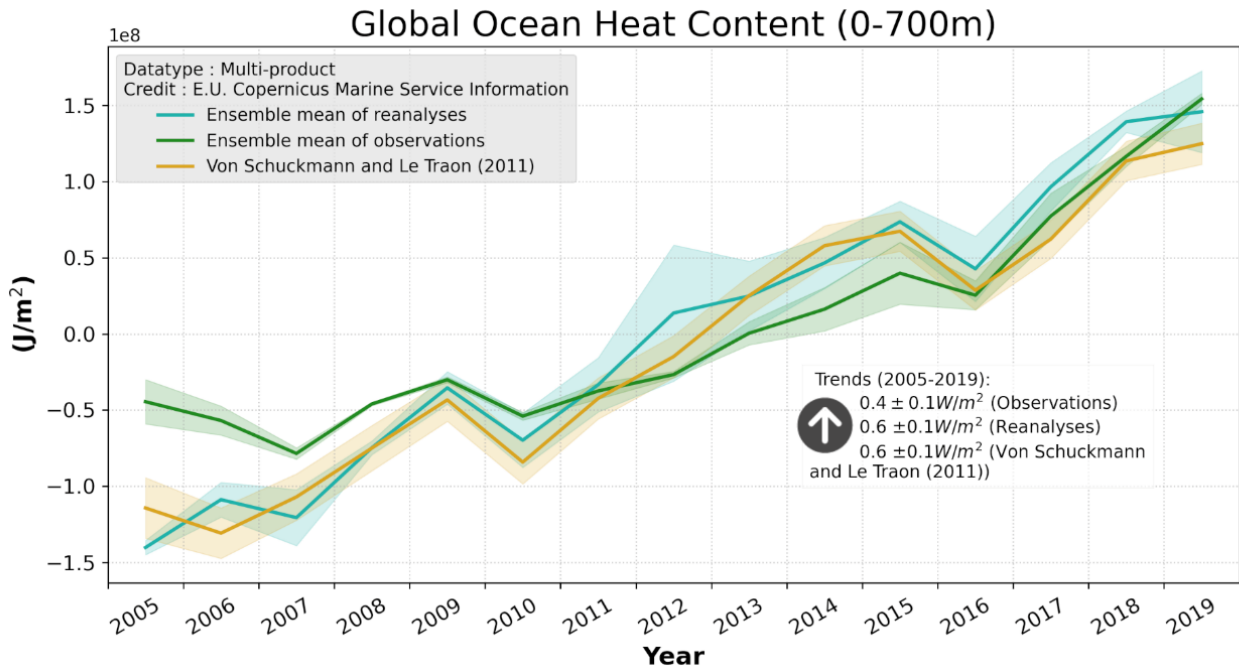


11. ir. Europako itsasoen gainazaleko tenperaturaren urteko batez besteko anomaliak ( $^{\circ}\text{C}$ ) 1991–2020 erreferentzia-aldiari dagokionez. Iturria: C3S (2022).

Hala ere, tenperaturaren eta berotzearen igoera hori ez da gainazalera mugatzen soilik; ur-zutabearen geruza guztietara zabaltzen da, baita 4.000 eta 6.000 metro bitarteko sakoneran ere. Lehorreko sistemen barruan metatutako beroaren % 91 inguru ozeanoetan dago (Rhein et al., 2013); aldagai hori ozeanoaren eduki kalorikoaren bidez kuantifikatzen da. Adierazle honek aukera ematen du jatorri antropogenikoko berotze graduala zehaztasun handiagoz ebaluatzeko (von Schuckmann et al., 2016; Wijffels et al., 2016; Cheng et al., 2018a; Trenberth et al., 2018).

Lehen 2.000 m-etako maila globaleko bero-edukiak handitzen jarraitu zuen 2022an, marka historiko bat lortuz,  $+10,9 \pm 8,3\text{ ZJ}^2$ , 2021arekiko. Batez besteko igoera-tasa  $5,5 \pm 0,3\text{ ZJ urte}^{-1}$ -koa da 1958az geroztik (Cheng et al., 2023). Ozeanoko bero-eduki handieneko lau urteak azken lauak dira (2019–2022) (NOAA, 2022).





**12. ird.** Ozeanoko bero-eduki globala (0-700m) 2005-2019 aldirako, hainbat behaketaren berranalisiaren eta birprozesamenduaren bidez zehaztua. Iturria: Copernicus Marine Service Information (2023).

1993-2021 aldirako ozeanoren berotze-joera  $0,37 \pm 0,05 \text{ W m}^{-2}$  eta  $0,44 \pm 0,04 \text{ W m}^{-2}$  bitartekoa da 0-700 m-ko geruzan. Aldi bererako, 700-2.000 m-ko geruzarako berotze-joera  $0,17 \pm 0,03$  eta  $0,29 \pm 0,03 \text{ W m}^{-2}$  bitartekoa da. Nolanahi ere, bi geruza horiek eta 2.000-6.000 m-ko

geruzarako estimazioak batuta, ikusten da -denbora-tarteak lehen adierazitakoekiko zertxobait desberdinak izan arren- ozeanoaren bero-irabaziaren tasa globala  $0,64-0,80 \text{ W m}^{-2}$  artekoa dela gaur egun (Blunden eta Boyer, 2022).

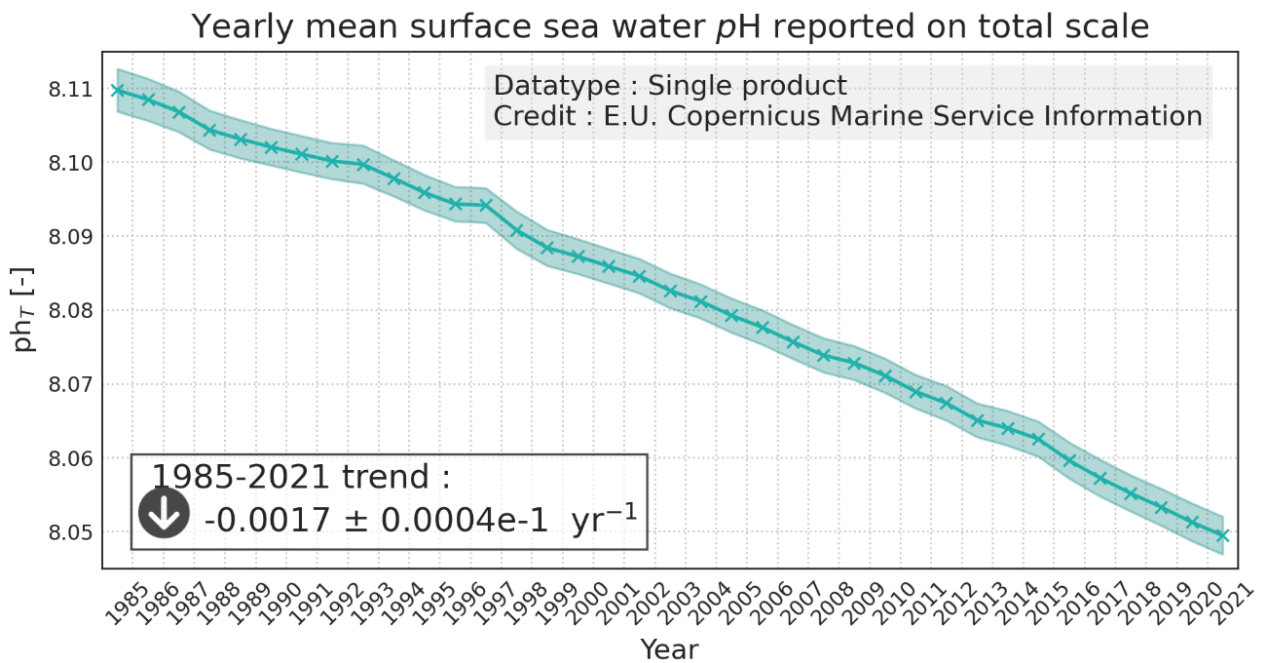


## 2.6. OZEANOKO KARBONOA ETA PH-A

Ozeanoaren azidotzea ozeanoaren pH-a denboran murriztea bezala defini daiteke. Ozeanoa azken 66 milioi urteetan aurrekaririk izan ez duen erritmoan azidotzen ari da gaur egun (Zeeve et al., 2016), eta ia ziurra da arrazoi nagusia jatorri antropogenikoko CO<sub>2</sub> atzema-tea dela (IPCC-AR6, 2021), ozeanoak gutxi gorabehera

CO<sub>2</sub> isurien laurden bat atzeman baitu aro industrialaren hasieratik (Gruber et al., 2019).

Azidotzearen ondorioz, pH-a  $-0,017 \pm 0,0004$  unitate hamarkada<sup>-1</sup> jaitsi da 1985–2021 aldian, eta gaur egun aro industrialaren aurreko balioetatik 0,1 unitate beherago dago.



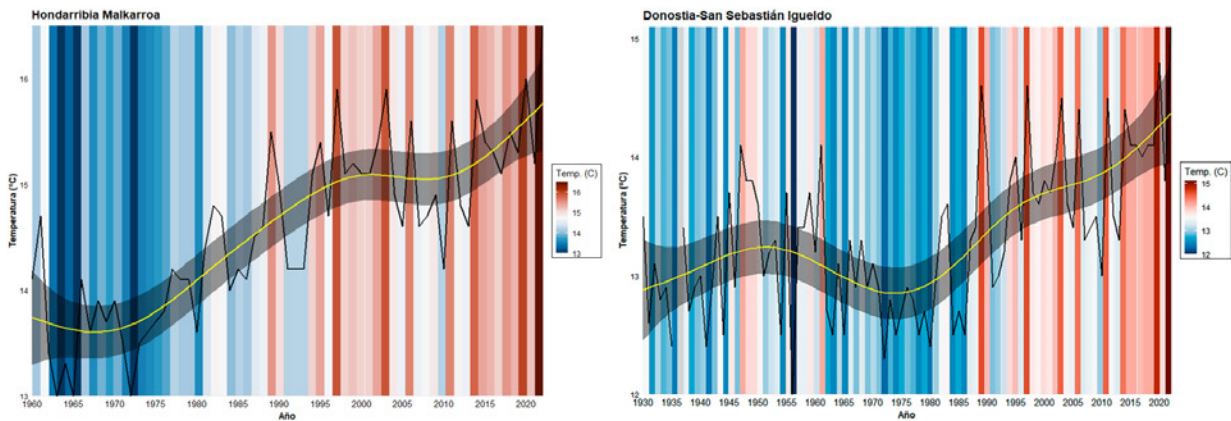
13. ird. Ozeanoaren azaleraren batez besteko pH globala 1985–2021 aldirako. Iturria: Copernicus Marine Service Information (2023).

## 3. GIPUZKOA 2022AN

### 3.1. TENPERATURA

Gipuzkoako urteko batez besteko tenperaturak joera positibo arina izan du 1971. urteaz geroztik (0,24 °C hamarkada<sup>-1</sup>). Berotzea ez da uniformea seriean zehar; beraz, 1981–2010 aldiko batezbestekoarekiko tenperatura-anomaliak hiru aldi desberdin erakusten ditu. Lehen aldia, 80ko hamarkadara arte, tarteko aldi hori baino 1 °C gutxiagoko tenperaturek markatzen dute. Ondoren, 90eko hamarkadan aldi bero bat dago, urte hotzen batekin eta

1997an izandako berotze maximoarekin txandakatuta. 2001etik 2015era bitarteko aldia zertxobait hotzagoa da, eta 2013tik aurrera tenperaturak batez besteko tenperatura baino nabarmen altuagoak dira. Horrela, azken hamar urteetako batez besteko tenperaturek (2013–2022) (13,6 ± 0,4 °C) +0,2 °C inguruko aldea izan dute 1981–2010 erreferentzia-aldiarekiko.



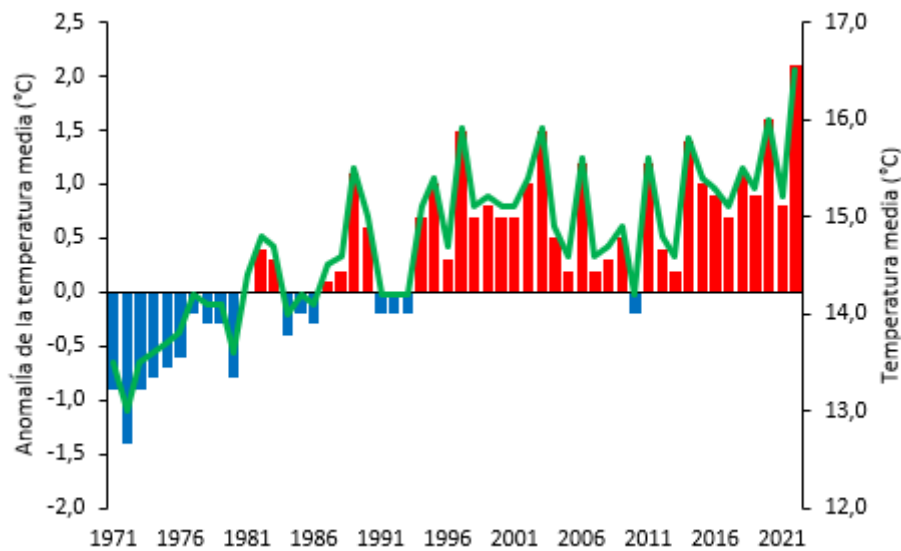
14. ird. Hondarribia-Malkarroa eta Igeldoko behatokitako urteko batez besteko tenperaturaren bilakaera 1960–2022 eta 1930–2022 aldietarako, hurrenez hurren. Lerro horiak batez besteko tenperaturaren 5 urteko batez besteko mugikorra erakusten du, eta zerrenda grisak, berriz, Loess metodoaren bidez egindako batezbesteko horren leuntzea. Iturria: geuk egina, AEMETen datuetatik abiatuta.

HAMARKADA	II. AGERTOKIAK		Igeldo		Hondarribia-Malkarroa	
	Batezbestekoa	Anomalia	Batezbestekoa	Anomalia	Batezbestekoa	Anomalia
1971-1980	12,53	-0,92	12,65	-0,98	13,71	-1,12
1981-1990	13,42	-0,03	13,31	-0,32	14,58	-0,25
1991-2000	13,67	+0,22	13,59	-0,04	14,91	+0,08
2001-2010	13,27	-0,18	13,71	+0,17	14,99	+0,16
2011-2020	13,77	+0,33	14,09	+0,55	15,34	+0,51
2013-2022			14,18	+0,64	15,47	+0,64

3. taula. Batez besteko tenperaturaren batezbestekoa eta anomalia 1981–2010 erreferentzia-aldiarekiko datu klimatologikoetarako (II. AGERTOKIAK, KLIMATEK 2017, URBAN KLIMA 2050) eta Igeldoko eta Hondarribia-Malkarroako behatoki meteorologikoetan erregistratutako tenperaturarako.

Lurraldeko serie historiko luzeenak, Igeldo eta Hondarribia-Malkarroa behatokiei dagozkienak aztertzean, ikusten da urteko batez besteko tenperaturaren aldakuntza-tasa  $0,12\text{ }^{\circ}\text{C}$  eta  $0,31\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup> dela hurrenez hurren, horietako bakoitzean denbora-serie osoak kontuan hartuta (1929–2022 eta 1956–2022). Urteko tenperaturaren joera 1971tik aurrera  $0,33\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup> da Igeldon eta  $0,38\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup> Hondarribia-Malkarroan (p balioa  $< 0,000$ ). Igeldoko behatokian erregistratutako tenperaturen serie historikoak erakusten du joan den mendeko 80ko eta 90eko hamarkadetan zehar urteko batez besteko tenperatura, tenperatura minimoa eta maximoa asko igo

direla, eta tenperatura egonkorragoa izan dela XXI. mendeko lehen hamarkadan, azken 6 urteotan batez besteko tenperatura berriz igoz. Batez besteko tenperaturaren 5 urteko batez besteko mugikorak adierazten du XX. mendearen amaieratik aurrerako eta lehen bi hamarkadetako balio guztiak 1981–2010 aldikoen gainera daudela. Hondarribia-Malkarroan ere goranzko joera hori ikusten da. Bi behatokietan, urteko batez besteko tenperatura beroena erregistratu zen 2022an,  $+1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  eta  $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ko anomalia positiboekin 1981–2010 aldiarekiko Igeldon eta Hondarribia-Malkarroan, hurrenez hurren.



15. ird. Urteko batez besteko tenperaturaren anomaliaren eta urteko batez besteko tenperaturaren 1970–2022 aldiko bilakaera Hondarribia-Malkarroako estazioan. Datuen iturria: AEMET.

Euskalmeten estazio meteorologikoen sarean erregistratutako batez besteko tenperaturaren joerak ere aztertu dira. Estazio horietako batez besteko balioak eta joerak aztertu dira duela gutxiko bi aldirako, 2005–2012 eta 2013–2022 aldirarako hain zuzen. Azken hamarkadako batezbestekoa (2013–2022) 2005–2012 aldikoa baino handiagoa da,  $+0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  eta  $+1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  arteko gehikuntzekin.

Horrek adierazten du berotze orokorra gertatzen ari dela lurralde osoan, nahiz eta ez modu uniformean. Gainera, 2005–2021 eta 2005–2022 aldirarako joerak alderatzen badira, tenperatura-joera positiboak ikusten dira; halaber, ikusten da joera horiek areagotu egin direla azken urtea kontuan hartzean, oso beroa izan baita.

ESTAZIOA	BATEZ BESTEKO TENPERATURAK (2013-2022)	BATEZ BESTEKO TENPERATURAK (2005-2012)	2005-2021 ALDIKO JOERA	2005-2022 ALDIKO JOERA	2005-2021 ETA 2005-2022 ALDIETAKO JOERAK
<b>AITZU</b>	12,1 ± 0,5	12,0 ± 0,5	0,1	0,3	+0,2
<b>ALTZOLA</b>	14,2 ± 0,7	13,4 ± 0,7	0,6	0,7*	+0,1
<b>AMUNDARAIN</b>	13,4 ± 0,5	12,8 ± 0,5	0,5	0,7*	+0,2
<b>BELAUNTZA</b>	13,8 ± 0,6	13,1 ± 0,6	0,7*	0,8*	+0,1
<b>EREÑOZU</b>	13,8 ± 0,5	13,2 ± 0,5	0,6*	0,7*	+0,1
<b>OÑATI</b>	13,5 ± 0,5	12,6 ± 0,5	0,9*	0,9*	+0,0
<b>ORDIZIA</b>	13,9 ± 0,7	13,5 ± 0,7	0,3	0,4	+0,1
<b>ZIZURKIL</b>	14,6 ± 0,6	13,8 ± 0,6	0,8*	0,8*	+0,0

4. taula. 2005–2011 eta 2012–2021 aldiatarako adierazitako estazio meteorologikoetako batez besteko tenperaturaren batezbestekoa (°C) eta 2005–2021 eta 2005–2022 aldiatarako joera (°C hamarkada<sup>-1</sup>). + ikurrak adierazten du joerak estatistikoki esanguratsuak direla.

Eskualde mailan datu klimatologikoek (II. AGERTO-KIAK, KLIMATEK 2017, URBAN KLIMA 2050) adierazten dute Debabarrena eta Debagoiena eskualdeek aztertutako aldirako (1971–2016) urteko batez besteko tenperaturaren igoera esanguratsurik erakusten ez duten bitartean, Donostialdean izan dela berotze-tasarik handiena, udaberriari gainerako urtarotetan baino askoz nabarmenagoa dena.

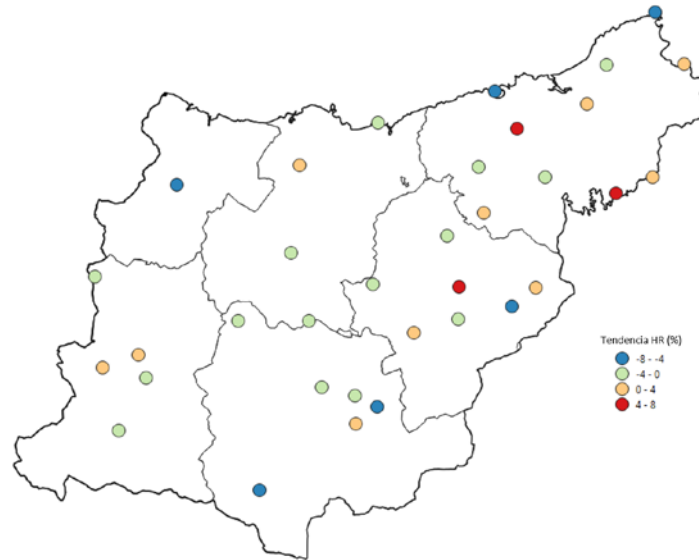
Batez besteko tenperaturen igoerarekin batera, egun beroen kopuruaren joeraren analisiak (Tx>90 pertzentila) adierazten du igoera nabarmena izan dela urte osoan zehar, eta igoera hori askoz handiagoa izan dela Goierri, Tolosaldea eta Urola Kosta eskualdeetan, eta txikiagoa Bidasoa Beherean. Estazioen arabera, neguan izan ezik, egun beroen kopuruak nabarmen igotzeko joera du lurraldeko eskualde guztietan gainerako estazioetan.

ESKUALDEA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
<b>Bidasoa Beherea / Bajo Bidasoa</b>	4,11*	-0,14	1,21*	1,03*	1,15*
<b>Debabarrena / Bajo Deba</b>	5,37*	0,12	1,82*	1,87*	1,16
<b>Debagoiena / Alto Deba</b>	6,60*	0,82	1,86*	1,85*	1,99*
<b>Donostialdea / Donostia-San Sebastián</b>	4,80*	0,35	1,81*	1,05	1,19*
<b>Goierri</b>	9,59*	1,42*	2,24*	2,41*	2,77*
<b>Tolosaldea / Tolosa</b>	9,41*	1,09	2,73*	2,44*	2,34*
<b>Urola-Kostaldea / Urola Costa</b>	9,17*	0,90	2,45*	3,25*	2,27*
<b>GIPUZKOA</b>	<b>8,03*</b>	<b>0,79</b>	<b>2,15*</b>	<b>2,19*</b>	<b>2,01*</b>

5. taula. Urteko eta urtaroko egun beroen kopuruaren joera (Tx>90 pertzentila) (°C hamarkada<sup>-1</sup>) eskualde desberdinetan 1971–2016 aldirian. + ikurrak adierazten du joerak estatistikoki esanguratsuak direla. Datuen iturria: Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieak, honako programa hauek finantzatuta: Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitzeko: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II") eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").

Temperaturen igoerak hezetasun erlatibo atmosferikoari ere eragiten dio. Azken horren mende dago ingurune sentsazio termikoa, eta, beraz, funtsezkoa da hura kuantifikatzea, aldakuntza termikoa hobeto kalibratzeko eta, horrez gain, muturreko fenomeno meteorologikoe-tan –hala nola bero-boladetan edo hotz-boladetan– duen

inpaktua ere kalibratzeko. Temperaturaz gain, itsasotik ger-tu egoteak edo ipar-ekialdeko edo hegoaldeko haizeen nagusitasunak ere baldintzatu dezake hezetasun erlati-boa. Lurralde mailan, erreferentziako estazioetarako joera aldakorak ikusten dira, balio negatibo eta positiboekin.



16. ird. Hezetasun erlatiboaren joera (%) Gipuzkoako Lurralde Historikoko erreferentziako estazio meteorologikoetan.

2022a zinez beroa izan zen Gipuzkoan; lurraldeko es-tazio meteorologikoetan erregistratutako urteko batez besteko temperatura 14,5 °C-koa izan zen, batez besteko temperaturaren +1,0 °C gaintik gutxi gorabehera (1981–2010). Seguruenik serie historikoetako urterik beroe-na izango da, estazio askotan serie historikoko maximoa

urte horretan erregistratu baita. Erreferentzia-aldiarekiko (1981–2010) anomaliak positiboak izan ziren estazio guz-tietan, eta kasu gehienetan +0,5 °C-ko anomalia gaintitu zen, 2 °C inguruko maximoekin, hala nola +2,1°C-ko ano-maliak Hondarribia-Malkarroan eta +1,9 °C-koak Urkulun.

HAMARKADA	II. AGERTOKIAK		Igeldo		Hondarribia-Malkarroa	
	T maximoa	T minimoa	T maximoa	T minimoa	T maximoa	T minimoa
1971-1980	-0,8	-1,2	-0,7	-1,0	-1,4	-0,9
1981-1990	-0,0	-0,2	-0,1	-0,3	-0,0	-0,5
1991-2000	+0,0	+0,2	-0,0	+0,1	+0,1	+0,1
2001-2010	+0,0	-0,0	+0,2	+0,2	-0,1	+0,4
2011-2020						
(2011-2016)	(+0,7)	(+0,4)	+0,7	+0,4	+0,2	+0,8
2013-2022			+0,7	+0,5	+0,3	+0,9

6. taula. Batez besteko temperatura maximoaren eta minimoaren anomalia 1981–2010 erreferentzia-aldiarekiko datu klimatologikoetarako (II. AGER-TOKIAK, KLIMATEK 2017, URBAN KLIMA 2050) eta Igeldoko eta Hondarribia-Malkarroako behatoki meteorologikoetako erregistroetarako.



Eguneko batez besteko temperatura maximoek eta minimoek gora egin dute 1971–2016 aldian, eta igoera nabarmenagoa izan da tenperatura minimoen kasuan. Lurralde osorako, 1971–2016 aldirako klimatologiak (II. Ager-tokiak, Klimatek 2017, URBAN KLIMA 2050) 0,30 eta 0,36 °C hamarkada<sup>-1</sup>-ko igoerak erakusten ditu batez besteko tenperatura maximorako eta minimorako, hurrenez hurren. Gainera, batez besteko tenperatura minimoa azkarra-go handitzen da. Batez besteko tenperatura minimoaren igoera nabarmenago hori lgealdon ikusten da eta, bereziki, Hondarribia-Malkarroan. Igealdoko behatokiaren erregistroen arabera, 1971tik gaur arte eguneko batez besteko tenperatura maximoa 0,32 °C hamarkada<sup>-1</sup> igo da, eta hileko batez besteko tenperatura minimoa, berriz, 0,33 °C hamarkada<sup>-1</sup>. Alde hori nabarmenagoa da Hondarribia-Malkarroan 1971–2022 aldirako, bertan batez besteko tenperatura maximoak eta minimoak +0,31 eta +0,42 °C hamarkada<sup>-1</sup>-ko joera baitute, hurrenez hurren.

2022an, eguneko batez besteko tenperatura maximoa eta minimoa 19,6 °C eta 10,3 °C izan ziren, hurrenez hurren. Balio horiek 1981–2010 aldiko batezbestekoa baino +1,8 °C eta +1,0 °C gorago daude, hurrenez hurren. Eguneko batez besteko tenperatura maximoa eta eguneko batez besteko tenperatura minimoa azken hamarkadako batezbestekoen +1,0 °C eta +0,6 °C gainetik kokatu ziren, hurrenez hurren.

Urtean zeharreko eboluzio termikoari dagokionez, negua oso beroa izan zen, erreferentzia-aldiarekiko +1 °C-ko batez besteko anomaliarekin. XXI. mendeari dagokionez, 2022ko negua bosgarren beroena izan zen lehen postuan 2016. urtea eta bigarren postuan 2020. urtea dituen seriean. Abendua oso hilabete beroa izan zen, eta tenperatura oso altuko ezohiko gertakari bat izan zen hilabete amaieran, 20 °C-tik gorako erregistroekin (Zizurkil 24,0 °C abenduaren 31n, eta Oiartzun 24,0 °C urtarrilaren 1ean); ondoren, urtarrila hotzetik joan zen, baina otsaila beroa izan zen berriz ere. Adibidez, otsailaren 19aren eta 20aren bitartean 20 °C-tik gorako tenperaturak izan ziren bai barruko estazioetan (21,6 °C Arrasaten) bai kostaldean (24,5 °C Higer-en).

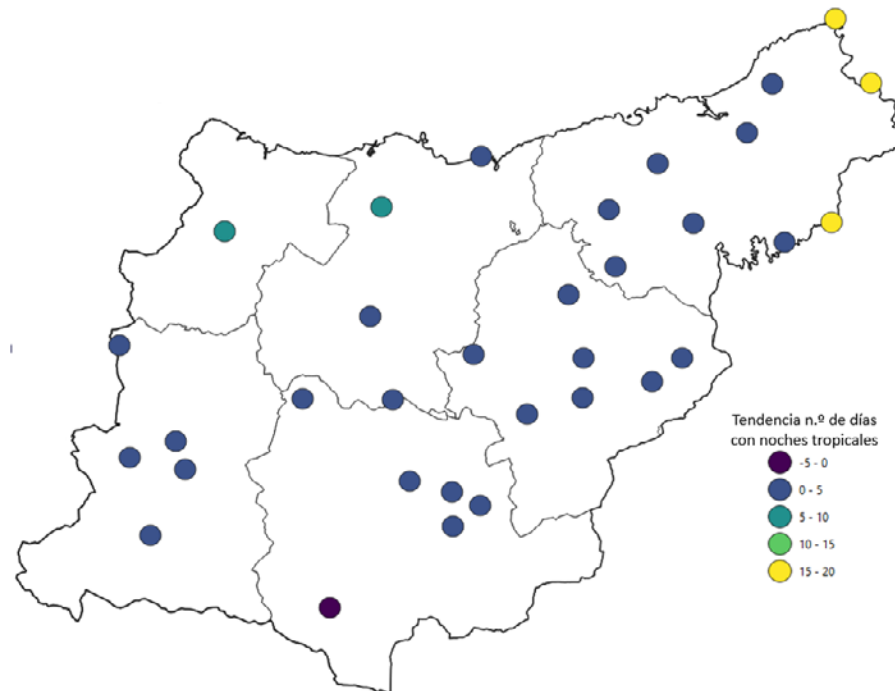
Udaberria oso urtaro beroa izan zen 1981–2010 aldiarekin alderatuta, maiatzaren erdialdean –azken urteetako beroenetako bat– erregistratutako tenperatura altuak

zirela-eta; izan ere, udan ohikoagoak diren tenperaturen gertakari bat erregistratu zen, eta lurraldeko estazio askotan 30 °C-tik gorako errekor-erregistroak gainditu ziren lehen aldiz (adibidez, hilaren 14an 33,3 °C lortu ziren Miramonen, 34,9 °C Behobian, 35,4 °C San Prudentzioko estazioan edo 35,3 °C Ordiziakoan). Lasarte eta Arrasateko erreferentziako estazioetako batez besteko tenperatura +0,9 °C eta +1,3 °C gainetik kokatu zen aurreko urteko erregistroen aldean.

Joera horri jarraituz, 2022ko udak portaera oso beroa izan zuen, batez besteko tenperaturaren 2,0 °C-tik gorako anomaliak izan baitzituen 1981–2010 aldiarekiko. EAE osorako, serie historikoetako bigarren udarik beroena bezala katalogatu da, aurretik 2003. urtea soilik duela (Euskalmet, 2022). Udaren ezaugarri nagusiak izan ziren tenperatura altuek irautea eta muturreko bero-gertakari ugari izatea. Behatutako tenperatura maximo absolutua 42,88 °C-koa izan zen Arrasateko estazioan. Era berean, intsolazioa balio normalak baino nabarmen handiagoa izan zen, eguzki-orduen kopuruak % 20 inguru gora egin baitzuen.

Udazkena oso beroa izan zen lurralde osorako, serie historikoetako bigarren beroena, batez besteko anomalia 2,0 °C-tik gorakoa izan baitzen 1981–2010 erreferentzia-aldiarekiko. Estazioko hilabete guztiak oso beroak izan ziren, baina urria nabarmendu zen, batez besteko anomalia 4,0 °C-tik gorakoa izan baitzen lurralde osoan, serie historikoetan urteko edozein hilabetetan inoiz behatutako anomaliarik altuena hain zuzen.

Eguneko batez besteko tenperaturen, tenperatura minimoen eta tenperatura minimoen igoeraz gain, gau tropikalen eta egun beroen kopuruak ere goranzko joera du. Gipuzkoan, gau tropikalen kopuruan 1971. urteaz geroztik izandako igoera 0,39 gau hamarkada<sup>-1</sup> -koa da. Eskualdeka, adierazle horren gorakadarik nabarmenena gertatzen ari da Bidasoa Behereko eskualdean (+1,26 gau hamarkada<sup>-1</sup>) eta Donostialdekoan (+0,73 gau hamarkada<sup>-1</sup>). Igoera hori estatistikoki esanguratsua da Debabarrenaz eta Debagoienaz bestelako eskualdeetan (p balioa <0,05). 2022an zehar, gau tropikalen errekorra hautsi zen, batez ere kostako herrietan, hala nola Hondarribian –bertan 29 gau tropikal erregistratu ziren guztira–.



17. ird. Gau tropikalen kopuruaren joera 2005–2022 aldirako Euskalmeten estazio meteorologikoetan. Iturria: geuk egina, Euskalmeten datuetan oinarrituta.

Lehen aipatu den bezala, egun beroen kopuruak goranzko joera nabarmena du lurralde osoan. 2022an zehar, egun beroen kopurua oso esanguratsua izan zen. Adibidez, 32 °C-tik gorako temperatura maximoak izan zituzten egunak asko izan ziren estazio meteorologiko guztietan (20 egun batez beste), baina 25 egun baino gehiagotan gaitu zen temperatura hori Alegia eta Añarbe estazioetan, eta 30 egun baino gehiagotan Arrasaten eta

Estandan. 2011–2020 aldian, batez beste 10 egunez gaitu zen temperatura hori.

Azkenik, tenperaturen igoera orokor hori islatzen duen beste adierazle bat izozte-egunen kopurua da. 2022an izozte-egunen batez besteko kopurua 15 egunekoa izan zen, 2021ean erregistratutakoa baino handiagoa, baina 1981–2010 aldikoa baino txikiagoa.



## 3.2. PREZIPITAZIOA

**P**rezipitazioak eta aldagai horretatik abiatuta kalkulatuak adierazleek (hala nola egun hezeen kopuruak, prezipitazio handia edo oso handia duten egunen kopuruak edo egun batean metatutako prezipitazio maximoak) ez dute joera nabarmenik erakusten 1971-2022 al-dian. Salbuespen gisa, lurraldeko eskualde batzuek, urtaro jakin batzuetan, joera nabarmenak dituzte aldagai jakin batzuei dagokienez. Aldagai honetan behatutako joerak hautatutako analisi-aldiaren mendekoak dira, eta, beraz, erabilgarri dauden serieen luzerak ateratako ondorioak baldintzatu ditzake.

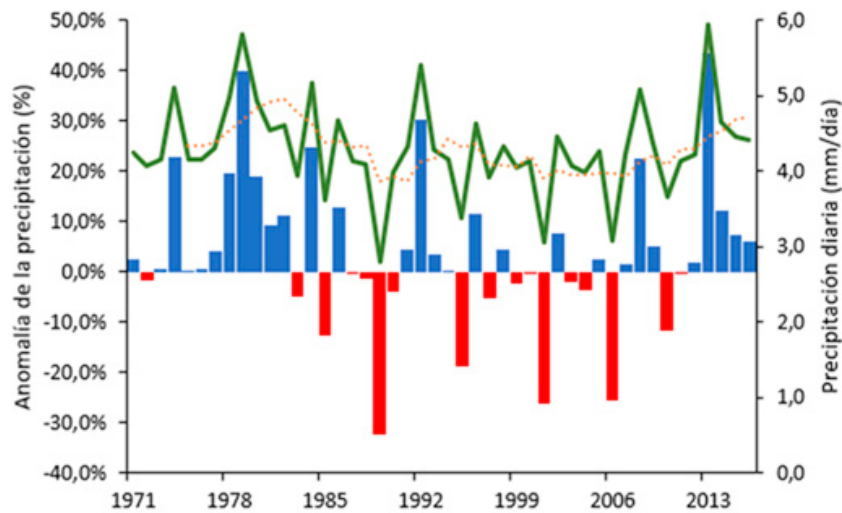
Urteko prezipitazio osoari dagokionez, oro har ez da joera esanguratsurik ikusten 1971-2016 aldirako (Ihoberen klimatologia-datuak, 2017). Aldagai honen denboran zeharreko bilakaerak hirualdi bereizteko modua ematen du: lehena, hezeena, 1985era artekoa, prezipitazioak oro har batezbestekoa baino handiagoak dituena; bigarren aldi bat, batez besteko balioak eta urte lehorrago batzuk txandakatuta dituena; eta hirugarrena, azken 10 urteei dagokiena, prezipitazioa batez besteko balioa baino zertxobait handiagoa eta 1975-1985eko urteen artean

erregistratutakoaren antzekoagoa duena. Azken urteak, 2022ak, apurtu egiten du joera positibo hori, eta 1981-2010 erreferentzia-aldikoa baino -% 20 txikiagoa den prezipitazioa erregistratzen da urte horretan. Lurraldean eskuragarri dauden prezipitazio-serie luzeenen analisiak, Igeldoko (1929-2022) eta Hondarribia-Malkarroako (1957-2022) behatokiei dagozkienak, ez du erakusten urteko prezipitazioaren joera esanguratsurik ere estazio bakoitzerako serie osoak kontuan hartzean. 1971-2022 aldiko joera ere ez da esanguratsua, eta joeraren zeinua desberdina da estazio bakoitzean; Igeldon goranzko joera ikusten den bitartean, Hondarribia-Malkarroan beheranzkoa da. Lurraldeko estazio plubiometrikoen kopuruak gora egin zuen 2000-2022 al-dian -aldirik laburrenean- behatutako joerak aztertzean, goranzko joera orokorra ikusten da estazio guztietan, baina joera hori soilik ekialdeko estazioetan da esanguratsua, Hondarribia-Malkarroa, Endara edo Ereñotzu bezalako estazioetan.

Ez da joera argirik ikusten eguneko batez besteko prezipitazioaren anomaliaren bilakaeran 1981-2010 tarterko aldiarekiko, 1971-2016 aldiaren barnean.

HAMARKADA	II. AGERTOKIAK		Igeldo		Hondarribia-Malkarroa	
	Batezbestekoa	Anomalia	Batezbestekoa	Anomalia	Batezbestekoa	Anomalia
1971-1980	1.678,6	10,8%	1.649,7	+8,0%	1.808,1	+9,6%
1981-1990	1.518,9	0,2%	1.511,3	-1,0%	1.665,1	+1,0%
1991-2000	1.557,0	2,7%	1.533,5	+0,4%	1.741,3	+5,6%
2001-2010	1.470,9	-2,9%	1.537,1	+0,6%	1.541,7	-6,5%
2011-2020	(1.683,3)	(11,1%)	1.690,4	+10,7%	1.782,4	+8,1%
(2011-2016)						
2013-2022			1.691,5	+10,8%	1.826,4	+10,7%

7. taula. 1981-2010 erreferentzia-aldiarekiko metatutako urteko prezipitazioaren batezbestekoa eta anomalia datu klimatologikoetarako (II. AGERTOKIAK, KLIMATEK 2017, URBAN KLIMA 2050) eta Igeldo eta Hondarribia-Malkarroa behatokitarako.



18. ird. Anomaliaren (aldaketaren ehunekoaren) bilakaera eta eguneko batez besteko prezipitazioarena (mm) 1981-2010 aldiko urteko batezbestekoarekiko Gipuzkoan. Kurba laranja eguneko prezipitazioaren (mm) 5 urteko batezbesteko mugikorrari dagokio. Iturria: Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieak, honako programa hauek finantzatuta: Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitzeko: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II") eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").

Eskualde mailan, datu klimatologikoez adierazten digute 1971-2016 aldiko urteko eguneko batez besteko prezipitazioak beherakada txiki bat izan duela kostaldeko eskualdean, eta jaitsiera hori soilik Urola Kosta eskualdean izan dela esanguratsua ( $p$  balioa  $< 0,05$ ). Eguneko batez besteko prezipitazioaren jaitsiera handiagoa da

udaberrian: Donostialdean, Urola Kostan eta Debabarrenean jaitsierak nabarmenak izan dira. Udazkenean, ordea, prezipitazioaren igoera orokorra ikusten da, batez ere Tolosaldea eta Urola Kosta eskualdeetan, baina hori ez da estatistikoki esanguratsua.

ESKUALDEA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
Bidasoa Beherea / Bajo Bidasoa	-0,06	-0,05	-0,21	0,02	0,14
Debabarrena / Bajo Deba	-0,13	-0,09	-0,38 <sup>+</sup>	-0,01	0,13
Debagoiena / Alto Deba	-0,05	0,07	-0,20	-0,02	0,06
Donostialdea / Donostia-San Sebastián	-0,07	-0,10	-0,30 <sup>+</sup>	-0,01	0,14
Goierri	0,09	0,12	-0,10	0,00	0,09
Tolosaldea / Tolosa	0,03	0,05	-0,18	-0,01	0,32
Urola-Kostaldea / Urola Costa	-0,12 <sup>+</sup>	-0,15	-0,35 <sup>+</sup>	-0,01	0,28
<b>GIPUZKOA</b>	<b>-0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>-0,23</b>	<b>-0,10</b>	<b>+0,14</b>

8. taula. Urteko eta urtaroko eguneko prezipitazioaren joera ( $\text{mm egun}^{-1}$  hamarkada<sup>-1</sup>) eskualde desberdinetarako 1971-2016 aldirian. + Estatistikoki esanguratsuak diren joerak adierazten ditu ( $p$  balioa  $< 0,05$ ). Iturria: Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieak, honako programa hauek finantzatuta: Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitzeko: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II") eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").



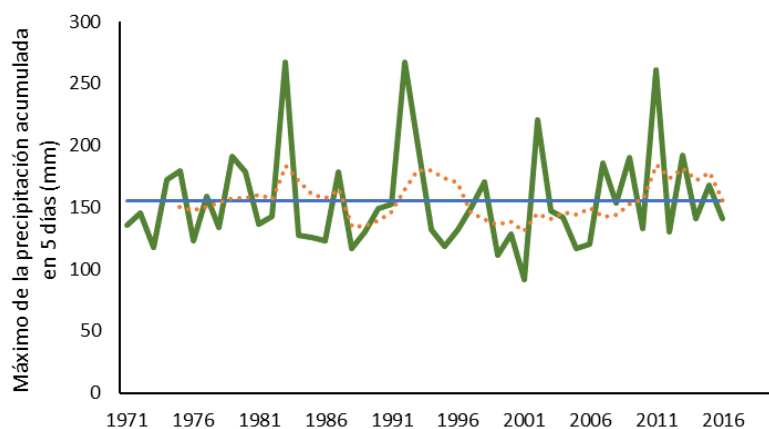
Ondoz ondoko egun lehorren kopuruari, prezipitazio oso handiko egunei ( $Pr \geq 20$  mm) eta egun oso hezeen kopuruari (r95p) dagokienez, 1971–2016 aldian ez da joera argirik ikusten. 5 egunetan metatutako prezipitazioaren urteko maximoan ere ez da aldaketa nabarmenik ikusten, Debagoieneko eskualdean izan ezik, bertan behera egin

baitute udan zehar. Estazio meteorologikoen datuen analisi taldekatuak goranzko joera estatistikoki esanguratsuak erakusten ditu egun oso hezeen kopuruan (r95p) eta muturreko hezetasuna duten egunen kopuruan (r99p) 1965–2021 aldian (Naturklima, 2023).

ESKUALDEA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
Bidasoa Beherea / Bajo Bidasoa	3,87	-0,29	-1,15	-1,36	2,38
Debabarrena / Bajo Deba	-0,83	2,09	-1,11	-1,43	0,33
Debagoiena / Alto Deba	2,86	3,93	-0,18	-2,55*	0,96
Donostialdea / Donostia-San Sebastián	-2,88	0,87	-1,41	0,11	2,51
Goierri	7,43	3,47	1,80	-0,65	1,65
Tolosaldea / Tolosa	0,93	3,03	-0,47	-0,78	1,07
Urola-Kostaldea / Urola Costa	-3,11	3,42	-0,90	-1,11	1,62
<b>GIPUZKOA</b>	<b>1,41</b>	<b>2,45</b>	<b>-0,26</b>	<b>-1,11</b>	<b>1,33</b>

9. taula. 5 egunetan metatutako prezipitazioaren maximoaren hamarkadako joera (egun/hamarkada) eskualde desberdinetarako 1971–2016 aldirako. + ikurrak adierazten du joerak estatistikoki esanguratsuak direla ( $p$  balioa  $< 0,05$ ). Iturria: Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieak, honako programa hauek finantzatuta: Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitze: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II") eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").

Egun hezeen kopuruak ( $Pr \geq 1$  mm) ere ez du joerarik erakusten lurralde osorako. Hala ere, oso adierazgarria da aldagai horrek Debabarrenean izan duen urteko beherakada, batez ere udaberrian zehar.



19. ird. 5 egunetan metatutako prezipitazio maximoaren bilakaera. Kurba laranja 5 urteko batezbesteko mugikorri dagokio. Lerro urdina aztertutako aldi osorako kalkulaturako batez besteko balioa da. Datuen iturria: Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieak, honako programa hauek finantzatuta: Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitze: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II") eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").

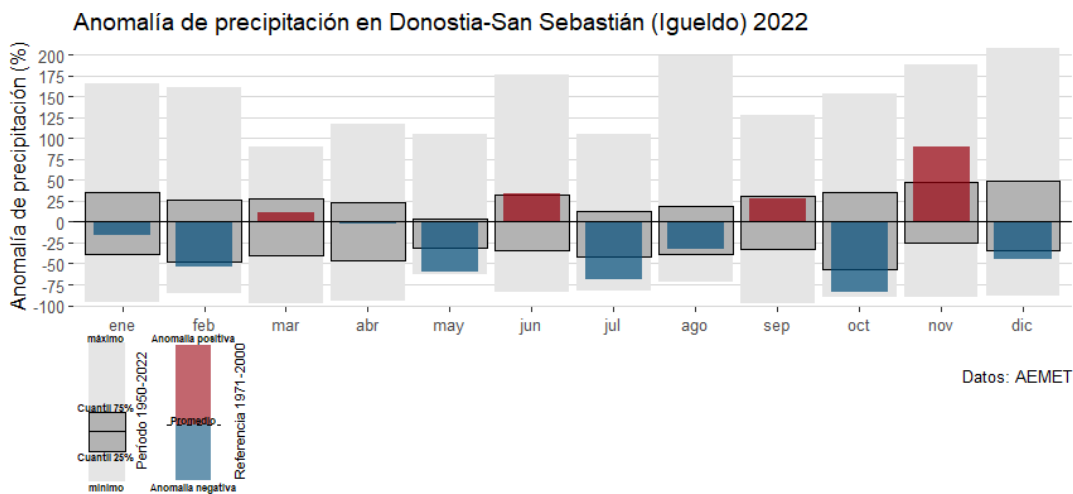
Azkenik, Debagoiengan eta Debabarrengan udaberriari izan ezik, ondoz ondoko egun lehorren hamarkadako kopuru maximoaren joeran ere ez da ikusten aldaketa estatistikoki esanguratsurik.

ESKUALDEA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
Bidasoa Beherea / Bajo Bidasoa	0,72	0,25	0,20	0,35	0,34
Debabarrena / Bajo Deba	0,57	0,10	0,59 <sup>+</sup>	0,44	-0,04
Debagoiena / Alto Deba	0,02	0,19	0,53 <sup>+</sup>	0,36	-0,26
Donostialdea / Donostia-San Sebastián	-0,46	-0,24	0,12	-0,05	-0,09
Goierri	-1,17	0,09	0,41	0,27	-0,15
Tolosaldea / Tolosa	-1,38	-0,09	0,02	-0,13	-0,30
Urola-Kostaldea / Urola Costa	0,11	0,18	0,38	0,47	0,09
<b>GIPUZKOA</b>	<b>-0,45</b>	<b>0,10</b>	<b>0,34</b>	<b>0,26</b>	<b>-0,10</b>

10. taula. Ondoaz ondoko egun lehorren hamarkadako kopuru maximoaren joera ( $Pr < 1 \text{ mm}$ ) (egun/hamarkada) eskualde bakoitzerako, 1971-2016 aldirako. <sup>+</sup> ikurrak adierazten du joerak estatistikoki esanguratsuak direla ( $p$  balioa  $< 0,05$ ). Iturria: Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieak, honako programa hauek finantzatuta: Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitzeko: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II") eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").

2022. urtea, oro har, lehorra izan zen lurralde osoan, eta batez besteko prezipitazioa erreferentzia-aldikoa baino  $-20\%$  txikiagoa izan zen, desberdintasun espazialak egon arren. Goierri oso urte lehorra izan zen bitartean, lurraldearen ekialdeko eremuan urteko prezipitazioa ohiko balioetatik hurbilago egon zen. Balio altuenak Gipuzkoako ipar-ekialdean erregistratu ziren, kostaldea barne, batez

ere Nafarroarekiko mugan (2.288,9 mm Eskasen eta 1.883,3 mm Añarben). Metatutako prezipitazio txikiak Goierri erregistratu ziren (Agauntza 702,9 mm, Estanda 714 mm). Lurraldeko urte lehorrenetako bat da, batez ere azken urte oso hezeen segidaren ondoren, baina badago urte are lehorragorik ere; 2006. urtea, esate baterako.



20. ird. 2022an Igeldoko estazioan (Donostia) metatutako prezipitazioaren anomalia (aldaketaren %, 1971-2000 aldiarekiko). Barnean hartzen dira anomalia-tarte maximoa-minimoa eta kuartil arteko tarte. Iturria: geuk egina, AEMETen datuetan oinarrituta.



la hilabete guztietan batezbestekoa baino prezipitazio txikiagoak erregistratu ziren, metatu esanguratsua dituzten prezipitazio iraunkorren egoerekin lotutako salbuespenen baten kasuan izan ezik. Baldintza defizitario horiek maitzean hasi ziren, eta udan eta udazkenean zehar jarraitu zuten.

Negua, oro har, hezea izan zen 1981–2010 erreferentzia-aldiarekiko, prezipitazio iraunkorren bi gertakari markatu zutenarekiko. Urtarrila, oro har, hilabete lehorra izan zen itsasertzean, eta hezeagoa lurraldeko ipar-ekialdeko zona menditsuan, espero zitekeena baino euri-egun gutxiagorekin. Otsailean, egun bakar batean ere ez zen oso kantitate handirik metatu ( $\geq 30$  mm), eta oso hilabete lehorra izan zen 1981–2010 erreferentzia-aldiarekin alderatuta. Adibidez, Igeldon ohikoa den kantitatearen erdia baino gutxiago erregistratu zen (20. ird.).

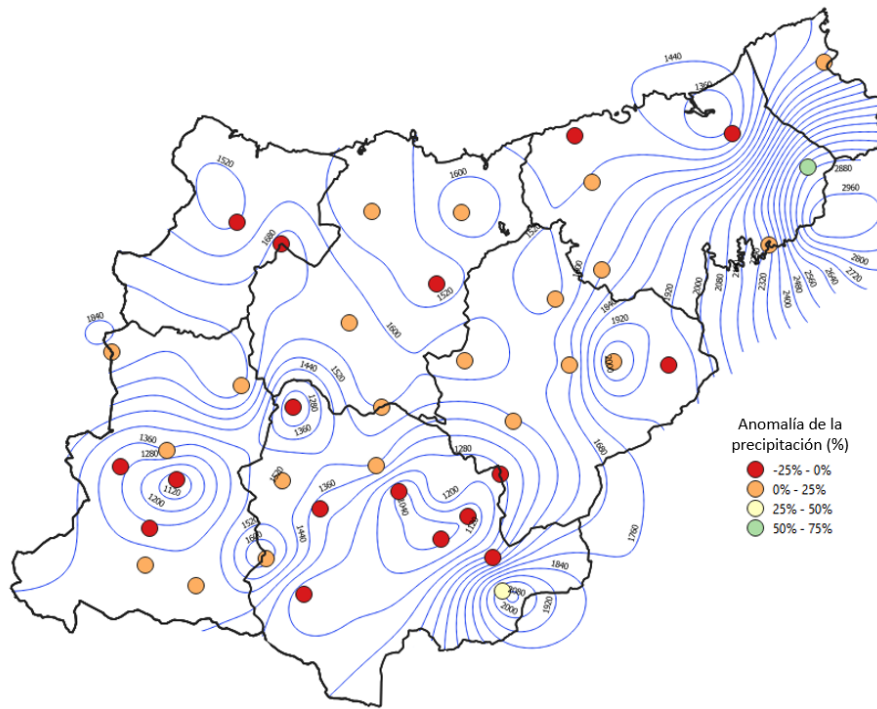
Udaberria, 2021eko joerarekin jarraituz, lehorra izan zen, eta oso lehorra Goierriko eskualdean, 1981–2010 aldi normalarekin alderatuta. Izaera lehor hori izan arren, 2022ko prezipitazio-tasak 2021eko udaberrian (oso lehor gisa kalifikatu zenean) erregistratutakoak baino handiagoak izan ziren: 403,2 mm (+% 143,3 2021eko aldi berarekin alderatuta) eta 250,7 mm (+% 54,0 aurreko urtearekin alderatuta) erregistratu ziren Lasarteko eta Arrasateko erreferentziako estazioetan, hurrenez hurren. Martxo eta apirila normalak izan ziren –hezeak ere bai– lurraldeko zenbait eremutan, hala nola itsasertzean eta ipar-ekialdean, eta lehorra Goierri; hala ere, maitza lehorrenetako bat izan zen joan den mendearen erdialdeaz geroztik (1987az geroztik Donostian), eta prezipitazioak ohi baino % 50 gutxiago izan ziren.

Udaberri-amaiera oso lehor baten ondoren, uda lehorra izan zen osoa, itsasertzeko eskualdeetan izan ezik, horietan balio normalak izateko joera izan baitzen 1981–2010 erreferentzia-aldiarekiko. Ohiko joerari jarraituz, prezipitazio metatu handienak Gipuzkoako ipar-ekialdean kontzentratu

ziren, bai Nafarroarekin muga egiten zuten mendietan, bai ekialdeko itsasertzean. Ekaina hezea izan zen itsasertzeko eskualdeetan, eta lehorragoa barnealdean. Uztaila oso lehorra izan zen 1981–2010 aldiarekin alderatuta, eta Igeldon ohikoa den prezipitazioa baino ia % 75 gutxiago erregistratu zen. Baldintza horiek mantendu egin ziren abuztuan, baina Donostialdea eta Bidasoa Beherea salbuespen izan ziren, bi eskualde horietan hezea izan baitzen 1981–2010 epe normalarekiko. Garrantzitsua da azpimarratzea ekainean muturreko prezipitazio-gertakariak gertatu zirela Nafarroatik ekaitza sartzearen ondorioz; gertakari horien intentsitatea puntualki oso handia izan zen Gipuzkoako mendebaldean. Prezipitazio horietako batzuk XXI. mendeko ekaineko erregistro altuenak dira Oriako arroan kokatutako estazio batzuetan. Muturreko prezipitazio-gertakari horiek izan ezik, euri-egunen kopurua ( $\geq 1$  mm) urteko sasoi horretan espero zena baino txikiagoa izan zen lurralde osoan, bereziki barnealdeko eskualdeetan.

2022ko udazkena oso desberdina izan zen lurraldearen itsasertzean eta barnealdean, batetik irailean eta azaroan bereziki itsasertzean behatutako anomalia positiboaren ondorioz, eta, bestetik, urri bereziki lehorren ondorioz. Estazio batzuetan, mende honetako urri guztien artean lehorrena izan zen urria, euri-egun oso gutxiarekin; Donostian, adibidez, 4 euri-egun baino ez ziren izan.

Azken urte hidrologiko osoa gogoan hartuta (2021eko urriaren 1etik 2022ko irailaren 30era), urtea normala izan zen prezipitazioei dagokienez lurraldeko puntu askotan, eta hezea bereziki itsasertzean. Urteko prezipitazio metatua 1981–2010 erreferentzia-aldiko batez besteko balioa baino % 2,3 handiagoa izan zen. Balio altuenak Nafarroarekin mugakidea den ipar-ekialdeko mendi-eremuan erregistratu ziren (Eskasen 2.2907 mm, Añarben 2.159 mm eta Ameraunen 1.842 mm), eta, ondoren, lurraldearen ekialdeko itsasertzean. Honako mende honi dagokionez, balio horiek tarteko posizioan daude, 2021, 2017, 2013 eta 2008ko urte hezeenetatik urrun.



21. ird. 2021/2022 urte hidrologikoko isohieten eta anomalien mapa (aldaketaren %, 1981-2010 aldiarekiko) Gipuzkoako Lurralde Historikoko erreferentziako estazio meteorologikoetan. Iturria: geuk egina, GFaren OHZNren datuetatik abiatuta.

Ebapotranspirazioak goranzko joera ez-esanguratsua erakusten du Gipuzkoan 1971-2016 aldirako. Hala ere, joera hori ez da uniformea lurralde osoan. Debagoienak, Goierri eta Tolosaldeak hazkunde estatistikoki esanguratsua

erakusten dute aztertutako serie klimatologikoan. Bidasoa Beherean eta Donostialdean, aldiz, beheranzko joerak izan dira, baina ez oso esanguratsuak.

ALDIA	GIPUZKOA	BIDASOA BEHEREA	DEBABARRENA	DEBAGOIENA	DONOSTIALDEA	GOIERRI	TOLOSALDEA	UROLA KOSTA
1971-1980	2,26 ± 0,07	2,30 ± 0,06	2,40 ± 0,06	2,26 ± 0,08	2,14 ± 0,08	2,23 ± 0,08	2,14 ± 0,08	2,23 ± 0,07
1981-1990	2,29 ± 0,09	2,44 ± 0,08	2,40 ± 0,06	2,27 ± 0,10	2,21 ± 0,07	2,24 ± 0,10	2,21 ± 0,07	2,24 ± 0,11
1991-2000	2,23 ± 0,07	2,37 ± 0,09	2,30 ± 0,06	2,20 ± 0,07	2,11 ± 0,09	2,22 ± 0,07	2,11 ± 0,09	2,13 ± 0,08
2001-2010	2,29 ± 0,07	2,29 ± 0,12	2,37 ± 0,06	2,28 ± 0,07	2,26 ± 0,07	2,27 ± 0,08	2,26 ± 0,07	2,24 ± 0,07
2011-2016	2,35 ± 0,06	2,29 ± 0,07	2,43 ± 0,06	2,37 ± 0,07	2,35 ± 0,07	2,35 ± 0,08	2,35 ± 0,07	2,36 ± 0,08
1971-2016 aldiko joera (mm hamarkada <sup>-1</sup> )	0,02	-0,02	0,00	0,02*	-0,01	0,02*	0,04*	0,02

11. taula. Erreferentziako ebapotranspirazioaren batezbestekoa (mm urte<sup>-1</sup>) eta urteko joera eskualde desberdinetarako, 1971-2016 aldian. + Estatistikoki esanguratsuak diren joerak adierazten ditu (p balioa <0.05). Datuen iturria: Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Iñobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieak, honako programa hauek finantzatuta: Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitzeko: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II" eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").



### 3.3. ITSASOKO TENPERATURA

**B**izkaiko golkoan eta Gipuzkoako kostaldean, itsasoa berotzen hasi dela nabaritzen da 1980ko hamarkadatik aurrera. Zehazki, behatutako berotze-tasak  $0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tik  $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra bitartekoak dira, kokapenaren eta sakoneraren arabera. Tasarik altuenak gainazaleko tenperaturari dagozkio, 0–100 m-ko zutabearekin alderatuta, eta golkoaren ekialdeko zatian.

Donostiako Aquariumeko itsasoaren gainazaleko tenperaturaren serie historikoak aukera ematen du aldagai horrek 1946–2021 aldian izandako bilakaera aztertzeke. Bi aldi desberdin ikusten dira, joera desberdinekin: lehenengo

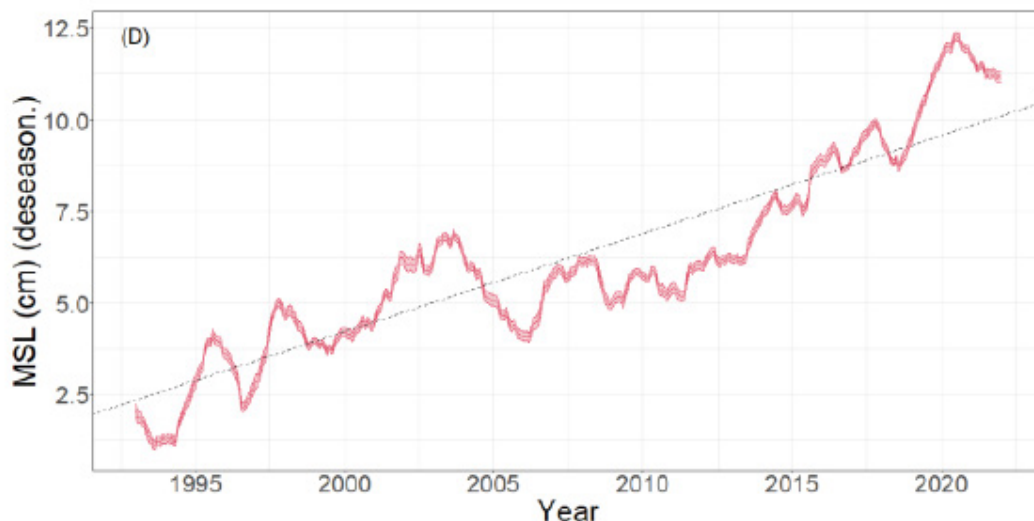
aldiak, 1946tik 1980ra bitartekoak, beheranzko joera du ( $-0,19 \pm 0,06\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup>), eta 1980tik 2021era bitarteko aldi berriagoak goranzko joera du,  $0,24 \pm 0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup>-koa. Bizkaiko golkoaren eskalan, 1981–2020 aldirako satelite-datuek ere goranzko joera esanguratsua erakusten dute,  $0,19 \pm 0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup>-ko tasarekin.

Pasaiaiko kostaldearen parean dagoen neurketa-estazio batean 1986–2021 aldian ur-zutabearen lehen 100 metroetan erregistratutako tenperaturaren analisia goranzko joera esanguratsua adierazten du,  $0,137 \pm 0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup> tasarekin.

### 3.4. ITSAS MAILA

**G**ure kostaldeko itsasoaren batez besteko mailaren bilakaera aztertzeke, Bizkaiko golkoko kostaldean instalatutako 6 mareografoetatik datozen in situ erregistroak erabili dira; zehazki, horiek martxan jarri zirenetik 2021era

arteko denbora-serieak aztertu dira. Era berean, Bizkaiko golkoko itsasoaren batez besteko maila ere aztertu da, 1993–2021 aldiko satelite-datuaren bidez.



22. ir. Bizkaiko golkoko itsas mailaren denbora-seriea, satelite-datuetatik lortua.

Bildutako datuek adierazten dute itsasoaren batez besteko maila nabarmen igotzen ari dela mareografo guztietan, Gijóngo mareografoan izan ezik, horren joera estatistikoki esanguratsua izatetik gertu egonik. Serie esanguratsuetarako igoera-tasak  $1,28 \pm 0,05$  cm hamarkada<sup>-1</sup> (Brest, 1846–2021) eta  $3,72 \pm 0,59$  cm hamarkada<sup>-1</sup> (Coruña, 1992–2021) artekoak dira. Eskala globalean gertatzen den bezala, igoera-tasa ere bizkortzen ari da Bizkaiko golkoan 90eko hamarkadaz geroztik. Horrela, Brest-eko (Frantzia)

mareografoari dagokion serie historiko luzeena aztertzean ikusten da 1992tik 2021era bitarteko igoera-tasak ( $2,99 \pm 0,44$  cm hamarkada<sup>-1</sup>) 1846–2021 seriearen aldi osoari dagokionaren ( $1,28 \pm 0,05$  cm hamarkada<sup>-1</sup>) bikoitzaren balioa gainditzen duela. Satellite bidezko sentsoreekin lortutako itsasoaren batez besteko mailaren datuek (1993–2021) adierazten dute Bizkaiko golko batez besteko itsas maila  $2,68 \pm 0,36$  cm hamarkada<sup>-1</sup>-ko tasan igotzen ari dela (p balioa  $<0,0001$ ).

DESKRIBAPENA	ESTAZIOA/EREMUA	Aldia	Joera (cm hamarkada <sup>-1</sup> )
IBBM VIGO2	Vigo2	1993–2021	$1,87 \pm 0,51^+$
IBBM GIJÓN2	Gijón2	1995–2021	$0,99 \pm 0,55$
IBBM SANTANDER2	Santander2	1992–2021	$2,11 \pm 0,33^+$
IBBM CORUÑA2	Coruña2	1992–2021	$3,72 \pm 0,59^+$
IBBM CORUÑA2	Coruña	1943–2021	$1,92 \pm 0,19^+$
IBBM BILBO2	Bilbo3	1992–2021	$3,12 \pm 0,32^+$
IBBM PASAIA	Pasaia	2007–2020	$4,89 \pm 0,87^+$
IBBM BREST	Brest	1992–2021	$2,99 \pm 0,44^+$
IBBM BREST	Brest	1846–2021	$1,28 \pm 0,05^+$
IBBM SATELITEA	Bizkaiko golkoa	1993–2021	$2,68 \pm 0,36^+$

**12. taula.** Itsas mailaren joera Bizkaiko golko mareografoetan eta satellite bidez neurtutakoa. + ikurrak adierazten du joerak estatistikoki esanguratsua direla (p balioa  $<0,05$ ).

Gipuzkoako kostaldean eta Bizkaiko golko itsasoan detektatutako igoera bat dator maila globaleko igoerarekin. Serieen analisiak berresten du itsas mailaren igoera

bizkortzen ari dela eskualde honetan azken hiru hamarkadetan, aldi luzeagoak aztertzen dituzten ikerketen emaitzekin bat etorritik (Dangendorf et al., 2019).





### 3.5. ITSASOKO PH-A

---

**G**ipuzkoako itsasertzean itsasoaren pH-aren bilakaera aztertzeko, 'EAEko tarteko uren eta kostaldeko uren egoera ekologikoaren jarraipen-sarea' proiektuan lortutako erregistro puntualen denbora-serieak erabili dira.

Kostaldetik 10 km-ra plataforma kontinentalean eta 110 m-ko sakonerako hondoetan kokatutako itsasertzeko estazioen analisiak erakusten du itsasoko uraren pH-aren jai-tsiera-tasa  $0,123 \pm 0,002$  pH-unitate ingurukoa dela aztertutako estazio bakoitzean hamarkada bakoitzeko. Bizkaiko

golkoaren hego-ekialdean, tasa hori zertxobait handiagoa da beste hauen berrikuspen bibliografikotik abiatuta behatutakoak baino: ozeano globala ( $-0,02$  hamarkada<sup>-1</sup>), ozeano Atlantikoa ( $-0,013$  hamarkada<sup>-1</sup>) eta Bizkaiko golkoaren mendebaldeko kostaldea ( $-0,016$  unitate hamarkada<sup>-1</sup>). Emaitza horrek adierazten du Gipuzkoako kostaldean ikusitako azidotze-prozesua ozeano globalaren azidotze-prozesuari lotuta egon daitekeela; edonola ere, beharrezkoa da ur-zutabeen zehar pH-aren aldakuntzari buruzko ikerketa- eta analisi-lanak egiten jarraitzea.



/G

Klima-aldaketaren inpaktua  
eta harekiko kalteberatasuna  
**Gipuzkoan: txostena**

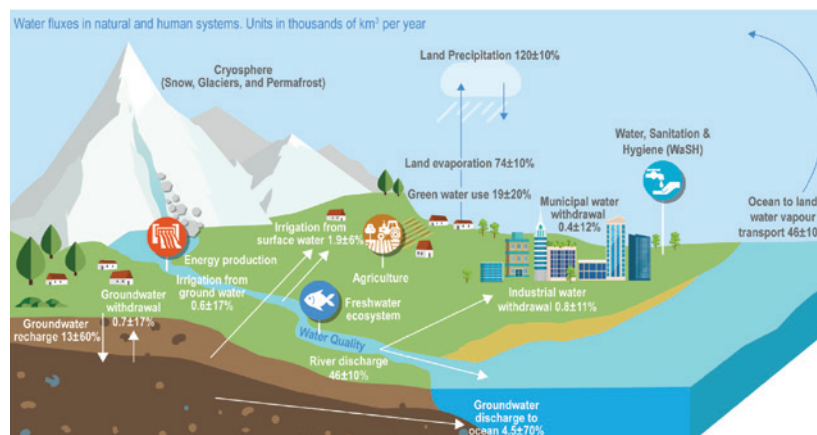
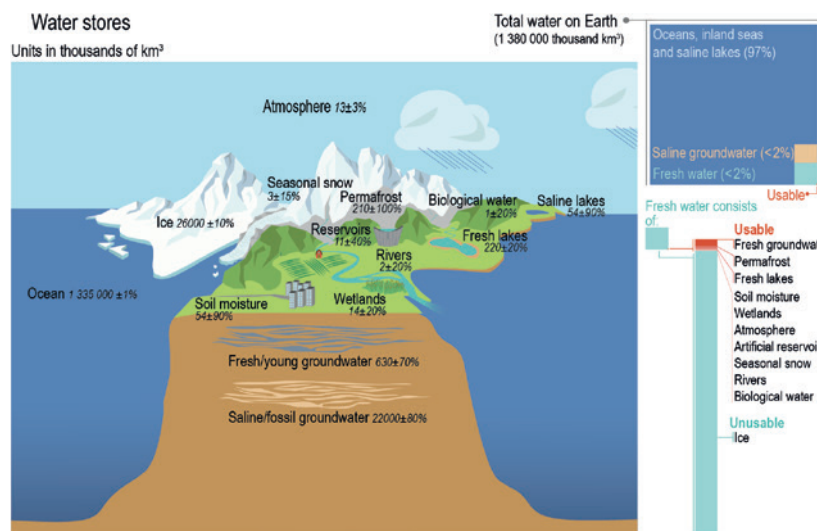


# Klima-aldaketak Gipuzkoako baliabide hidrikoetan duen eraginaren azterketa

# 1. SARRERA

Ura funtsezkoa da Lurreko bizitzarako. Ur geza funtsezko baliabidea da, bai ekosistemetarako, bai giza jarduerara ia guztietarako, barnean hartuz nekazaritzako ureztatzea, industria-prozesuak eta herritarren hornidura segurua (ur gezaren behar adina kantitate eta hura kalitate egokikoa izatea behar dute halakoek). Klima, ingurumen-sektoreak eta sektore sozioekonomiko guztiak elkarrekin konektatzen dituen baliabidea da, eta, beraz, horietako edozein aldatzeak gainerako sistemetan elkarren segidako efektuak eragin ditzake. Hala, jakina da klima-aldaketak uraren bitartez eragingo diela gehien ekosistemei eta sistema sozioekonomikoei (MME, 2021).

Lurraren % 71 urez estalita dago, baina zati txiki bat bakarrik da ur erabilgarria. Zehazki, kalkulatzen da % 2,5ek soilik duela ur gezaren forma; ozeanoak dira ur-gordailu nagusia. Gainera, ur gezaren zati horretatik % 4 baino ez dago erraz eskuratzeko moduan eta eskuragarri ekosistemen funtzionamendurako eta eskaera sozioekonomikoei erantzuteko (Abbott et al., 2019). Kantitate txiki hori gora-behera, ziklo hidrolotikokoaren birzirkulazio-tasa eta uraren eskuragarritasuna teoriarik nahikoa dira premia horiei erantzuteko, baina alde nabarmenak daude bai maila geografikoan bai urtarokoen mailan.



1. ird. (goian) Ur-erreserbak. Iturria: IPCC (2021). (behan.) Ziklo hidrolotikoa, esku-hartze antropikoak barne. Iturria: Caretta et al. (2022).

Ziklo hidrológicoa klima-sistemaren osagai guztiekien lotuta dago: ozeanoa, atmosfera, hidrosfera, kriosfera eta biosfera. Klima-aldaketaren ondorioz –sistema horiei guztiei eragiten dienez–, ziklo hidrológicoaren eskala handiko osagai guztiak ere aldatu dira azken hamarkadetan (Douvillie et al., 2021). Ziklo hidrológicoaren aldaketa horiek honelako bidez gertatu dira zuzenean: prezipitazioaren ezaugarrien eta intentsitatearen aldakuntzak; ebapotranspirazioa; lurzorua hezetasuna; akuiferoen birkarga; jariatzea; muturreko klima-fenomenoak (uholdeak eta lehorteak); eta uraren kalitatea. Zeharka, aitzitik, arro hidrografikoetako aldaketa zabalagoen bidez gertatu dira (adibidez, lur-estalkiaren aldaketak).

Proiektzioek, klima-ereduen erabilera oinarrituta, ziklo hidrológicoaren areagotzea adierazten dute berotze globalaren maila handiagoetarako, haren aldakortasuna eta muturreko fenomenoak barne, eta, horrekin batera, urari lotutako arriskuak handitzea (IPCC, 2021). Hego Europaren eta Kantauriko itsasertzaren kasuan, proiektzioek –hain aldakortasun handia gorabehera– aurreikusten dute prezipitazioa, jariatzea eta uraren erabilgarritasuna murriztea, bai eta muturreko prezipitazioak handitzea, lehorteak areagotzea eta uraren kalitate-parametroei eragitea ere. Aldaketa horiek eragina dute, beraz, eskuragarri dauden baliabide hidrikoen kantitatean eta kalitatean, eta,aldi berean, elkarren segidako zenbait efektu sortuko dituzte uraren mende dauden sistema ekologiko eta sektore sozioekonomiko guztietan, eta ondorioak izango dituzte alderdi ugarietan: nekazaritzan eta abeltzaintzan, hiri-horniduran eta ekoizpen hidroeletrikoan, prozesu ekologikoetan, sistema urtarrei lotutako espezie eta habitatetan...

Klima-aldaketaren ondorioz baliabide hidrikoen erabilgarritasunean gertatuko den murrizketa askotan lotuta egongo da tenperaturaren igoerarekin, eta baita beste faktore sozioekonomiko batzuekin ere (adibidez, biztanleriaren hazkundera, hazkunde ekonomiko edo aldaketa teknologikoak). Horrek, beraz, baliabide hidrikoen erabilgarritasuna murriztu eta defizit-egoerak eragin ditzake erabilera desberdinen eskariei aurre egiteko; hau da, ur-eskasia ekar dezake. Zenbait modelizazio-azterketaren arabera, berotze globalaren gradu bakoitzeko, munduko biztanleriaren % 7 inguruk gutxienez jasango du baliabide hidriko berriztagarrien % 20ko jaitziera (Döll, 2009; Schewe et al., 2014). Horrekin guztiarekin, klima-aldaketaren ondoriozko ur-eskasia areagotu egingo da, baina baita faktore demografiko eta sozioekonomikoen ondoriozkoa ere (Gossling & Arnell, 2013). Europari dagokionez, kalkulatu da lurraldearen % 20k –biztanleriaren % 30ek– ur-eskasia jasaten duela urtero batez beste. Aurreikusten da egoera hori kontinentearen hegoaldean larriagotzea eta iparralderantz hedatzea klima-aldaketaren agertoki desberdinetan (EEA, 2018; 2021; Toreti et al., 2022).

Temperaturaren igoerak eta uraren zikloaren aldaketek, klima-aldaketaren eraginez, uraren ezaugarri fisikoak eta kimikoak alda ditzakete, uraren kalitatean –eta, beraz, ur gezako ekosistemetan– eraginez. Horrek guztiak eragina izango du espezie eta ekosistema urtarretan, eta aldaketa garrantzitsuak sortuko ditu; esate baterako, ur hotzetako espezieen hesi termalaren desplazamendua; efektuak espezieen bizi-zikloan erregimen hidrológicoan izandako aldaketan ondorioz; oxigeno disolbatuaren edukia murriztea tenperaturaren igoeraren ondorioz; uretako kutsatzaileen kontzentrazioa handitzea ekarpen naturalak murriztearen ondorioz; eutrofizazioa handitzea kutsatzaileen kontzentrazioaren eta tenperaturaren igoeraren ondorioz; habitaten desplazamendua; afekzioa ibaiertzeko landaredian; eta abar. Aurreikusten da ekosistemetarako arrisku horiek handitzea klima-aldaketak aurrera egin ahala eta ur gezako biodibertsitatea proportzionalki murriztea berotzearen igoerarekin baldin eta 1,5 °C-ko berotze-maila globala gainditzen bada.

Laburbilduz: klima-aldaketak inpaktua du uraren zikloaren alderdi guztietan, ekonomiaren eta ekosistemen sektore guztietan eragiten du, eta aurreikusten da arriskua berotze globalaren gradu bakoitzarekin areagotzea.

Baliabide hidrikoen eta ur gezako baliabideen arteko harremana lehen mailako kezka da, eta baliabidearen kudeaketa jasangarrirako erronka. Horrela, egokitzapen-estrategia desberdinek –hala nola Klima Aldaketara Egokitzeko Europako Estrategiak edo Klima Aldaketara Egokitzeko Plan Nazionalak 2021–2030 (PNACC)– ekin-tza-lerro zehatzak ezartzen dituzte uraren eta baliabide hidrikoen egokitzapenerako eta kudeaketa jasangarrirako. Europa mailan, Uraren Esparru Zuzentzarauak (EP, 2000), urak babestea eta uren jasangarritasuna bermatzea helburu duenak, sistema horiek klima-aldaketaren efektuen aurrean duten kalteberatasuna murrizten ere laguntzen du, termino kuantitatibo nahiz kualitatiboetan. 2022–2027 aldirako egindako arroko azken Plan Hidrológicoek, halaber, klima-aldaketari lotutako arriskuen analisia jaso dute, 2039rako denbora-tartearekin, bai eta egokitzeko neurrien proposamena ere.

Gipuzkoako lurraldeak lotura estua du urarekin. Hirigune nagusiak eta jarduera ekonomikoak ibaiei eta ur gezari lotuta daude. Lurraldean, oro har, ura baliabide ugarietat jotzen da, urtean zehar prezipitazio-egun asko daudelako, eta arrisku handiena uholde-gertakarien ondoriozkoa dela ikusten da, lehorte-gertakari batzuk izan arren. Aurreko urte oso hezeen ibilbidea hautsiz, 2019ko amaieraz geroztik prezipitazioak murriztu egin dira; bereziki lehorra izan da azken uda-udazkena lurraldeko eskualde askotan. Horrela, lurraldeko prezipitazioaren eta lehortearen aldakortasun handiagoa ohiko hizpide bihurtu da.

Baliabide horrek lurralderako duen garrantzia eta klima-aldaketaren inpaktuari buruzko kezka Gipuzkoa Klima 2050 Estrategian islatu dira. Estrategiak lehorteek horniduraren segurtasunean duten inpaktua ezartzen du, klima-aldaketari lotutako arrisku garrantzitsuenetako bat baita eta horretara behar bezala egokitu behar baita. Era berean, lurraldeko natura-baliabideak –ura barne– babesteko premia adierazten du, biodibertsitatea zainduz eta jarduera sozioekonomikoei eutsiz. Estrategiaren hainbat jomugak eta ekintzak helburu horri laguntzen diote: “Klima-aldaketak lurraldean dituen inpaktuen monitorizazioa eta jarraipena”; “Arriskuen kartografia, modelizazioa eta monitorizazioa eguneratzea eta hobetzea”; eta “Ur-hornidura bermatzea eta azpiegitura hidraulikoak klima-aldaketara egokitzea”. Ekintza eta jomuga horien eta strategiaren beraren azken helburua da lurraldeak klima-aldaketarekiko duen erresilientzia egokitzea eta handitzea; horretarako, funtsezkoa izango da ur geza modu jasangarrian eskuragarri egongo dela bermatzea.

II. blokearen (*‘Klima-aldaketak Gipuzkoako baliabide hidrikoetan dituen efektuen analisia’*) helburua da klima-aldaketak Gipuzkoako baliabide hidrikoetan eragindako efektuen ondoriozko inpaktuen eta arrisku ekologiko eta sozial potentzialen ezagutzari buruzko ikuspegi eguneratua ematea. Ezagutza horrek aukera emango du

klima-mehatxuen aurrean egokitzeko eta haiekiko erresilienteagoak izateko. Horretarako, lehenik eta behin, arroen ezaugarri nagusiak deskribatu dira. Bigarrenik, aldagai hidrometeorologikoetan behatutako joerak aztertu dira, hainbat iturritako datuen bilketan (OHZN-GFA, URA, Iho-be, etab.) eta horien tratamendu estatistikoan oinarrituta. Joera horiek eskala handiagoko azterketetan behatutako joeren testuinguruan jarri dira, eta aurretiazko azterketekin alderatu dira. Ondoren, 4. kapituluan, klima-aldaketak baliabide hidrikoetan dituen inpaktu nagusiak aztertu dira, honako hauek kontuan hartuta: prezipitazioa, ebapotranspirazioa, lurzoruko hezetasuna, jariatzea, akuiferoen birkarga eta muturreko klima-gertakariak. Eskualdeko proiektzio-multzo baten emaitzak aztertu dira RCP4.5 eta RCP8.5 isurien agertokietarako 1961–2000 kontrol-aldirako eta 2011–2040, 2041–2070 eta 2071–2100 denbora-tarteetarako. Era berean, 5. kapituluan uraren kalitatea adierazten duten parametroetan behatutako joerak aztertu dira, bai eta klima-aldaketak ekosistema urtarretan eragin ditzakeen etorkizuneko arriskuak ere. Azkenik, 6. eta 7. kapituluetan, egungo eta epe laburreko eskaria eta ur-eskasia izateko arriskua aztertu dira, klima-aldaketaren agertoki desberdinetan, baliabide hidrikoen murriztearen ondorioz. Txostenaren amaieran, egindako analisen ondorio nagusiak jaso dira.

## 2. GIPUZKOAKO ARRO HIDROGRAFIKOAK

Ur-baliabideen plangintza eta kudeaketa arro hidrografikoen mailan egiten dira. Klima-aldaketaren inpaktuak espazio-eskala horretan ere aztertzen ari dira. Uraren Esparru Zuzentarauak 'arro hidrografikoa' honela definitzen du: lur-azalera bat, gainazaleko jariatze-ur guztiak zenbait ur-lasterren eta ibairen bitartez bokal edo estuario bakar batera, eta hartatik itsasora, isurtzen dituen.

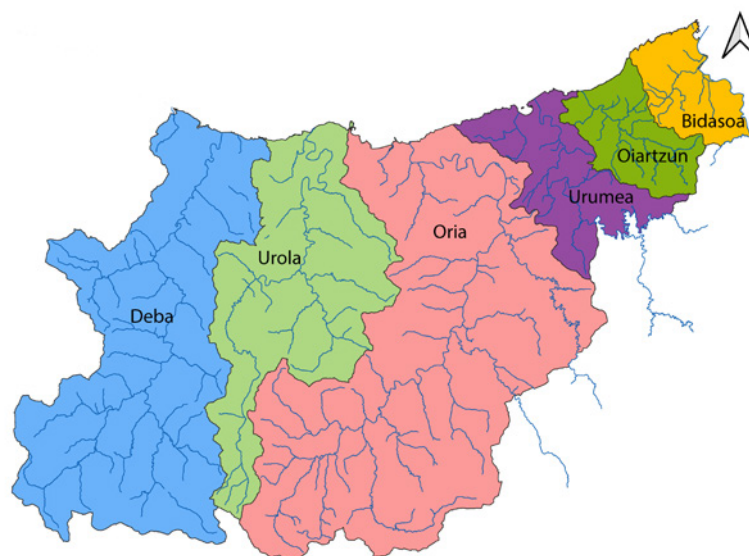
Atal honetan, Gipuzkoako arroak deskribatzen dira. Karakterizazio fisikoa eta klimatikoa egiten dira. Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022–2027n dago arro hidrografikoen ezaugarri fisiko nagusien eta batez besteko klima-erregimenaren deskribapen xehatua. Plan hori Kantauri Ekialdeko demarkazio

hidrografikoaren Espainiako zatiari buruzkoa da, eta plangintza egiteko bi eskumen-eremu hartzen ditu barnean: Euskal Autonomia Erkidegoko barne-arroak, EAE-ren eskumenekoak direnak Uraren Euskal Agentziaren bidez, eta Kantauriko isurialdeko eskualde arteko arroak, Estatuko Administrazio Orokorraren eskumenekoak direnak, Kantauriko Konferentzia Hidrografikoaren bidez. Jarraian, Gipuzkoan garatzen diren sei arro hidrografikoen ezaugarri nagusiak deskribatzen dira. Urolako eta Oiartzungo arroak lurralde historikokoak dira oso-osorik, eta Deba, Oria, Urumea eta Bidasoko arroak EAEko, Nafarroako Foru Komunitateko eta Frantziako beste lurralde batzuetan hedatzen dira.

### 2.1. ESPARRU GEOGRAFIKOA

Lurraldearen erliebe menditsu eta malkartsuak eta Kantauri itsasoarekiko gertutasunak sare hidrografikoaren eraketa baldintzatu dute, eta, horren ondorioz, 6 ibai-arro independente garatu dira. Oro har, haran horiek luzera txikikoak dira, motzak, sakonak, ahokatuak eta malda handikoak –beheko ibilguetan izan ezik-, paralelo

edo ez hain paralelo kokatzen dira, ipar-hego norabide nagusiak izaten dituzte eta malda handiko ibilbideak izaten dituzte ibilgu laburretan ere. Garapen txikia izan arren, ibaiak nahiko emari handikoak dira, urteko batez besteko emariari dagokionez, prezipitazio ugarien ondorioz.



2.1. ird. Gipuzkoako Lurralde Historikoko arroak eta ibilgu nagusiak. Datuen iturria: GeoEuskadi.

Sistema	Azalera (km <sup>2</sup> )	Luzera (km)	Akuifero nagusiak
<b>BIDASOA</b>	700,0	69,0	Jaizkibel
			Oiartzun
			Aiako Harria
			Mazizo paleozoikoak
			Basaburua-Ultzama
<b>OIARTZUN</b>	85,3	16,6	Jaizkibel
<b>URUMEA</b>	279,0	59,4	-
<b>ORIA</b>	882,5	82,7	Aralar
			Elduain
			Ernio
			Albiztur
<b>UROLA</b>	337,5	63,5	Izarraitz
			Gatzume
			Albiztur
<b>DEBA</b>	533,8	62,4	Izarraitz
			Aizkorri
			Aramotz

2.1. taula. Ibai-arroen ezaugarriak. Iturria: Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022–2027 (URA, 2022).

Debako arroa Gipuzkoako Lurralde Historikoko arrorik mendebaldekoena da. 533,8 km<sup>2</sup>-ko azalera du; ekialdean muga du Urolako haranarekin, mendebaldean Artibai eta Ibaizabal ibaien haranekin (Bizkaia) eta hegoaldean Zadorra ibaiaren haranarekin (Araba). EAEn zehar hedatzen da oso-osorik, eta zatirik handiena Gipuzkoakoa da. Ibilgu nagusiaren luzera 60 km ingurukoa da. Deba ibaia Leintz Gatzagako erreka ostean sortzen da, eta Arrasate-tik ibaian behera Oñati ibaiaren ekarpenak jasotzen ditu, San Prudentzian. Bergaran eta Sorluzen barrena jarraitzen du bere ibilbidea; Elgetatik jaisten diren Angiozar eta Ubera ibaien ekarpenak jasotzen ditu, eta Maltzagan Ego ibai degradatuak bat egiten du harekin. Puntu horretatik aurrera, ibaiak Elgoibarren eta Mendaron zehar jarraitzen du Debaraino, eta bertan itsasoratzen da.

Urolako arroa (337,5 km<sup>2</sup>-ko azalera) lurraldearen erdigunean kokatzen da; mendebaldean muga du Debako arroarekin eta ekialdean Oriakoarekin, eta Gipuzkoako Lurralde Historikokoan dago oso-osorik. Urola ibaia hego-ipar

ardatz batean zehar igarotzen da, hegoaldean Aizkorri Mendilerroarekin duen mugatik Zumaiako bokaleraino. Urolaren goi-ibilgua, estutasuna eta kota altuak ezaugarri dituena, Urretxura arte luzatzen da. Tarteko ibilgua Urretxutik Aizarnazabalera doa, eta hortik bokalera arte zabalitzen da estuario-tartea. Azpeitian, Urolari Errezil eta Ibaierder ibaiak batzen zaizkio.

Oriako arroa –mendebaldean Urolako arroarekin muga duena, hegoaldean Arabako LHrekin eta ekialdean Urumea arroarekin eta Nafarroako Foru Komunitatearekin– Gipuzkoako Lurralde Historikoko arrorik zabalena da, 882,5 km<sup>2</sup>-rekin. Ibilgu nagusiaren luzera 74 km ingurukoa da, eta ibaiadar handiak ere baditu, 10 km-tik gorako luzera izan dezaketenak. Goi-ibilguan Aizkorriren ekialdeko sektorea zeharkatzen du; ibaian behera Zumarraga-Beasain gurutzatzen du, eta bertan Estanda ibaiaren ekarpenak jasotzen ditu. Tolosan ibaiadar garrantzitsu batzuk elkartzen zaizkio –Araxes, Albiztur eta Berastegi–, eta Andoainen Leitxaran, ibaiaren ibilguko azken tarteari



bolumen-ekarpen garrantzitsua egiten diona. Lasarten, mendebalderantz bira egiten du bat-batean, eta Usurbil ingurutik aurrera urek pixkanaka egiten dute aurrera, meandro zabaletan barrena, Orion itsasoratu arte.

Urumeako arroa –mendebaldean Oriako arroarekin eta ekialdean Oiartzungo arroekin muga duena– Gipuzkoako Lurralde Historikoan eta Nafarroako Foru Komunitatearen zati batean zehar hedatzen da. Ubide nagusia 40 km luze da, eta behealdeko 32 km-ak, Añarbeko presatik Donostiako bokaleraino doazenak, Gipuzkoako zatiari dagozkie.

Oiartzungo arroa, 85,27 km<sup>2</sup>-ko azalera duena, Gipuzkoatik igarotzen diren ibaien ibai-arrorik txikiena da. Urumeako arroak mugatzen du mendebaldean, eta Bidasoako arroak ekialdean. Ibaiaren sorburua Bortzirietako mazi paleozoikoko mendebaldeko zatian dago, eta bokalea Pasaia badiaren dago; ibilgu nagusiaren luzera 15 km ingurukoa da.

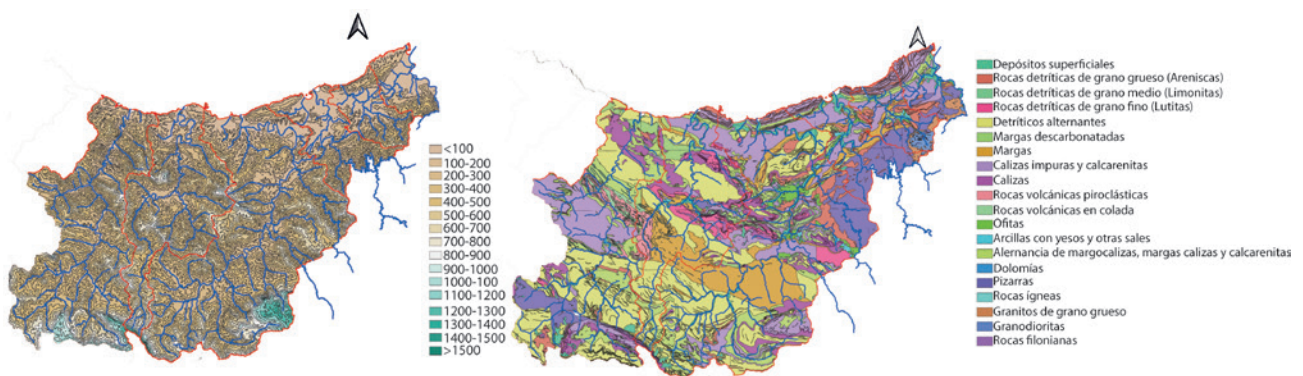
Bidasoako arroa Gipuzkoako Lurralde Historikoaren ekialdekoena da, eta Gipuzkoako, Nafarroako Foru Komunitateko eta Frantziako lurraldeak hartzen ditu. Nafarroako lurraldean Enderlatsaraino iristen da; 10 km-an zehar Frantziarekiko muga markatzen du; eta, azkenean, Hendai eta Hondarribia artean itsasoratzen da. Gipuzkoako Lurralde Historikoan garapen gutxien duen arroa da. Izan ere, Gipuzkoari soilik 62,7 km<sup>2</sup> dagozkie bere 700 km<sup>2</sup>-en artetik, eta ardatz nagusiaren luzeraren % 20 inguru.

### Esparru fisiko eta biotikoa

Geologiari dagokionez, Kretazeoko arroka sedimentario detritikoak dira nagusi lurraldean, hala nola hareharriak, kareharriak, tuparriak eta buztinak; bertan, formazio flyshoideak ageri dira, erliebe biribilduei bide ematen dietenak oro har. Ipar-ekialdeko muturrean daude material zaharrenak, Paleozoikokoak, hala nola arbelak eta kuartzitak. Material horiek erliebe garrantzitsuak dituen paisaia malkartsua sortzen dute.

Plubiometria handia eta baldintza orografikoak dituzte ezaugarri klima-baldintzek; ibaiak desnibel gogorrek gainditu behar dituzte ibilbide oso laburretan, eta higadura hidrikoa jarduera handieneko agente geomorfologikoa izatea errazten dute. Haranak zabaltzen diren eta malda murrizten den eremurik baxuenetan, ibaiak sedimentu-karga uzten dute, Kuaternarioko uholde-lautadak osatuz.

Litologia, orografia eta klima bezalako agenteek baldintzatzen dituzte lurzoru-motak. Gipuzkoan nolabaiteko homogeneotasuna dute lurzoruek; alde batetik, horiek garbitzen dituzten prezipitazioak ugariak izatearen ondorioz normalean gainazaleko horizonte azidoa sortzen delako; eta, bestetik, malda moderatuak edo malkartsuak dituzten lurrak nagusi izanik, higadura handiak ez duelako konfigurazio-prozesu behar bezain luzerik ahalbidetzen. Horrela, lurzoru gazteak dira nagusi, eboluzio txikiko profilak eta diferentziazio-maila txikiko horizonteak dituztenak.



2.2. ird. Mapa topografikoa (ezkerrean) eta litologikoa (eskuinean). Datuen iturria: GeoEuskadi.

Esparru biotikoaren ezaugarria ekosistema-dibertsitate handia da; horietako bakoitzak landaredia eta fauna bereizgarriak ditu. Biogeografiaren ikuspegitik, Gipuzkoako LH Eskualde Eurosiberiarrean dago, probintzia kantauriar-atlantikoan, eusko-kantauriar sektorean.

Landaredia baldintzatzen duten faktoreak kontuan hartuta, Gipuzkoako lurraldeko landaredi potentzialak –hau da, ingurumen-baldintza egonkorretan naturalki garatuko litzatekeen klimax-komunitateak– hostozabalen baso-mota desberdinak konbinatzen ditu, eta horien banaketa

altitude-gradientearen eta hostozabalak kokatuta dauden harri-substratuak sortutako klima-baldintzen arabera da. Basoek gain, zenbait sastrakadi- eta belardi-mota daude baso-masak garatzea eragozten duen faktore ekologikoren bat –hala nola harkaitzak, gailur haizatuak, istil-eremuak, lekune gazikarak, etab.– nagusi den lekuetan. Ibai-bazterretan landaredi bereizgarria haltzadi kantauriarra edo eurosiberiarra izango litzateke, haltzak (*Alnus*

*glutinosa*), lizarrak (*Fraxinus excelsior*) eta abar dituen. Ibilguen morfologia kontuan hartuta, bertako ekosistemak hiru eremu handitan bil litezke: ibaiaren goi-ibilguari lotutako ekosistemak, ibaiaren tarteko ibilguari lotutakoak eta ibaiaren beheko ibilguari lotutakoak. Hala ere, ekosistema urtar gehienek alterazio handiak jasan dituzte sistema horietan eragindako giza presioaren ondorioz.



### 2.1.1. UR-MASAK

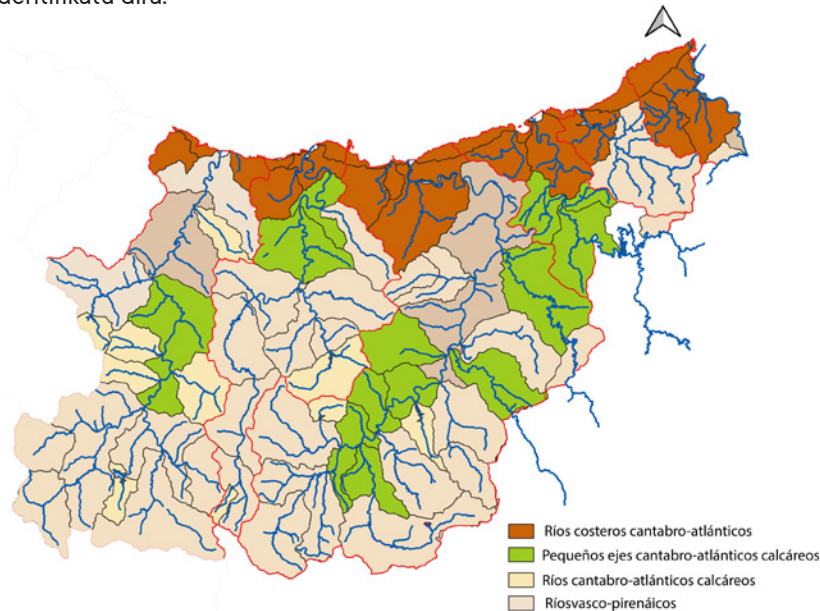
Ur-masak 2022–2027 Plan Hidrologikoan definitu dira, Uraren Esparru Zuzentaruak (UEZ) definitutako arau-esparruan oinarrituta. UEZren testuinguruan, ur-masatzat jotzen da ezaugarri homogeenak dituen ur-unitate diskretua eta esanguratsua. Horrela, haren mugaketak oinarri espazial bat ezartzeko aukera ematen du, eta koherentea da bertan eragiten dioten inpaktuen analisia garatzea, analisi horietatik eratorritako jarraipen-programak eta neurriak definitzea, eta aplikatu beharreko in-gurumen-helburuen betetze-maila egiaztatzea.

Ibai-kategoriako azaleko ur-masak mugatzeko orduan aplikatzen diren irizpideek kontuan hartzen dute horiek ezaugarri homogeenak erakustea eta arroaren gutxieneko tamaina izatea. Hala ere, noizean behin beste alderdi batzuk hartzen dira kontuan: horniduraren ikuspegitik interesgarriak izatea, esate baterako.

Ur-masak sailkatzean, azalekoak (ibaiak, aintzirak, ubideetako urtegiak, estuarioak eta kostaldeko urak) eta lurpekoak bereizten dira.

**a) Azaleko ur-masak**

Azaleko masen karakterizazioa 'EAEko azaleko ur-masen karakterizazioa' azterlanean egin zen (Eusko Jaurlaritza, 2002). Gipuzkoako LHko arro hidrografikoetan, hiru ibai-kategoria mota identifikatu dira.



2.3. ird. EAEko ibai-kategoriako azaleko ur-masak banatzen diren tipologien mapa. Datuen iturria: GeoEuskadi.

**b) Lurpeko ur-masak**

Erregimen naturaleko guztizko ekarpenek gainazaleko jariatze zuzeneko osagai bat eta lurpeko jatorriko osagai bat dituzte. Jariatze osoaren lurpeko osagai hori bat

dator akuiferoen birkarga naturalarekin, kanpoko lurpeko transferentzien efektuak alde batera utzita. Lurpeko akuiferoak ur-iturri funtsezkoak dira naturarentzat, bereziki hezeguneentzat, hiri-ekosistementzat eta edateko uraren hornidurarako.



2.4. ird. Lurpeko ur-masak. Datuen iturria: GeoEuskadi.

Gipuzkoako arroetako lurpeko ur-masak, oro har, akuifero txiki eta nahiko konpartimentatuek osatuta daude, deskarga-puntu ugari dituztenez. Gaur egun, oro har, ez dago erazteagatiko presio nabarmenik ur-masa horien gainean, ura biltzeko puntu ugari dauden arren. Ura

biltzeko gune horien artean, nabarmentzekoa da Kilimongo hornidura-sistemaren garrantzia, giza kontsumorako uraz hornitzen baititu Elgoibar, Mendaro, Mutriku eta Debako zati bat (30.000 biztanle inguru).

MASAREN IZENA	TIPOLOGIA	Azalera (km <sup>2</sup> )	Baliabide berriztagarriak (hm <sup>3</sup> /urte)	Ingurumen-baliabideak (hm <sup>3</sup> /urte)	Baliabide erabilgarria (hm <sup>3</sup> /urte)
<b>Arantzazu</b>	Karstikoa zentzu hertsian	60,0	45,5	5,4	40,1
<b>Troia</b>	Karstikoa zentzu hertsian	23,0	3,3	0,6	2,7
<b>Bizkaiko Sinklinorioa</b>	Bestelakoak - Detritiko kontsolidatua - Detritiko ez-kontsolidatua	795,3	179,6	34,7	144,9
<b>Iparraldeko antiklinorioa</b>	Detritiko kontsolidatua - Karstikoa zentzu hertsian	345,4	52,4	9,2	43,3
<b>Hegoaldeko antiklinorioa</b>	Karstikoa zentzu hertsian - Detritiko ez-kontsolidatua	1.608,8	438,0	64,4	373,6
<b>Izarraitz</b>	Karstikoa zentzu hertsian	112,2	54,2	7,5	46,6
<b>Aralar</b>	Karstikoa zentzu hertsian	77,8	58,3	11,1	47,2
<b>Gatzume - Tolosa</b>	Karstikoa zentzu hertsian - Fluxu barreiatuko karstikoa	316,5	170,6	23,8	146,8
<b>Zumaia -Irun</b>	Detritiko kontsolidatua - Detritiko mistoa	208,6	53,5	12,4	41,1
<b>Andoain-Oiartzun</b>	Fluxu barreiatuko karstikoa - Detritiko mistoa - Detritiko ez-kontsolidatua - Karstikoa zentzu hertsian	141,4	56,6	13,5	43,1
<b>Jaizkibel</b>	Detritiko mistoa	33,7	12,2	2,9	9,4
<b>Mazizo paleozoikoak</b>	Beste batzuk	1.021,0	298,9	47,8	251,1

2.2. taula. Lurpeko uren baliabideak. Iturria: Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022-2027 (URA, 2022).

## 2.2. KLIMA-BALDINTZAK

Gipuzkoako LHN klima mesotermikoa da, moderatua tenperaturei dagokionez, eta oso euritsuua. Estazio lehorrik gabeko hezearen edo klima atlantikoaren kategoriari dagokio. Faktore orografikoak azaltzen du urte osoan zehar banatutako euri-kopuru handia.

Uraren erabilgarritasuna balantze hidrikoaren zenbait osagai zehazten dute. Osagai horien balantzearen emaitza dira, alde batetik, ebapotranspirazioa eta, bestetik, gehiegizko ura, gainazaleko jariatzea eta lurpeko uren birkargatzea ekarriko dituen. Beraz, klima-aldaketak ur-balantzea zehazten duten aldagai hidrometeorologiko horietan dituen efektuek ere eragina izango dute jariatzean edo birkargan. Batez besteko baldintzak aldatzeaz gain, klima-aldaketak muturreko fenomenoek maiztasuna eta intentsitatea aldatzea espero da, hala nola uholdeena eta lehorteeena. Horrek guztiak inpaktua izango du

ur-masen egoeran eta baliabide honen mendeko jardura sozioekonomikoetan. Atal honetan deskribatzen dira Gipuzkoan garatzen diren arro bakoitzerako aldagai horien batez besteko baldintzak. Behatutako joerak eta aldagai hidrometeorologikoen proiektzioak dokumentuaren hurrengo kapituluetan aztertzen dira.

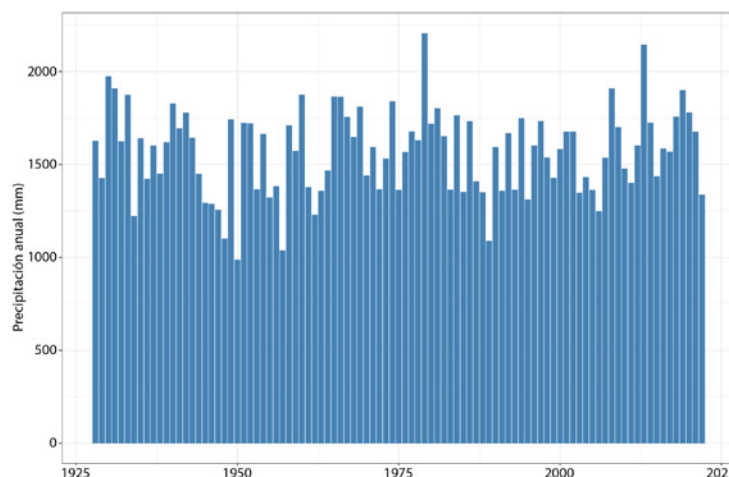
Hauk dira arroen klima-karakterizazioa ahalbidetzen duten aldagai nagusiak, uraren erabilgarritasuna zehaztuko dutenak:

- Prezipitazio-erregimena
- Tenperatura-erregimena
- Ebapotranspirazio potentziala
- Lurzoruaren hezetasuna
- Erregimen hidrologikoa

### 2.2.1. PREZIPITAZIO-ERREGIMENA

Gipuzkoako prezipitazio-erregimenaren ezaugarri nagusia da urtean zehar prezipitazioak sarri izaten direla (140 euri-egun inguru). Lurraldearen urteko batez besteko plubiometria 1.574,3 mm-koa da 1971–2016 aldirako, urteko 2.100 mm inguruko balio maximoekin eta 1.000 mm/urte inguruko minimoekin (Ihobe, 2017). Igeldoko (Donostia) behatoki meteorologikoaren prezipitazioen

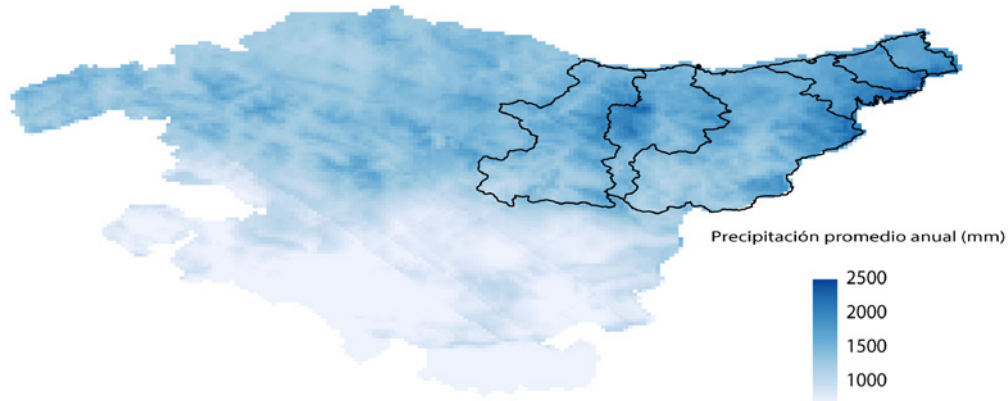
serie historikoan ikus daitekeenez, prezipitaziorik baxuenak 80ko hamarkadaren amaieran eta 90eko hamarkadaren hasieran behatzen dira, baita 40–50eko garaian hasieran ere. Azken urteotan, serie historikoko urte euritsuenetako batzuk erregistratu dira. Urte arteko aldakuntzari dagokionez, prezipitazio maximoak urritik apirilera izaten dira, eta minimoak ekainean eta uztailean.



2.5. ird. Igeldoko behatoki meteorologikoan erregistratutako urteko prezipitazioaren serie historikoa. Datuen iturria: AEMET.

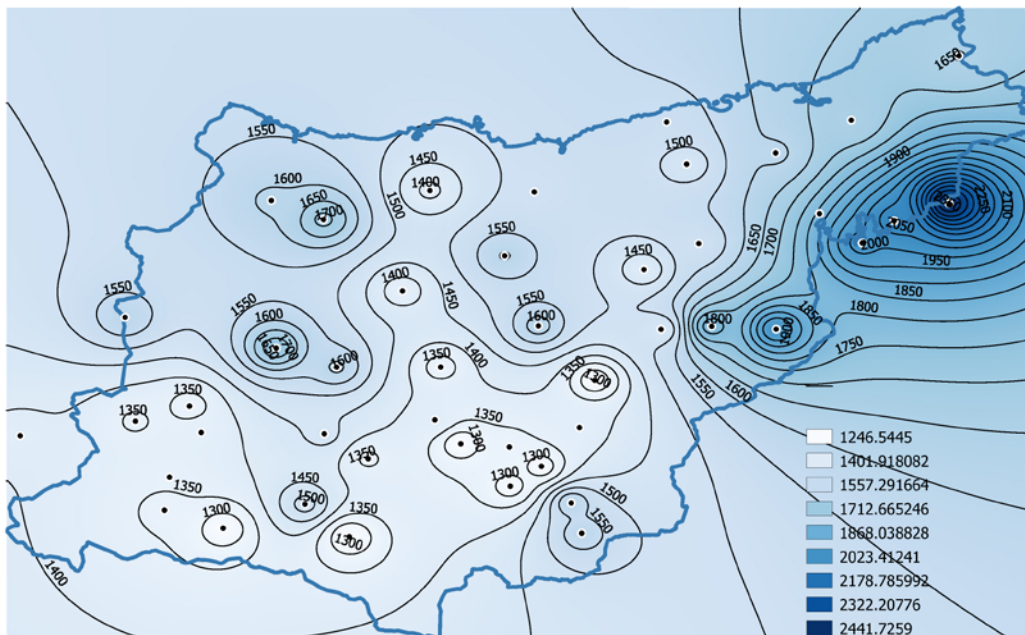
Arroen arteko banaketari dagokionez, urteko prezipitazioirik handiena Urumeako arroan gertatzen da (2.169 mm), eta, ondoren, Oiartzun eta Bidasoko arroetan. Urolako arroak lurraldeko batez besteko prezipitazioirik baxue-  
na du. Mendebaldeko arroetan –Deban eta Urolan–, urta-  
ro-aldakortasun handiagoa dago: prezipitazio handiagoa

erregistratzen da abendutik urtarrilera bitartean –beste prezipitazio-maximo batekin apirilean–, eta udak lehorra-  
goak izaten dira. Aldiz, ekialdeko arroetan –Urumean eta Oiartzunen– urtaro-aldakortasuna ez da hain nabarmena, urte osoan zehar prezipitazioak maiz gertatzen baitira.

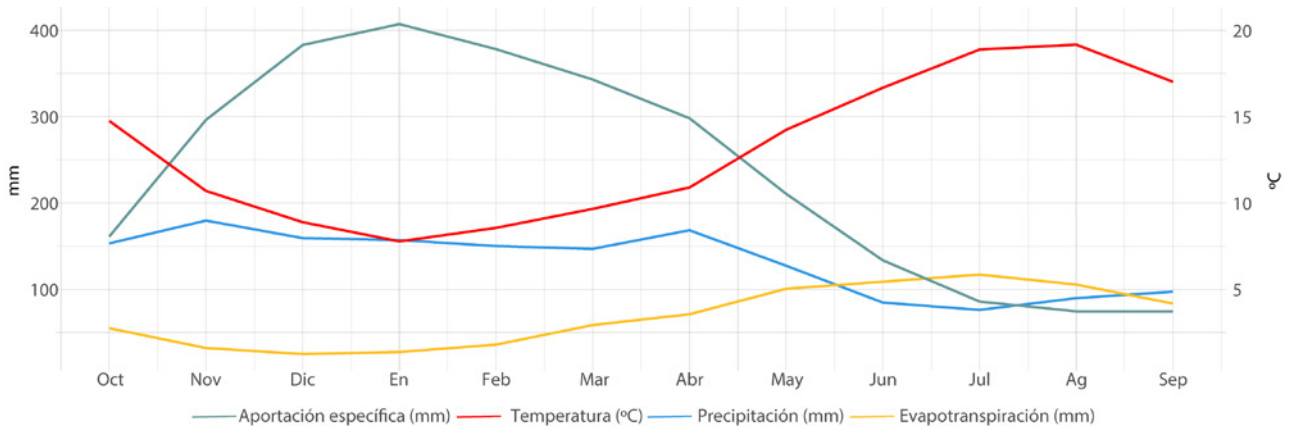


2.6. ird. Urteko batez besteko prezipitazioa 1971–2016 aldian. Datuen iturria: Ihobe (2017).

Isoieten mapa horrek erakusten du, hain zuzen, urte-  
ko prezipitazio maximoa lurraldearen zati ekialdekoenean  
–Nafarroarekin muga egiten duen horretan– gertatzen  
dela.



2.7. ird. Gipuzkoako plubiometroetako urteko batez besteko prezipitaziotik abiatuta eraikitako isoieten mapa. Datuen iturria: Ihobe (2017), Euskalmet, OHZN-GFA.

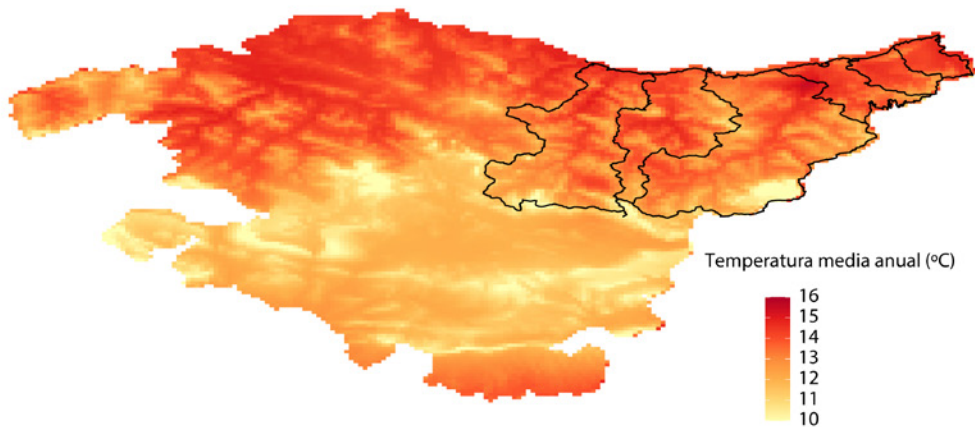


2.8. ird. Gipuzkoako LHko arroetako aldagai hidroklimatiko nagusien urteko barneko batez besteko bilakaera. Datuen iturria: OHZN-GFA.

## 2.2.2. TEMPERATURA-ERREGIMENA

Lurraldeko temperatura, oro har, leuna da (urteko batez besteko temperaturak 13 °C ingurukoak dira), negu eta uda leunekin: batez besteko temperaturak 8,4 °C eta 18,2 °C-koak dira, hurrenez hurren. Hilabete beroenen eta hotzenen arteko oszilazioa 11 °C ingurukoa da. Batez

besteko temperatura minimoak urtarrilean eta otsailean erregistratzen dira, eta maximoak ekainetik abuztura bitartean. Urteko batez besteko temperatura handiagoa da lurraldeko ekialdeko arroetan, eta maximoa Bidasoko arroan erregistratzen da.



2.9. ird. Urteko batez besteko temperatura 1971–2016. Datuen iturria: Ihobe (2017).

ARROA	Prezпитazioa (mm)	Urteko batez besteko temperatura (°C)	Urteko ebapotranspirazio potentziala (mm)	Ekarpena (hm <sup>3</sup> /urte)	Batez besteko emaria (m <sup>3</sup> /s)	Batez besteko emari espezifika (l/s/km <sup>2</sup> )
Deba	1.384	12,7	871	457	12,6	27,2
Urola	1.329	13,3	836	295	10,9	26,6
Oria	1.547	13,0	837	804	29,8	28,9
Urumea	2.500	13,5	882	413	13,6	46,9
Oiartzun	2.333	13,6	853	93	3,7	34,6
Bidasoa	2.100	14,2	865	78	28,7	36,6

2.3. taula. Gipuzkoako arroetako aldagai hidroklimatiko nagusiak. Datuen iturria: OHZN-GFA, URA.

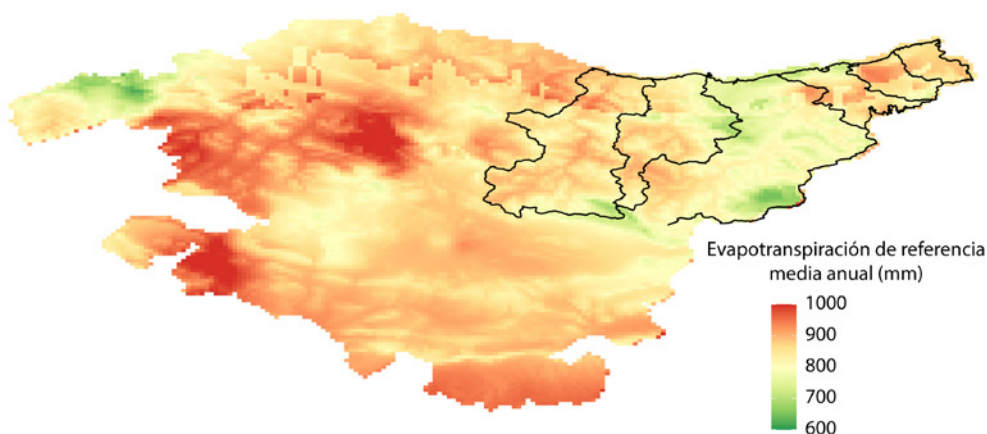
### 2.2.3. EBAPOTRANSPIRAZIO POTENTZIALA

**E**bapotranspirazioa bi prozesu bereiziren konbinazioa da; prozesu horien bidez, ura lurzoruaren gainazalean zehar galtzen da –lurruntze bidez–, eta landare-estalkitik –transpirazio bidez–. Ur-baliabideen balantzean garrantzi handia duen prozesua da.

Bi prozesuak, lurruntzea eta transpirazioa, aldi berean gertatzen dira, eta ez dago bi prozesuak erraz bereizteko modurik. Horiek zehazteko faktore nagusiak erradiazioa, airearen tenperatura, airearen hezetasuna eta haizea dira. Ebapotranspirazioa estimatzeko garaian, bi prozesuak hartzen dira barnean, zaila baita horiek bereiztea.

Horretarako, erreferentziako ebapotranspirazioaren edo ebapotranspirazio potentzialaren kontzeptua erabiltzen da (ET<sub>0</sub>); horrek estalki baten ebapotranspirazioa adierazten du, baldintza estandarretan eta ur edafikoaren mugazterik gabe; beraz, ET<sub>0</sub>-ri eragiten dioten faktore bakarrak parametro klimatikoak dira.

Urteko ET<sub>0</sub> 600 eta 1000 mm bitartekoa da lurraldeko arroetan, eta balio txikiak Oriako arrokoak dira. Urtaroko aldakuntzari dagokionez, ET<sub>0</sub>-ren balio maximoak udako hilabeteetan gertatzen dira, eta minimoak abenduan eta urtarrilean.



2.10. ird. Urteko batez besteko erreferentziako ebapotranspirazioa 1971–2016 aldian. Datuen iturria: Ihobe (2019).

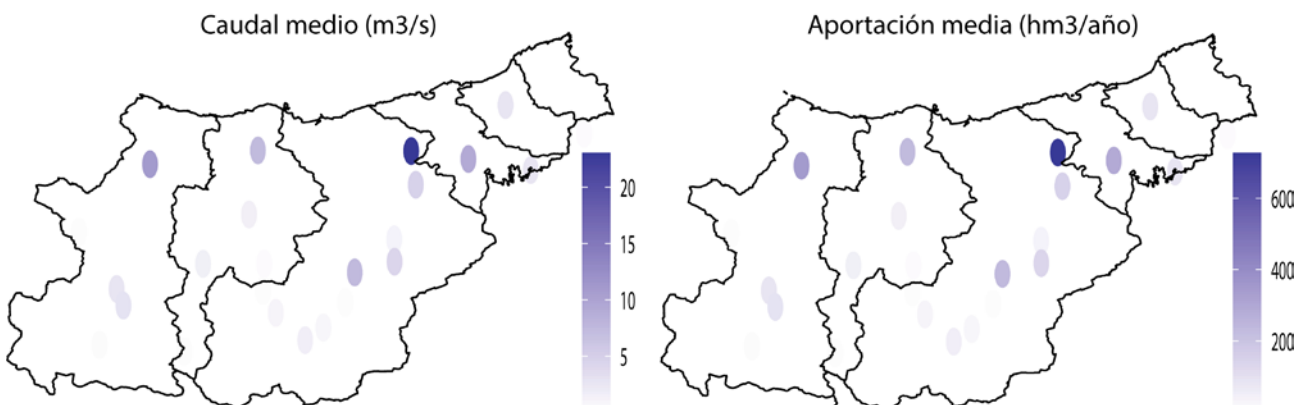


## 2.2.4. ERREGIMEN HIDROLOGIKOA

I baien batez besteko emariak ibai-arroko ur gezaren erabilgarritasunari eragiten dioten elementuetako bat dira, lurpeko ur-iturriekin batera. Ibai-fluxuen aldaketak prezipitazioaren eta temperaturaren urtarokotasunaren arabera zehazten dira nagusiki, bai eta biltze-ezaugarrien arabera ere, hala nola geologia, lurzorua eta lur-azalera.

Demarkazioan eroritako guztizko euritik (4.634 hm<sup>3</sup>/urte), % 49 inguru atmosferara itzultzen da ebapotranspirazioaren bidez; beraz, 4.575 hm<sup>3</sup>/urte inguru gainazaleko eta lurpeko jariatzeko bihurtzen dira.

Jariatzearen aldakortasun espaziala oso nabarmena da; ekialdeko arroetan erregistratzen dira emari espezifikokoaren balio altuenak, eta mendebaldeko arroetan baxuagoak. Emari-aldaketa handiak gertatzen dira urte lehorren eta hezeen artean, eta urte arteko aldakortasun nabarmena ere badago. Balio maximoak urtarrilean eta abenduan gertatzen dira, eta, adibidez, bi hilabete horietako ekarpenak Debako arroan egindako ekarpen guztien % 30 izatera irits daitezke. Bestalde, balio minimoak agorraldi-hilabeteetan erregistratzen dira: uztailetik irailera bitartean. Urte arteko eta urtaroko aldakortasun hori txikiagoa da Urumeako, Oiartzungo eta Bidasoko arroetan, haien mendebaldean kokatutako arroekin alderatuta; izan ere, arro horiek erregulazio natural handia dute bertako ezaugarri litologikoen, lurzorua eta landarediaren ondorioz, baita urteko pluviometria handiaren ondorioz ere.



2.11. ird. Gipuzkoako ur-emaria neurtzeko estazioetako arroetako emaria eta urteko batez besteko ekarpena. Datuen iturria: OHZN-GFA.

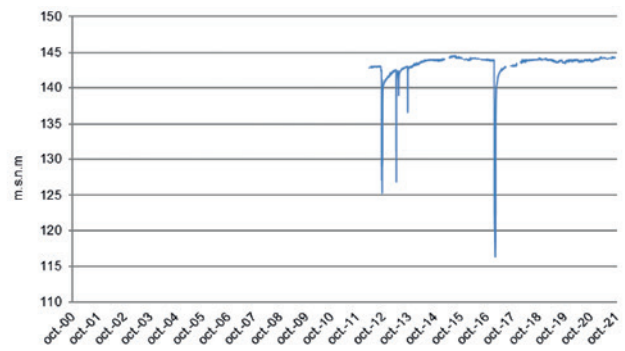
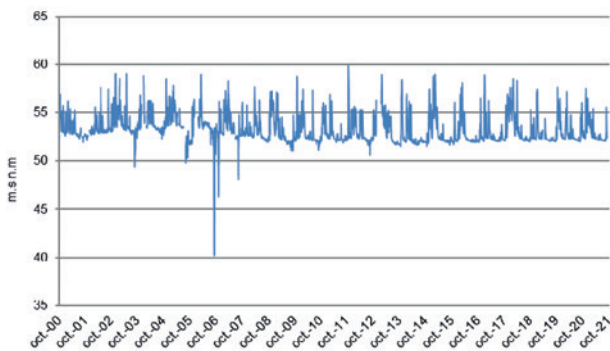
Akuiferoak birkargatzea aldagai batzuen mende dago; horien artean, prezipitazioa da garrantzitsuena, prezipitazio-patroien alterazioek edo aldaketek eragina izan baitezakete akuiferoen ur-mailetan. Akuiferoak birkargatzen dituen uraren zatirik handiena denboran zehar pixkanaka deskargatuz doa ibai-sarera, modu lausoan edo iturburuen bidez. Birkargaren beste zati bat –askoz txikiagoa– lurpetik beste akuifero batzuetara transferitzen da edo, kostaldeko akuiferoen kasuan, itsasora.

Akuiferoen birkargaren ezagutza konplexua da, baina, aldi berean, oso interesgarria. Izan ere, lotutako lur-eremuetako uren ingurumen-beharrak kontuan hartzea eskatzeaz gain, akuifero baten lurpeko urak epe luzera usiatzeko aukerak mugatzen ditu.

Lurraldeko lurpeko uraren aprobetxamendu-mailak baxuak dira. Lurpeko masa desberdinen egoera kuantitatiboaren jarraipena bi programaren bidez egiten da: kontrol

foronmikoko azpiprogramaren bidez, modu jarraituan deskarga-puntu garrantzitsuenetan; eta kontrol piezometrikorako azpiprogramaren bidez, ustiapen-zundaketetan, putzuetan eta diametro txikiko piezometroetan.

Ibaietako ur-emia neurtzeko estazioetan bezala, lurraldearen ekialdean dauden estazio foronmikoetan ez da urtaro-ziklo nabarmenik ikusten, urtean zehar prezipitazio altuei lotuta; mendebaldean kokatutako estazioetan, aldiz, urtaroko patroia argi ikusten da maila piezometrikoen bilakaeran.



2.12. ird. Maila piezometrikoen bilakaera Jaizkibel-5 (ezkerrean) eta Kilimon-3 (eskuinean) estazioetan. Iturria: URA.



## 2.2.5. MUTURREKO KLIMA-ERREGIMENA

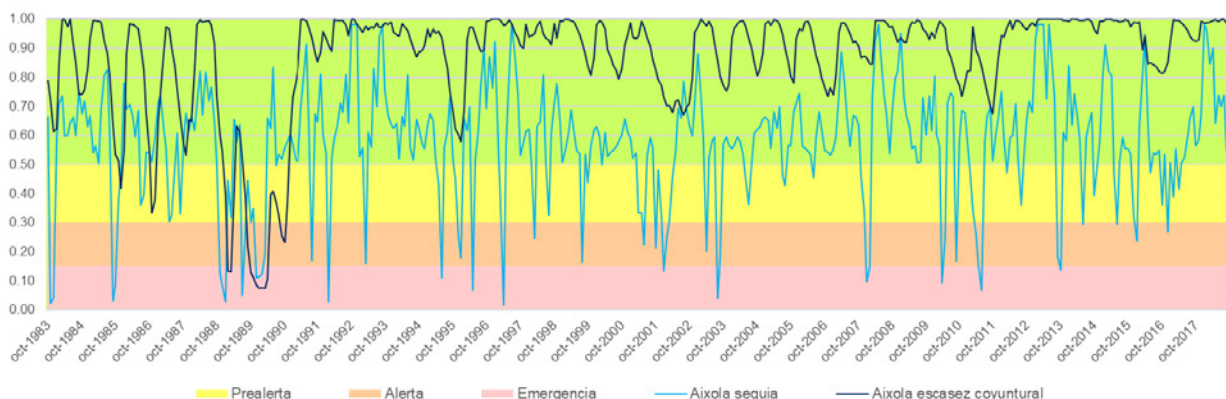
U rarekin lotutako muturreko gertakariak uholdeak eragiten dituzten muturreko prezipitazioak eta lehorte-egoerak dituzte ezaugarri.

Uholdeak izan dira historikoki lurraldeko arrisku natural nagusia, bizitza eta kostu ekonomiko gehien sortu dituenak. Eurite iraunkorren eta oso iraunkorren analisiak adierazten du abisu horiek muturreko gertakarietan gertatu direla (bi-hiru eguneko prezipitazio metatuak 80 l m<sup>-2</sup>-tik gorakoak izan direnean edo 5-10 egunetan 150-200 l m<sup>-2</sup>-tik gorako ur-kantitate garrantzitsuak metatzea ekarri duten prezipitazio iraunkor eta kateatuak izan direnean). Batzuetan, prezipitazio-metaketa txikiagoak dituzten uholdeak ere sortzen dira, elurra desizoztearekin batera. Azkenik, ekaitz-gertaerek (askotan oso lokalizatuta egoten direnak eta denbora-tarte labur batean euria intentsitate handiz egitea ezaugarri izaten dutenak) tokiko ur-gordialdiak ere sor ditzakete eta, horrekin batera, ibaiek gainezka egitea ekar dezakete.

Lehorteak fenomeno naturala da, nagusiki prezipitazio-faltagatik sortzen dena, horren ondorioz eskura dauden ur-baliabideak aldi baterako nabarmen jaisten baitira. Lehorte luze batek aldi baterako narriadurak eragin ditzake ur-masen egoeran, eta murrizketa handiak ibaietako emarrietan. Bestalde, prezipitazioen murrizketa luze batek

(lehorte meteorologikoa), denborarekin lurzoruaren hezetasunaren, ur-jariatzearen eta ur-biltegitzearen defizit gisa zabaltzen denak, erabilera sozioekonomiko desberdinetarako baliabide erabilgarriak aldi baterako murriztu ditzake (lehorte hidrolologikoa), eta eskasia-egoera sor dezake. Kontuan izan behar da lehorte meteorologikoa ez duela zuzenean lehorte hidrolologikoa eragiten (ohikoa baino emari-aldi edo bolumen urtegitatu txikiagoekin erlazionatuta dago azken hori), euria jariatze bihurtzeko prozesua ez baita lineala. Halaber, lehorteak ez da eskasiarekin nahasi behar: lehorteak prezipitazioen murrizketarekin eta erregimen naturaleko ekarpenen murrizketarekin soilik lotutako fenomeno naturala da; eskasia, berriz, zailtasunarekin lotuta dago, ur-eskariari erantzuteko zailtasunarekin hain zuzen ere, defizit-egoera dela-eta.

Lehorteak Gipuzkoako arroetan arazo larria ez badira ere, zenbait lehorte-gertakari eta, batez ere, eskasia gertatu dira lurraldean. Katalogatutako lehorte historikoen artean 40ko hamarkadako dago, baita 1988ko abuztutik 1990eko azarora bitartean gertatutako beste lehorte garrantzitsu bat ere. Ondoren, iraupen txikiagoko beste batzuk datoz: erregistratutako azkena (2018ra arte) 2011koa izan zen. Gipuzkoan lehorte plubiometrikoei buruz egindako azterketetan, identifikatu da 1944-1949 urteetako lehorteak 25 urte inguruko erreplikatzeko-denbora duela.



2.13. ird. Lehorte-adierazleen eta koiuntura-eskasiaren adierazleen bilakaera Aixola urtegian. Iturria: Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022-2027 (URA, 2022).

## 2.3. UR-BALIABIDEAK

**E**skuragarri dauden ur-baliabideak hauek dira: ur-baliabide natural propioak (azaleko eta lurpeko uren guztizko jariatzek barnean hartzen dituztenak); ohikoak ez diren baliabideak (araztutako efluentek berrerabiltzetik datozenak); eta ur-premia desberdinei erantzuteko beharrezkoak diren kanpo-baliabideak (beste arro batzuetatik transferituak).

Gainera, gure arroetako uraren erabilera desberdinetarako eskaintza izan daitezkeen ur-baliabideak kontabilizatzeko, aldez aurretik ingurumen-murrizketak hartu behar dira kontuan; hau da, emari ekologikoen erreserba. Emari horien helburua da lurralde eta aldi jakin batzuetan uraren ingurumen-funtzioak (batez ere ekosistema urtarretan) babestea, emariak, abiadurak, mailak, bolumenak edo ezaugarri fisiko-kimikoak erreserbatuz.

Ibaien ikuspegitik, Gipuzkoako LHan 6 ustiatze-sistema daude, lurraldeko 6 arro hidrografikoekin pareka daitezkeenak.

Lurpeko osagaiaren ekarpenak bat datoz, funtsean, akuiferoen birkarga naturalarekin, lurpeko arroen arteko transferentziak izan ezik. Akuiferoak birkargatzen dituen uraren zatirik handiena denboran zehar deskargatzen da ibai-sarera. Lurpeko uren baliabide erabilgarriaren bilakaerari dagokionez, baliabide berriztagarriaren babesa ere kontuan hartu behar da; hau da, ingurumen-helburuak lortu ahal izateko behar den bolumena. Akuiferoetako baliabide erabilgarria (akuifero osoak kontuan hartuta) 1.190 hm<sup>3</sup>/urte da.

Gipuzkoako arroetako ur-baliabideak 4.575 hm<sup>3</sup>/urte dira 1980/81-2017/18 aldirako. Ur-baliabide erabilgarriak, emari ekologikoengatiko ingurumen-murrizketak (339 hm<sup>3</sup>/urte) alde batera utzita, 4.236 hm<sup>3</sup>/urte dira (Ura, 2022).

SISTEMA	Baliabideak		Berrerabiltzea (hm <sup>3</sup> /urte)	Ingurumen-baliabideak (hm <sup>3</sup> /urte)
	Propioak (hm <sup>3</sup> /urte)	Kanpokoak (hm <sup>3</sup> /urte)		
<b>Deba</b>	422	1,4		74,15
<b>Urola</b>	249		0,4	9,38
<b>Oria</b>	761	1,26		142,94
<b>Urumea</b>	417	33		88,88
<b>Oiartzun</b>	103			23,70
<b>Bidasoa</b>	895	9		

**2.4. taula.** Gipuzkoako LHko sistemen baliabide hidrikoak 1980/81-2017/18 erreferentziako seriean. Iturria: Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022-2027 (Ura, 2022).

## 2.4. HORNIDURA-SISTEMA NAGUSIAK

**H**ornidura-sistema esaten zaio gutxienez ura biltze-ko gune batek, eroanbide batek eta depositu batek osatzen duten sistemari, herri bat edo batzuk urez hornitzen dituenari. Sistema sinpleenak eta eremu txikietan agertu ohi direnak biltze-sistemak dira, ura iturburuan, putzuan, akuiferoan edo ibaian bertan biltzen dutenak. Sistema nagusiek biztanlegune handiagoak urez hornitzen dituzten urtegiak dituzte.

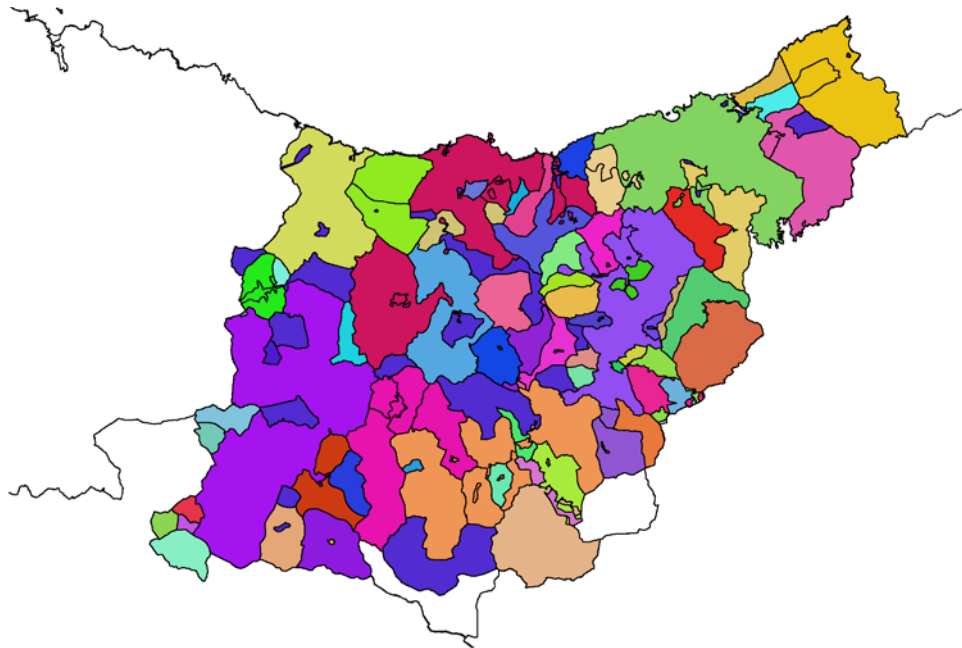
Gipuzkoako LHan 8 urtegi gehi Endara urtegia ditugu; azken horrek, Nafarroan egon arren, Bidasoko udalerriak urez hornitzen ditu. Sistema horiek lurraldeko biztanleriaren ia % 90 hornitzen dute urez. Sistema horiek garrantzi txikiagoko sistemekin osatzen dira.

Hauk dira lurraldeko urtegiak:

URTEGIA	Biztanleria (bizt.)	Edukiera (hm <sup>3</sup> )	Udalerriak
<b>Urkulu</b>	65.495	10,00	Eskoriatza, Aretxabaleta, Arrasate, Oñatiko zati bat, Bergara, Elgeta, Soraluze eta Antzuola
<b>Aixola</b>	27.530	2,73	Eibar
<b>Barrendiola</b>	26.015	1,48	Legazpi, Zumarraga, Urretxu eta Ezkio-Itsaso
<b>Ibai-Eder</b>	68.649	11,30	Azkoitia, Azpeitia, Zestoa, Aizarnazabal, Zumaia, Getaria, Zarautz, Orio eta Aiako zati bat
<b>Arriaran</b>	36.398	3,01	Beasain, Idiazabal, Ormaiztegi, Segura, Gaintza, Mutiloa, Zerain, Zegama, Gabiria, Alzaga, Itsasondo, Legorreta, Arama, Abaltzisketa, Orendain, Olaberria eta Baliarrain, eta Lazkaoko eta Ordiziako zati bat
<b>Ibiur</b>	52.105	7,57	Ikaztegieta, Alegia, Altzo, Tolosa, Ibarra, Belauntza, Anoeta, Irura, Billabona, Andoain, Zizurkil, Aduna, Leaburu eta Asteasuko zati bat
<b>Lareo</b>	1.514	2,23	Ataun
<b>Añarbe</b>	318.044	37,28	Urnieta, Hernani, Astigarraga, Donostia, Errenteria, Lasarte-Oria, Pasaia eta Lezo. Usurbil eta Oiartzun osatzen ditu
<b>Endara-San Anton</b>	71.500	5,00	Irun eta Hondarribia

2.5. taula. Gipuzkoako urtegien eta hornitzen dituzten udalerrien ezaugarriak.





2.14. ird. Giza kontsumorako ura hornitzeko eremuak Gipuzkoan. Datuen iturria: GeoEuskadi

## 2.5. UR-MASEN EGUNGO INGURUMEN-EGOERAREN KARAKTERIZAZIOA

**H**istorikoki sistema horiekin lotuta egon diren jardue-  
ra antropiko handiaren eta populazio-dentsitate  
handiaren ondorioz, sistema horiek nabarmen aldatu dira,  
ibaietako ibarren okupazioak –besteak beste– ekarri bai-  
tu habitatak galtzea eta zatitzea, eta funtsezko faktoreei  
(temperaturari, eutrofizazioari eta abarri) zuzenean eragi-  
ten dieten oztopo eta aprobetxamendu ugari sortzea. Hala  
eta guztiz ere, oraindik ere badaude kontserbazio-bal-  
dintza onargarriak mantentzen dituzten ur-ekosistemen  
laginak (batez ere ibaiertzeko landarediaren egoera ona  
duten ibai-tarteak). Ur-inguruneei lotuta, espezieetan oso  
aberatsa den komunitate botanikoa eta faunistikoa ageri  
dira; horregatik, urari lotutako habitat horiek kontserba-  
zio-balio handia dute, biodibertsitate-gordailu garrantzi-  
tsuak baitira.

UEZk eta Uraren Legearen testu bateginak zenbait  
ingurumen-helburu ezartzen dituzte urak behar beza-  
la babesteko. Ingurumen-helburu orokor horiek berekin  
dakarte egoeraren adierazle desberdinek (adierazle biolo-  
gikoen, fisiko-kimikoen eta hidromorfologikoen barne) giza  
jarduerak eragindako distortsio-balio baxuak erakustea,  
eta aldatu gabeko baldintzei lotutako balioekiko zertxo-  
bait desbideratzea.

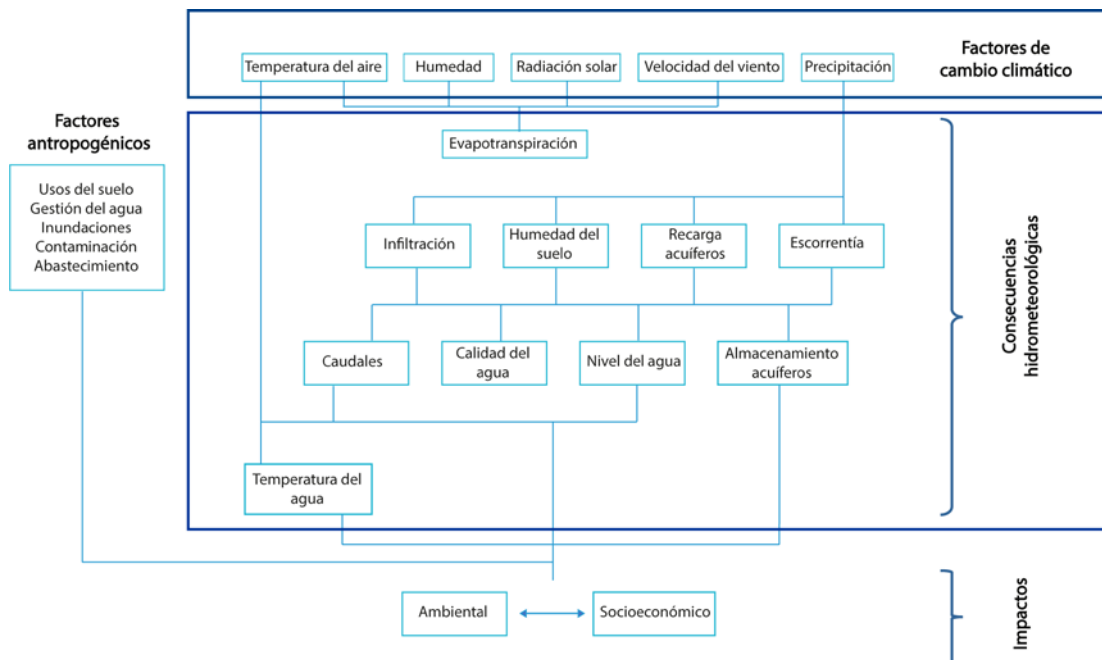
Uraren Euskal Agentziak 2021ean ibaiaren egoeraren  
jarraipen-programaren esparruan egindako analisietan,  
zehaztu zen 2017–2021 aldirako ibai-kategoriako azaleko  
ur-masen % 56k egoera/potentzial ekologiko ona zutela;  
hau da, UEZk ezarritako ingurumen-helburuak betetzen  
zizutela. % 36k egoera moderatua zuen, eta % 8k eskasa  
edo txarra. Lurpeko ur-masei dagokienez, egoera kuantita-  
tibo eta kimikoetatik abiatuta ondorioztatu da lurpeko  
ur-masa guztiek ingurumen-helburuak betetzen dituztela.

### 3. UR-BALIABIDEEN BILAKAERA HISTORIKOA

**K**lima-aldaketak uraren zikloko osagai guztiak aldatu ditu XX. mendearen erdialdetik (Douville et al., 2021). Klima-aldaketak ziklo hidrológico globalean duen afekzioaren ebidentzia batzuk hauek dira: prezipitazioaren intentsitatea aldatzea, ebapotranspirazioa eta ibaien urtaroko jariatzea handitzea edo uholdeen eta lehorteen larritasun eta maiztasun gero eta handiagoa eskualde batzuetan (IPCC, 2021).

Klima-aldaketak aldagai hidrometeorologikoetan dituen efektuek eragina dute, aldagai horien zenbatekoan

ez ezik, haien espazio- eta denbora-banaketan ere. Beroztze globalak ziklo hidrológicoa zuzenean aldaraz dezake, prezipitazioan, lurzorua hezetasunean, jariatzean, lurpeko uren birkargan eta muturreko klima-fenomenoetan dituen efektuen bidez. Baina baita zeharka ere, drainatze-sareetan eta arroetan gertatutako aldaketa zabalagoen bidez, batez ere faktore antropogenikoen ondorioz; landare-estalkiaren aldaketen bidez, esate baterako. Ur gezako baliabideen aldaketa horiek inpaktuak sortzen dituzte ekosistemetan eta uraren mendeko jardura sozioekonomikoetan (IPCC, 2021).



3.1. ird. Uraren zikloaren aldaketekin lotutako klima-faktoreak, uraren erabilgarritasunean dituzten efektuak eta haien inpaktuak.

Ebidentzia horiek klima-aldaketa ziklo hidrológicoa eskala globalean aldarazten ari dela erakusten duten arren, eskala geografiko eta denbora-escala txikiagoetan ziurgabetasuna oso handia da inpaktua ebaluatzeko orduan. Gainera, kontuan hartu behar da aldagai hidrológicoen analisisan zaila dela epe luzeko joera esanguratsuak detektatzea, urte arteko eta hamarkadako aldakortasun handia dela-eta, eta behatutako joera hidroklimatikoak aztertutako epearen eraginpean daudelako neurri handi batean (Hannaford et al., 2013). Gainera, ikusitako aldaketen atribuzioa zaila da, ur-fluxu naturaletan aldaketak izan

direlako aldaketa morfologikoen, ur-erazketen eta lurzorua erabileren aldaketen ondorioz.

Gipuzkoako LHko arroak dauden Kantauri Ekialdeko Demarkaziorako, CEDEXek egindako ur-baliabideak ebaluatzeko azterketen azken eguneratzeak (2019) aldaketak detektatu ditu 1979/1980 - 2014/2015 aldian euri-patroietan, tenperaturan eta ekarpenetan. Zehazki, urteko batez besteko prezipitazioa % 5 inguru murriztu dela kalkulatu da, eta urteko batez besteko ekarpena % 6 murriztu dela; tenperatura, berriz, % 4 igo da.

Kapitulu honetan laburbiltzen da Gipuzkoako arroetako ur-baliabideen denbora-bilakaerari buruzko ezagutza, kontuan hartuz prezipitazioa, eapotranspirazioa, lurzoruaren hezetasuna, jariatzea, lurpeko urak eta muturreko klima-gertakariak (uholdeak eta lehorteak). 5. kapituluaren ur-masen egoerarekin lotutako adierazleen bilakaera aztertzen da.

Datu hidrometeorologikoak hainbat informazio-iturritatik datoz. Gehienak OHZN-GFAko estazio plubiometrikoen eta ur-emaria neurtzeko estazioen saretik datoz. Hautatutako analisi-epaia aldagai bakoitzerako eskuragarri dagoen informazioaren arabera da. Adierazi den bezala, behatutako joerak hautatutako epearen eraginpean daude. Horregatik, aztertutako serie askoren iraupen laburra kontuan hartuta, gure eskualderako serie luzeagoak

barnean hartzen dituzten beste azterketa batzuetan eskuragarri dagoen informazioa ere sartu da. Hala ere, azterketa honetan ateratako ondorioak azaltzeko orduan kontuan hartu behar den faktorea da.

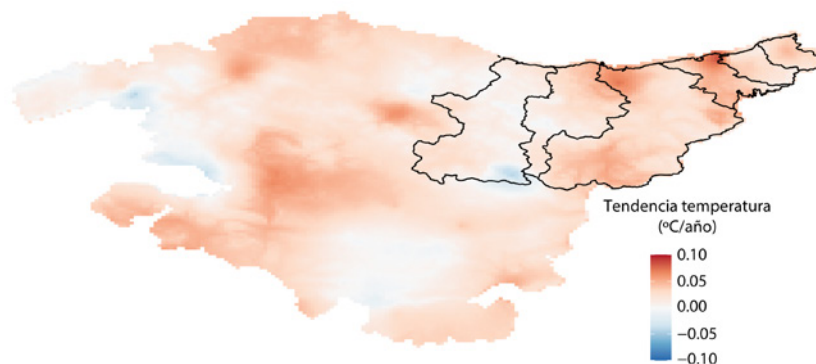
Aztertutako aldagaietako aldaketen garrantzia ebaluatzeko, erregresio linealaren ereduak aplikatu dira. Denbora-seriearen eta interes-aldagaiaren arteko erregresioaren maldak aldaketaren magnitudea adierazten du. Esangura estatistikoa Mann-Kendall-en estatistiko ez-parametrikoa erabiliz ebaluatu da. Esangura estatistikoa % 95ean testatu da. Gainera, zenbait aldagaitarako, hala nola prezipitazioa edo emaria, aldagaiaren aldaketa-kantitatea zehaztu da aldaketa-kantitate erlatibo erabiliz (%) kantitate absolutuaren orde; horrela, estazio desberdinen arteko espazio-alderagarritasuna ahalbidetu da.

## 3.1. KLIMA-ALDAGAIEN BILAKAERA HISTORIKOA

### 3.1.1. TENPERATURA

**T**emperatura globalaren igoera klima-aldaketaren prozesua berresten duten funtsezko ebidentzietako bat da, baina ez bakarria. Eskala globalean, 2022an industriaurreko aldiarekiko batez besteko tenperatura 1,15 °C-koa izan zen. Gipuzkoan, urteko batez besteko tenperaturak ere joera positiboa du ia lurralde osoan. Urteko batez besteko joerak 1,2 °C inguru egin du gora azken 50 urteetan, eta 1971z geroztik tenperatura-igoeraren batez besteko joera 0,024 °C-koa izan da urte bakoitzeko. Joera

positibo hori lurraldeko arro hidrografiko guztietan ikusten da; nabarmenagoa da Urumeako arroetako kostaldean, eta txikiagoa Debako arroan. Eguneko tenperatura minimoa eta eguneko maximoa ere igo egin dira aldi horretan: +1,9 °C eta +1,5 °C, hurrenez hurren. Udako hilabeteetako tenperatura minimoaren igoera +2,2 °C artekoa izan daiteke. II. eranskinak barnean hartzen ditu tenperaturaren urtaroko joerak.



3.2. ird. Urteko batez besteko tenperaturaren joera 1971–2016 aldian. Aldi horretarako doikuntza linealetik abiatuta zehaztu dira aldaketak, bereizmen handiko klimatologian oinarrituta. Datuen iturria: Agertokiak II proiektua (Klimatek, 2017).

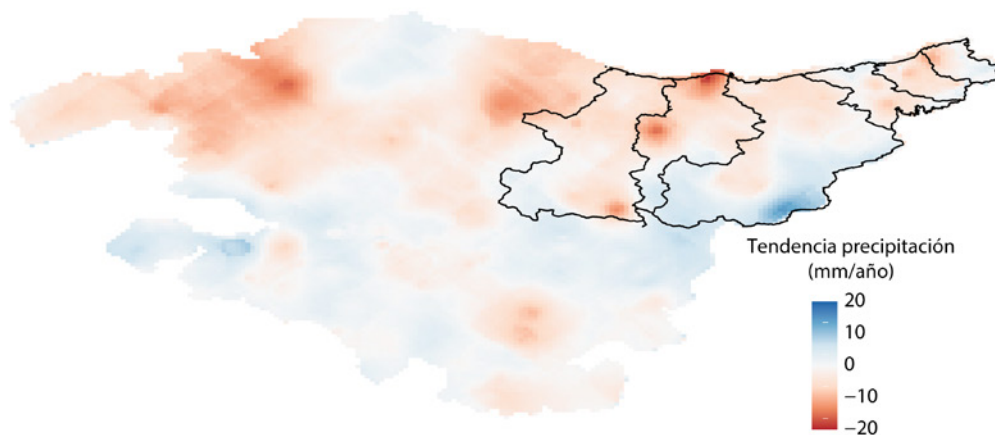


### 3.1.2. PREZIPITAZIOA

Sarritan, gizakiak uraren zikloaren gainean duen eragina laburbiltzen da ziklo horren areagotze gisa (Zang et al., 2019). Horrela, litekeena da 1950az geroztik lur gaineko prezipitazio globala handitu izana eta, seguruenik, igoera hori giza eraginaren ondoriozkoa izango da (Douville et al., 2021). Europa mailan, kontinentearen hego-mendebalderako prezipitazio-serie luzeen analisiak (1850–2018) adierazten du epe luzera ez dagoela igoera-joera estatistikoki adierazgarririk, baina bai urte arteko aldakortasun handia. Joera esanguratsuak aurkitu ziren nagusiki aldi laburragoetarako, eta denbora-eskala horietan nabarmentzekoa da hamarkaden arteko eta urteen arteko aldakortasunaren nagusitasuna (Peña-Angulo et al., 2020).

Prezipitazioen denbora-aldakortasun handia dela-eta, urteko batez besteko prezipitazioaren epe luzeko aldaketaren seinalea ez da bereizten eremu askotako aldakortasun-zaratatik (Hawkins et al., 2020). Horrela, eskualde askok prezipitazioen igoera ikusi dute urtearen zati batean, eta jaitsiera beste garai batzuetan; horrek aldaketa txikiak eragin ditu urteko batez besteko prezipitazioan.

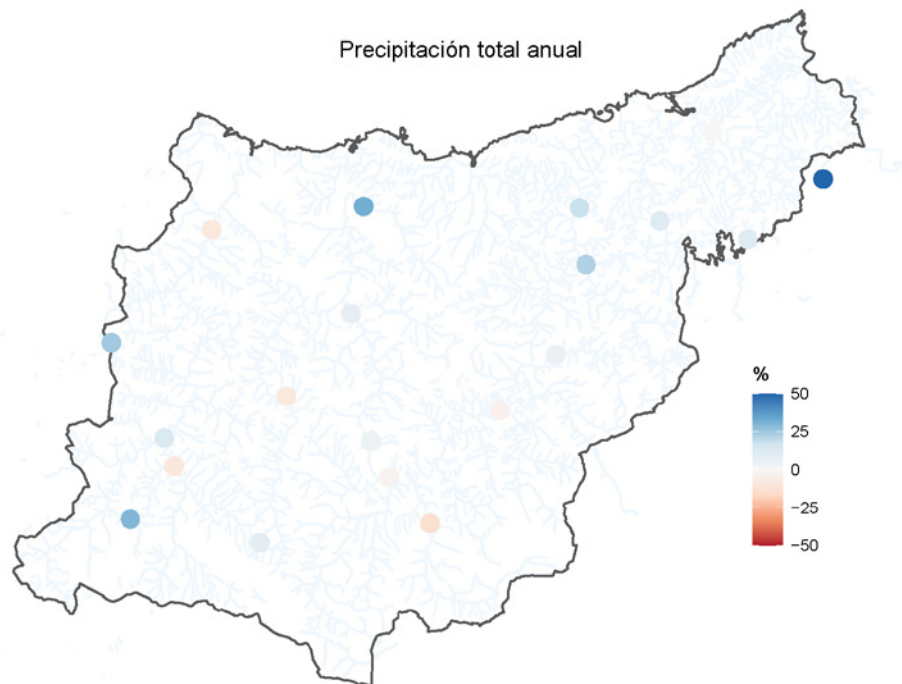
Gipuzkoan, urteko prezipitazio totalak ez du, oro har, joera esanguratsurik erakusten arro hidrografikoetan 1971–2016 aldirako (Ihoberen (2017) serie klimatologikoan oinarrituta). Lurralde osoan goranzko joera orokorra duen tenperaturaren kasuan ez bezala, urteko prezipitazioak ez du joera uniformerik arro hidrografikoetan. Debako, Urolako eta Oriako arroen hegoaldean, Urumeako kostaldean eta Bidasoko arroaren ekialdean, goranzko joera ikusten da, eta zenbait puntutan behatutako urteko joera +20 mm artekoa da. Aldiz, aldi horretarako prezipitazioaren murrizketa handiena duten eremuak Urolako arroaren erdialdeko eta iparraldeko eremuan daude, bertan urteko prezipitazioa -20 mm arte murrizteko joera behatu baita. II. eranskinean prezipitazioaren urtaroko joerak ikus daitezke. Oro har, prezipitazioa handitzeko joera ikusten da, eta jaitsiera orokorrak udan bakarrik ikusten dira arro guztietan. Udazkenean eta udaberrian, gorakadak ikusten dira lurralde osoan.



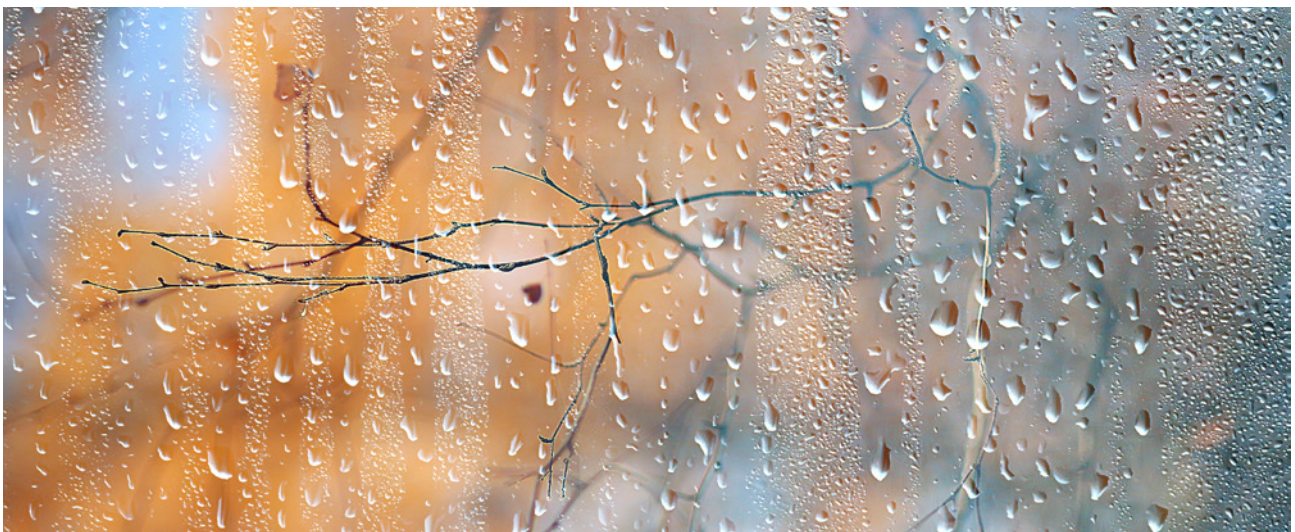
**3.3. 1rd.** Urteko prezipitazio osoaren joera 1971–2016 aldirako. Aldi horretarako doikuntza linealetik abiatuta zehaztu dira aldaketak, bereizmen handiko klimatologian oinarrituta. Datuen iturria: Agertokiak II proiektua (Klimatek, 2017).

Lurraldean eskuragarri dauden prezipitazio-serie luzeenen analisiak (Donostia-Igeldoko (1928-2022) eta Hondarribia-Malkarroako (1956-2022) behatokiak) ez du erakusten urteko prezipitazioaren joera esanguratsurik ere estazio bakoitzerako serie osoak kontuan hartzean. Serie

osoetarako, Igeldoko estazioak goranzko joera erakusten du; Hondarribian, berriz, joera beheranzkoa da. Igeldoko behatokian 1927-2016 aldirako prezipitazioak izan duen bilakaera aztertzen duen azterketa berri batek adierazten du ez dela denbora-joerarik ikusten (López et al., 2023).



3.4. ird. Urte hidrologikoko prezipitazio osoan behatutako joerak 1999/2000-2021/2022 aldian Gipuzkoako LHko estazio-sarean. Joerak aldatu-ehuneko gisa adierazi dira.



Lurraldean eskuragarri dauden estazio plubiometriko guztietarako ere aztertu da prezipitazioaren bilakaera urte hidrologikoetan 1999/2000–2021/2022 aldirako (urtea urrian hasiz); izan ere, aldi hori hautatu da ur-emaria neurtzeko estazioetako emariaren bilakaera aztertzeko.

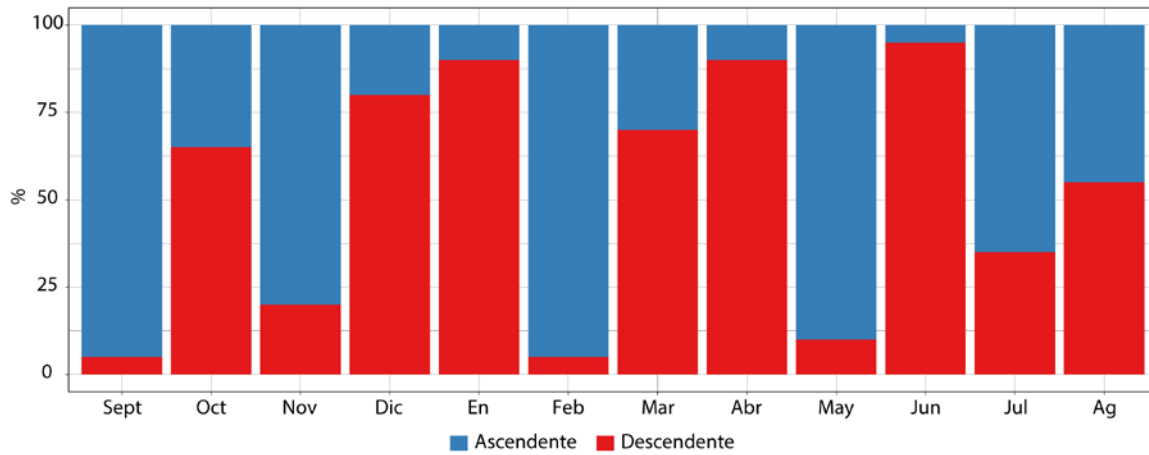
Baliozkotzat hartutako estazio horien denbora-serieen luzera askotarikoa da; horregatik, hautatutako denbora-epeak analisiaren emaitzetan duen eragina kontuan hartuta, epe homogeen bat hautatu da aztertutako serie guztietarako.

ESTAZIOA	Arroa	Arroaren azalera (km <sup>2</sup> )	Koord		Seriea (urte)
			X	Y	
<b>Agautza</b>	Oria	69,64	567033,01	4762906,08	24, 34
<b>Aitzu</b>	Urola	56,13	555086,32	4773482,39	24
<b>Aixola</b>	Deba	5,03	540536,35	4777916,69	24, 34
<b>Aizarnazabal</b>	Urola	269,77	561500,64	4789237,16	24
<b>Alegia</b>	Oria	333,34	572833,17	4772292,88	24
<b>Altzola</b>	Deba	464,25	548874,55	4787304,51	24
<b>Añarbe</b>	Urumea	47,69	593407,84	4786507,42	24
<b>Arriaran</b>	Oria	2,77	562103,26	4769752,20	24
<b>Barrendiola</b>	Urola	3,8	552904,98	4761311,39	24, 34
<b>Elduain</b>	Oria	33,34	577447,19	4776898,75	24, 34
<b>Endara</b>	Bidasoa	6,19	599653	4791540	24
<b>Ereñotzu</b>	Urumea	218,42	586123,11	4788021,43	24
<b>Eztanda</b>	Oria	55,02	563595,12	4766708,16	24, 34
<b>Ibaieder</b>	Urola	62,73	560460,46	4780334,22	24, 34
<b>Lasarte</b>	Oria	796,5	579431,41	4789117,58	24
<b>Leitzaran</b>	Oria	110,01	579978,29	4784421,61	24
<b>Oiartzun</b>	Oiartzun	56,6	590450,03	4795472,12	24
<b>Oñati</b>	Deba	105,78	545771,14	4767675,55	24, 34
<b>San Prudentzio</b>	Deba	121,78	544970,19	4769996,57	24
<b>Urkulu</b>	Deba	9,0	542977	4762252,57	24, 34

**3.1. taula.** Kontuan hartutako estazio plubiometrikoak eta ur-emaria neurtzeko estazioak, haien kokapena eta aztertutako serieen luzera. ETRS89 sistemaren koordinatuak UTM 30N zonan.

1999/2000–2021/2022 aldiran, plubiometro gehienek urteko prezipitazioaren goranzko joera erakusten dute, eta joera horiek lurraldearen ekialdean soilik dira esanguratsuak, hala nola Bidasoko eta Urumeako arroetan Endara edo Ereñozu estazioetan behatutakoak, hurrenez hurren. Hondarribiko Malkarroako estazio meteorologikoan ere

goranzko joera positiboa ikusten da. Gainera, 2. kapituluan azaldu den bezala, prezipitazio gehien metatzen den lurraldeko eremua da. Beheranzko joera ez-esanguratsuak dituzten estazioak Oriako arroaren barnealdean eta Debako arroan daude nagusiki.



3.5. ird. Prezipitazio-joeren hileko banaketa 1999/2000–2021/2022 aldirako.



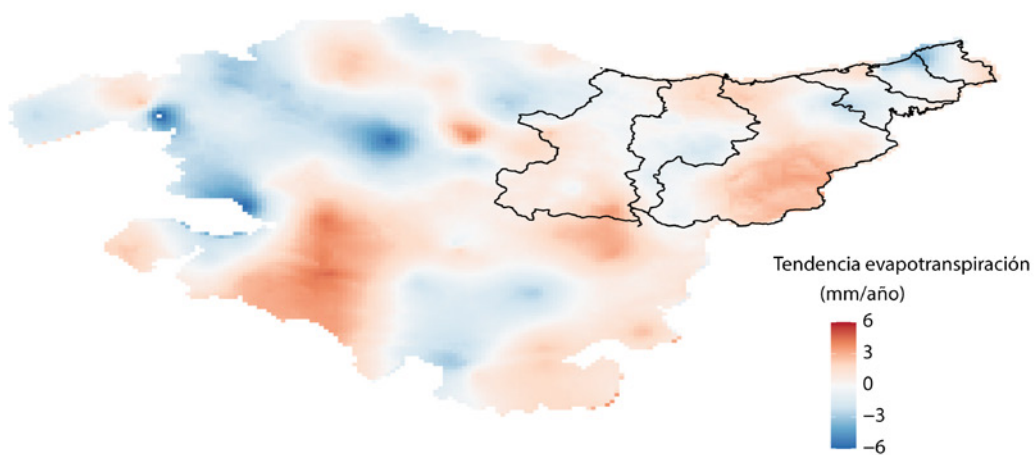
Urtaroen araberako joeren analisiari dagokionez, goranzko joera orokorra ikusten da neguan, eta joera hori bereziki argia da urtarrilean, estazio pluviometriko ia guztiek goranzko joerak erakusten baitituzte. Beheranzko joerak ikusten dira udaberrian zehar estazioen % 60an, martxoko beherakadek apirilean eta maiatzean izandako igoerak arintzen baitituzte. Beheranzko joera bereziki nabarmena da udan estazioen % 90ean, ekainean behatutako prezipitazioaren igoera arintzen duen abuztuko prezipitazio-murrizketak baldintzatua. Udazkenean zehar, joerak ez dira begi-bistakoak: estazioen % 50ek prezipitazioaren goranzko joera erakusten du, eta gainerako % 50ek, aldiz, beheranzkoa. Joera horiek, oro har, ez dira esanguratsuak, hilabete batzuetan eta estazio batzuetan izan ezik (esate baterako, Agauntzan apirilean edo Barrendiolan abuztuan ikusitako beheranzko joerak). Negurako eta udarako emaitza horiek Igeldoko behatokitako epe luzeagoko (1927–2016) prezipitazioaren urtaroko azterketan behatutakoen antzeko joerak erakusten dituzte; izan ere, Igeldoko behatokitakoan ere goranzko eta beheranzko joerak ikusten dira, hurrenez hurren (López et al., 2023).

### 3.1.3. EBAPOTRANSPIRAZIO POTENTZIALA

**E**rreferentziako ebapotranspirazioan ( $ET_0$ ) izandako aldaketek aridotasun-baldintzak modu kritikoan alda ditzakete, baita prezipitazioan aldaketarik egin gabe ere, eta laboreetan eta baliabide hidrikoetan izandako inpaktua handia izan daiteke. Eskala globalean, urteko ebapotranspirazioak goranzko joera du 1980ko hamarkadaren hasieratik; neurri batean, behartze antropogenikoari egotz dakiok (IPCC, 2021), azken hamarkadetan erregistratutako tenperaturaren igoerari. Hala ere, haren determinazioan inplikaturako gainerako aldagaiak (erradiatiboa, ebapotranspirazioa saihesteko energia erabilgarriari lotuta; eta aerodinamikoa, aireak ur-lurrun gehigarria biltegitatzeko duen gaitasunari lotuta) eskualdearen mendekoak dira, haien joerak asko aldatzen baitira eskualdeen

artean (Wang et al., 2017). Horrela,  $ET_0$ -ren joera positiboak eta negatiboak deskribatu dira, eta horrek baldintza lehorragoak edo hezeagoak dakartza, hurrenez hurren.  $ET_0$ -ren joera Espainian aztertzen duen azterketa batean, epe luzerako (1961–2014) joera positiboa ikusten da aztertutako eremuaren zatirik handienean; baina kontrako joerak ikusten dira aldi laburragoak (20–30 urtekoak) aztertzean (Vicente-Serrano et al., 2014; Tomas-Burguera et al., 2021).

Gipuzkoako arroen kasuan, 1971–2016 aldian erregistratutako tenperatura-igoerak pixka bat igo du  $ET_0$ . Izan ere, % 3,8 hazi da 1971tik, eguneko 2,2 mm-tik 2,3 mm-ra pasatuz.



3.6. ird.  $ET_0$ -ren joera 1971–2016 aldian: Aldi horretarako doikuntza linealetik abiatuta zehaztu dira aldaketak, bereizmen handiko klimatologian oinarrituta. Datuen iturria: Agertokiak II proiektua (Klimatek, 2017).

$ET_0$ -k ere ez du joera uniformerik arro hidrografikoetan. Aztertutako aldiko igoerarik handienak Oriako arroaren goiko eta erdiko zatietan gertatu dira; bertan, urteko prezipitazioaren igoera erregistratu den arren, tenperatura-igoera handiagoak erregistratu dira. Debako arroaren goialdean eta Urolako, Oriako eta Urumeako kostaldeko eremuetan ere igoerak ikusi dira. Jaitsierarik handienak Urumeako, Oiartzungo eta Bidasoko arroetan ikusten dira;

bertan tenperaturaren igoera moderatuagoa da, eta prezipitazio-igoerak behatu dira. Urtaroko eskalan (II. eranskina), aldaketa nagusiak udaberrian ikusten dira (igoera orokortuak arro guztietan, Oiartzungo eta Bidasoko arroetako kostaldean izan ezik), eta udan (beherakada orokorrak Urolako, Oriako eta Urumeako kostaldeko eremuan eta Debako eta Oriako arroen barnealdean izan ezik).

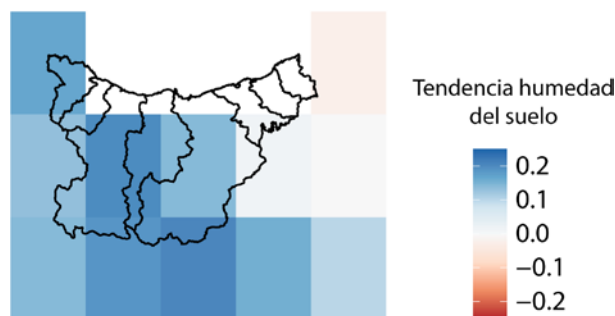
## 3.2. ALDAGAI HIDROLOGIKOEN BILAKAERA HISTORIKOA

### 3.2.1. LURZORUAREN HEZETASUNA

Lurzorua-  
ren hezetasunak balantze hidrologikoaren osagai oso txikia dirudien arren, lurrazalaren geruza meheko lurzoruko hezetasunaren presentziak nekazaritza-ekoizpenaren arrakasta kontrolatzen du; eguzki-energia energia sorrean eta energia sentikorrean banatzea erregulatzen du; eta prezipitazioa jariatzean eta infiltrazioan banatzen du (Feng & Zhang, 2016).

Lurzorua-  
ren hezetasunaren espazioaren eta denboraren aldakortasuna faktore askok zehazten dute, hala

nola tenperaturak, prezipitazioak, topografiak, lurzorua-  
ren erabilerak, landarediak eta lurzorua-  
ren motak eta sakonerak (Deng et al., 2016). Faktore nagusiak hauek dira: prezipitazioa irabazi gisa (hezetasun handiagoa) eta tenperatura/erradiazio garbia ebapotranspirazioagatiko galera gisa (aridotasuna). Zenbait azterketak adierazten dute azken lau hamarkadetan lurzorua-  
ren hezetasuna jaitsi egin dela eskualde askotan (Deng et al., 2020; Lal et al., 2023). Europan, 1979az geroztik, beheranzko joera argia ikusten da.



3.7. ird. Lurzorua-  
ren hezetasunaren joera, 1992–2019. Datuen iturria: C3S soil moisture v202012 PASSIVE.

1992–2019 aldiko Gipuzkoako lurzorua-  
ren hezetasuna-  
ren bilakaeraren analisiak, satellite-datuetatik abiatzen denak, adierazten du lurzorua-  
ren hezetasuna handitu egin dela aldi berri horretan eta igoera hori handiagoa izan dela mendebaldeko arroetan.

### 3.2.2. JARIATZEA

Eskala globalean, ez dago jariatze-aldaketaren seinale argirik, baina bai klima-aldaketak tokiko edo eskualdeko mailan ur-fluxuak aldatu dituela erakusten duten ebidentziak Eyring et al., 2021; Gulev et al., 2021). Klima-faktoreek –batez ere prezipitazioaren eta lurruntzearren aldaketek (Zang & Liu, 2013; Greve et al., 2014; Ficklin et al., 2018)– eta behartze antropogenikoak (Gudmundsson

et al., 2017; 2021) eskala globaleko emariaren urteko batez besteko joeretan gertatzen diren desberdintasun espazialak baldintzatzen dituzte. Klima-faktore horiez gain, faktore antropogenikoek –hala nola lurzorua-  
ren erabileren aldaketak edo ura erauzteak– jariatzea murriztu dezakete (Sun et al., 2019; Vicente-Serrano et al., 2019).

Gipuzkoako LH Mediterraneoko eskualdearen eta Europako kontinentearen ipar-ekialdeko eskualdeen arteko trantsizio-eremu batean dago. Mediterraneoko eskualdean, emari-jaitsierak ikusi dira azken hamarkadetan (Coch & Mediero, 2016; García-Ruiz et al., 2011; Yeste et al., 2018); Europako kontinentearen ipar-ekialdeko eskualdeetan, berriz, prezipitazioen eta emarien igoerak detektatu dira (Dixon et al., 2006; Hannaford, 2015; Hannaford et al., 2013; Harrigan et al., 2018; Vicente-Serrano et al., 2019), nagusiki neguan –eta jaitsierak, aldiz, udan–, 1960az geroztik. Behatutako joerak, zenbait kasutan, aldakortasunari eta klima-joerei egotz dakizkieke, Europako ipar-ekialdean behatutako joeren kasuan gertatzen den bezala (Fenta et al., 2017; Vicente-Serrano et al., 2019); beste kasu batzuetan, berriz, joerak giza jarduerari erantzuten dio, ura erauztearen edo lurzorua erabileretan egindako aldaketan, urtegien eraikuntzaren edo ureztapenaren ondorioz (Wada et al., 2013; He et al., 2017; Vicente-Serrano et al., 2019).

Gipuzkoako arroetako ur-emaria neurtzeko estazioetako emariaren bilakaera aurrez aztertu da ‘Urrakortasun hidrikoa: iragan hurbileko joeretatik etorkizunekoetara’ azterketan (EHU-UPV eta IHOBE, 2017). Azterketa horretan, 20 urteko epean (1995/1996 eta 2014/2015 urte hidrologikoen artean, urte hidrologikoa urrian hasiz) aztertu ziren denbora-joerak, denbora-escala desberdinetan, emari ertain eta baxuetan (Q20<sup>1</sup>), eguneko emarien denbora-serieetatik abiatuta. Analisiaren emaitzek ez zuten joera argirik adierazi eguneko eskalan; izan ere, ur-emaria neurtzeko estazio batzuetan emarien igoera ikusi zen, eta beste batzuetan, aldiz, beheranzko joera. Denbora-escala handiak (hilekoa, urtarokoa eta urtekoa) kontuan hartuz gero, analisisen emaitzek joera positiboak erakutsi zituzten; nolahi ere, joera horiek ez ziren esanguratsuak estazio gehienetan, eta ez zen desberdintasun espazialik ikusi. Emari baxuei dagokienez, azterketak horien iraupenaren eta gogortasunaren beherakada erakutsi zuen neguan zein udaberrian, eta gorakada udazkenean. Eguneko emarietatik abiatuta 1961–2012 aldirako egindako batez besteko emarien beste analisi batek –kasu honetan urteko eskalakoak– goranzko joera esanguratsuak erakusten ditu oro har Gipuzkoako LHko ekialdeko ur-emaria neurtzeko estazioetan (Vicente-Serrano et al., 2019). Gainera, Vicente-Serrano et al.-en azterketa honetan (2019) behatutako

joera horiek klima-joerei esleitzen zaizkie neurri batean; hau da, prezipitazioaren joerei. Tenperaturarekiko harreman hori ez da Erresuma Batuan edo Frantzia ikusitakoa bezain nabarmena.

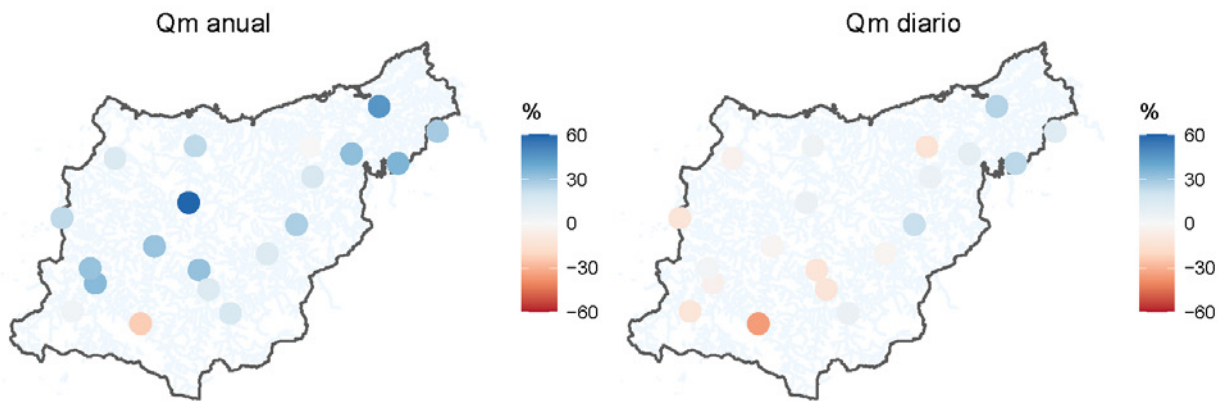
Azterketa honetan egindako emarien analisisan EHU-UPV eta IHOBEk egindako azterketan (2017) erabilitako metodologia egokitua aplikatu da. Lehenik eta behin, aldatu egin da analisi-aldia. Aurrez adierazitako zehaztapenekin, ur-emaria neurtzeko estazioen ondoko plubiometro-serieetan egindako prezipitazioaren analisisan 1999/2000–2021/2022 urte hidrologikoetarako denbora-serieak aztertu dira; hau da, 24 urteri dagozkionak, gutxienez urte horietako neurketak dituzten ur-emaria neurtzeko estazioetan. Gainera, denbora-serie luzeagoak dituzten estazioetan 1989/1990–2021/2022 aldirako joerak aztertu dira, 30 urte baino gehiagoko denbora-seriea izanik. Urtaroen arabera egindako analisisa ere aldatu da (negua: Abendua, urtarrila, otsaila; udaberria: martxoa, apirila, maiatza; uda: ekaina, uztaila, abuztua; udazkena: iraila, urria, azaroa), bat etor dadin ondorengo kapituluaren azalduetako aldagai hidrologikoen proiektzioetan kontuan hartutako hilabeteekin. Serieak orokortu ondoren, metodologia bera aplikatu da joeren garrantzia zehazteko; hau da, Mann-Kendall-en testa aplikatu da (Mann, 1945; Kendall et al., 1987), joera bat era monotonoan igotzen edo gutxitzen den maila neurtzen duena. Serieetan egon daitekeen autokorrelazioaren balizko eragina ezabatzeko, Yue et al.-ek (2002) proposatutako metodoa erabili da. % 95eko esangura-maila ezarri da. Aldaketaren magnitudea ebaluatzeko, Vicente-Serrano et al.-ek (2019) aplikatutako metodologiari jarraituz, denbora-serieen (aldagai independentea) eta emari-seriearen (mendeko aldagaia) arteko erregresio linealaren analisi bat erabili da aztertutako denbora-escala desberdinetarako. Aldaketa-magnitude hori aldaketa-ehuneko gisa adierazi da, eta, horrela, aztertutako estazioen arteko emari-magnitudeen eragina ezabatu da. Estazio bakoitzean 1999/2000 eta 2021/2022 urte hidrologikoen artean emariaren aldaketa-ehuneko hori zehazteko, urte horietarako emariaren balioa hartu da kontuan, adierazitako erregresio-analisisan lortutako erregresio linealeko koefizienteak erabiliz. Balio horietatik abiatuta, 1999/2000 eta 2021/2022 bitarteko igoera- edo jaitsiera-ehunekoa lortzen da, hasierako balioei dagokienez, honako adierazpen honen arabera:

$$C_{1999/2000-2021/2022} = \frac{100 RL_{2021/2022}}{RL_{1999/2000}} - 100$$

<sup>1</sup> Q20 pertzentilaren azpiko emariak –pertzentil hori definitzen da datu-serieko egunen % 80an gaintzen den eguneko batez besteko emari gisa–.

Eguneko eskalako batez besteko emariaren denbora-serieen analisiak ez du uniformetasunik erakusten joeraren zeinuari dagokionez: kontuan hartutako estazioen % 50ek goranzko joerak erakusten du, eta gainerako % 50ak, aldiz, beheranzkoa. Gora egiten duten emariak dituzten estazioen artetik, 9tan soilik da esanguratsua; aldiz, joera negatiboak dituzten estazioetan artetik, 3tan soilik da esanguratsua (Arriaranen, Aixolan eta Barrendiolan). Aldakuntza espazialei dagokienez, jaitsiera handienak (kolore gorriak) lurraldeko hegoaldeko eta ekialdeko estazioetan ikusten dira; eta igoera handienak (kolore urdinak), berriz, ekialdeko estazioetan. Joeren zentzua EHU-UPVk

eta IHOBek egindako 20 urteko analisisan (2017) lortutakoaren antzekoa da. Nahiko gertu dauden estazioen arteko aurkako joerek, kasuren batean tokiko prezipitazioaren beherakada puntualaren ondoriozkoak izateaz gain, giza eraginaren ondoriozkoak izan daitezke (adibidez, gordailuen eta erauzteen ondoriozkoak) arto indibidualetan, baina baita drainatze arterialaren eragin posibleen (adibidez, zabaltze artifizialaren eta kanalak sakontzearen) ondoriozkoak ere, Erresuma Batuan eta Irlandan egindako azterketetan ikusi den bezala (Harrigan et al., 2014; Tijdsman et al., 2018). Ez da atribuzio-azterketarik egin, eta aipatutakoak berretsi gabeko aukerak dira.



3.8. ird. 24 urteko aldirako (1999/2000–2021/2022) urteko batez besteko emariaren (ezkerrean) eta eguneroko emariaren (eskuinean) serieen joerak, aldaketa-ehuneko gisa adierazita.

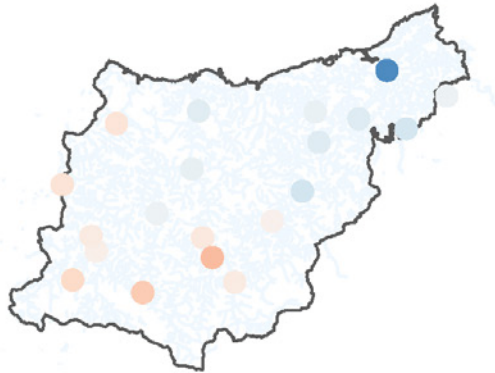
Urteko, urtaroko eta hileko eskaletan ez da ikusten, oro har, batez besteko emariaren aldaketa nabarmenik. EHU-UPVren eta IHOBEn kalteberatasun-azterketan (2017) adierazten den bezala, kontuan izan behar da egindako analisisan eguneko eskaletatik eskala horietara igarotzeak urteko 365 datu kontuan hartzetik urteko datu 1 kontuan hartzera pasatzea dakarrenez (urteko eskala) aztertutako datu-kopurua txikia dela denbora-escala murriztu horietan.

Urteko eskalan, estazio ia guztiek dute batez besteko emariaren goranzko joera aztertutako 24 urteko epean.

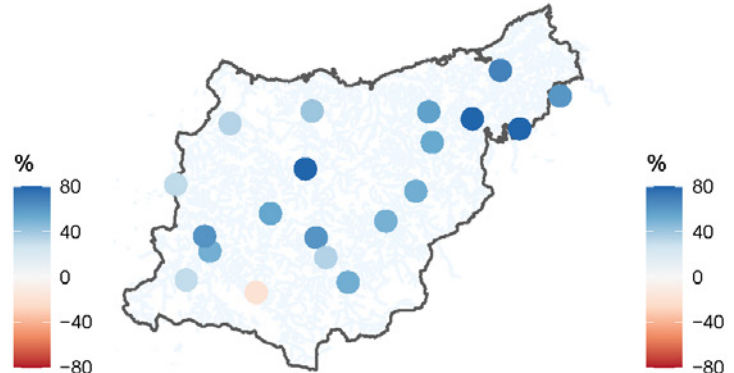
Hori lotuta egon daiteke denbora-escala horretan behatutako urteko prezipitazio osoaren igoerarekin. Izan ere, korrelazio positiboa eta estatistikoki esanguratsua dago prezipitazio totalaren eta arto guztietako batez besteko emariaren artean. Korrelazio positibo hori arto guztietan aztertutako denbora-escala guztietan gertatzen da. Prezipitazioak batez besteko emarian duen denbora-eraginaren analisiak (hau da, zenbat denbora pasa behar duen erortzen den prezipitazioak eragina izateko emarian denbora-tarte bat geroago) adierazten du prezipitazioak 2–3 hilabete igaro ondoren eragina izaten jarraitzen duela erregiratutako emarian.



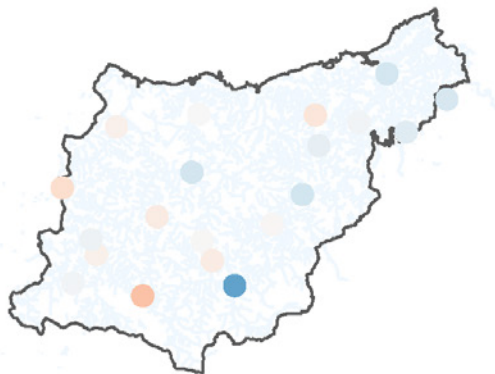
Qm otoño



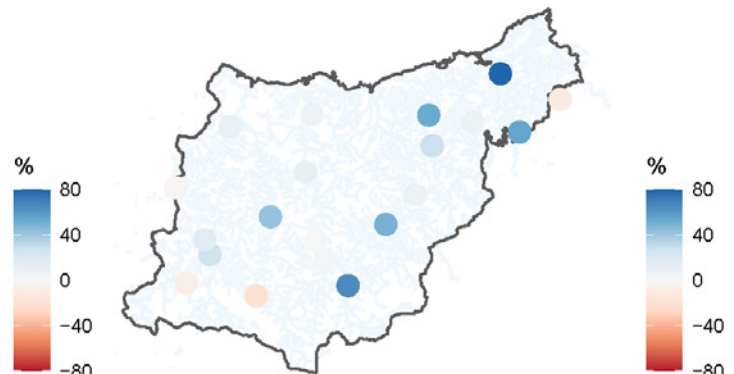
Qm invierno



Qm primavera



Qm verano

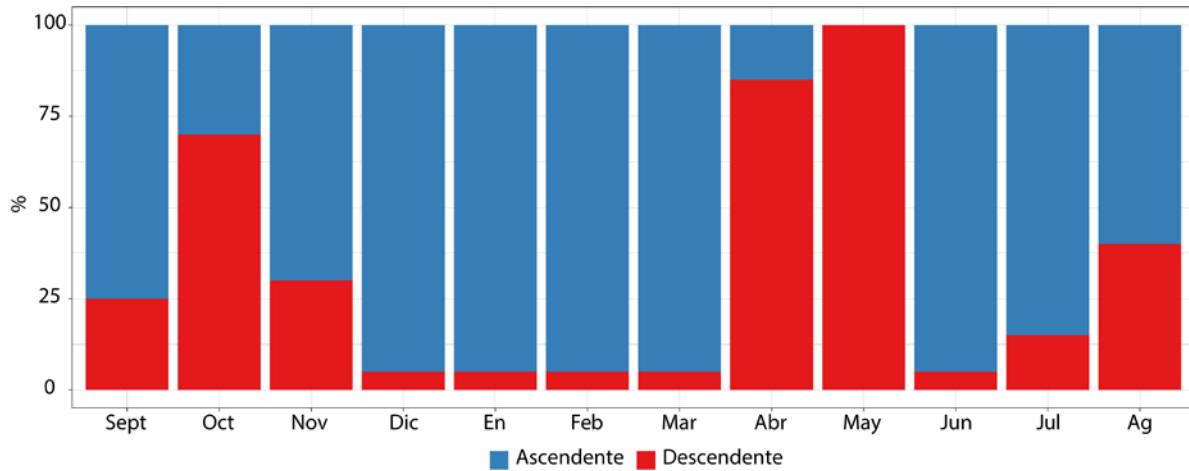


3.9. ird. Emari-serieen urtaroko joerak, aldaketa-ehuneko gisa adierazita, 1999/2000–2021/2022 aldirako.

Urtaroko joerei dagokienez, udazkenerako (iraila, urria eta azaroa) eta udaberrirako (martxoa, apirila eta maiatza) kontrako joerak dituzten estazioak ikusten dira, eguneroko batez besteko emariaren banaketa espazial berarekin; hau da, beherakadekin lurraldeko hegoaldeko eta ekialdeko estazioetan, eta igoerekin ekialdeko estazioetan. Udan (ekaina, uztaila eta abuztua) emarian ikusitako aldaketak txikiagoak dira, eta emaria handitzeko joera duten estazioak dira nagusi. Neguan (abendua, urtarrila, otsaila), estazio guztiek erakusten dute emaria handitzeko joera, batek izan ezik. Gainera, urtaro horretan handiagoak dira ikusitako aldaketak. Aldaketa horiek ez dira esanguratsuak estatistikoki. EHU-UPVren eta Ihoberen aurre-itzazko azterketan (2017) lortutako emaitzekin alderatuta,

antzeko emaitzak lortzen dira negurako, eta estazio ia guztiek erakusten dute goranzko joera. Gainerako estazioetan ere joeren banaketa espaziala oso antzekoa da.

Aztertutako estazio guztietan neguan zehar nagusi izandako goranzko joerak erantzuten dio abendutik martxora bitartean estazio guztietan –salbuespenen batekin– izandako goranzko joerari. Apirilean eta maiatzean, berriz, beheranzko joerak dituzten estazioak dira nagusi, baina ez dute lortu martxorako ikusitako goranzko joera orokorreari aurre egitea, eta, beraz, udaberrian ez da goranzko joera orokorrik ikusten. III. eranskinean adierazita daude aztertutako ur-emaria neurtzeko estazio bakoitzerako hileko joerak (aldaketa-ehuneko gisa).



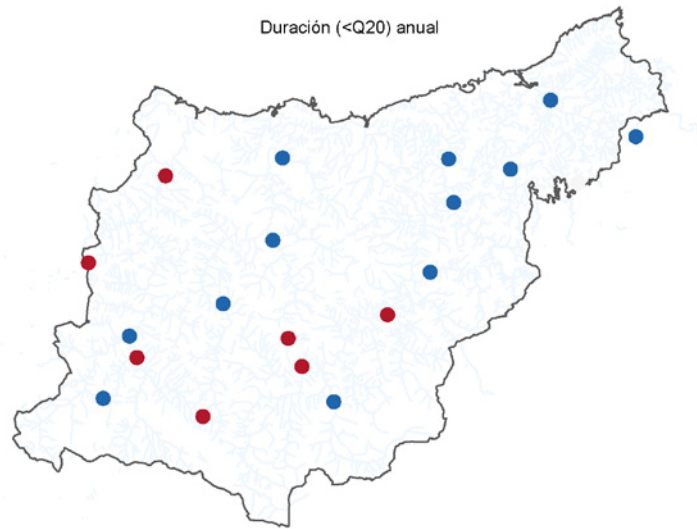
3.10. ird. Batez besteko emariaren joeren hileko banaketa 24 urteko serierako (1999/2000–2021/2022).

Eskuragarri dauden emarien denbora-serie luzeenen (emaria neurtzeko estazio batzuetan 34 urtera iristen dira) analisiari dagokionez, oro har, 24 urteko serie historikorako behatutako en antzeko joerak ikusten dira. Urteko eta eguneroko eskaletan ez dago espazio-patroi argirik, kontrako zeinuko joerak erakusten dituzten estazioak ageri baitira. Gauza bera gertatzen da udaberrian eta udan. Edonola ere, joera orokorra da neguan batez besteko emaria handitzea, eta udazkenean txikitzea. Dagozkion ur-emaria neurtzeko estazioetako prezipitazioaren denbora-serieen analisiak emariaren joera paraleloak erakusten ditu, udan izan ezik; izan ere, udan aztertutako 8 estazioetan batez besteko prezipitazioa murrizteko joera dago, baina ur-emaria neurtzeko estazio batzuek batez besteko emariaren igoera erakusten dute. Oro har, korrelazioa dago eguneko prezipitazioaren eta eguneko batez besteko emariaren artean.

Laburbilduz, emari-serieen joera esanguratsu orokorrek eguneko batez besteko emarira mugatzen dira, baina ez dago joera espazial homogeneousik, estazio batzuek aurkako joera erakusten baitute. Urteko eskalan, joera

esanguratsu orokorrik ez badago ere, batez besteko emaria handitzeko joera ikusten da arro guztietan. Urteko joera hori udazkenean eta udaberrian ikusitako joerak baldintzatzen du. Negua da ia lurralde osoan goranzko joera duen urtaroa.

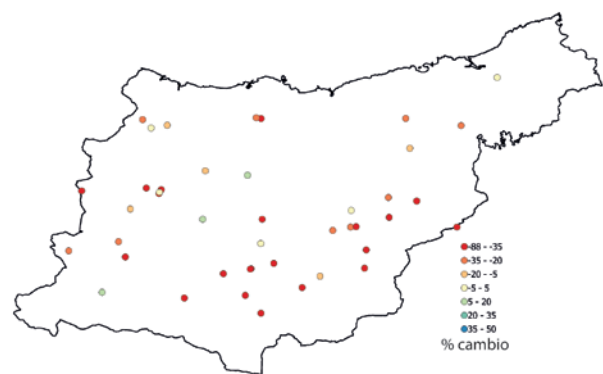
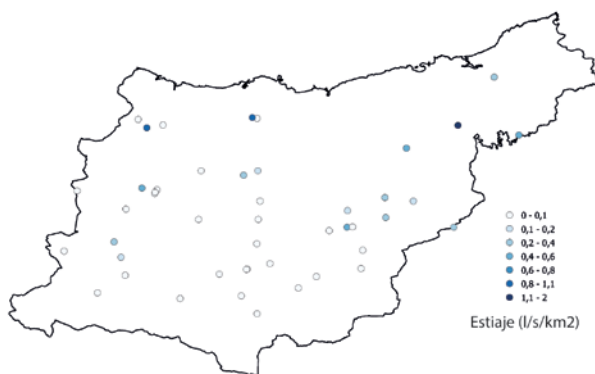
Denbora-aldiaren (egunak) joera ere aztertu da, Q20 pertzentilaren azpiko emari-balioekin (pertzentil hori definitzen da datu-serieko egunen % 80an gaintzen den eguneko batez besteko emari gisa). Oro har, ez da joera esanguratsurik ikusten aztertutako ezin denbora-eskalan. Urteko eskalan ez dago joera espazial uniformerik, eta aurkako joerak daude estazioen artean: % 60k beheranzko joerak erakusten ditu Q20ren iraupenean, eta gainerako % 40ak goranzko joerak. Emari baxuen iraupena handitzeko joera duten estazioak Oriako arroaren hegoaldean eta Debako arroaren ekialdean daude, eta bat datoz, neurri handi batean, udaberrian eta udazkenean batez besteko emariaren jaitsiera-joerak erakusten dituzten estazioekin. Emari baxuen iraupena modu orokorragoan handitzen da uztailan eta irailean. Gainerako urtarotan ez da aldaketa aipagarririk detektatu.



**3.11. ird.** Emari baxuen iraupen-joera (Q20) urteko eskalan. Gorriz adierazi dira iraupena handitzeko joera duten estazioak, eta urdinez iraupena murrizteko joera dutenak. Erakutsitako ezin joera ez da estatistikoki esanguratsua.

Urteko gutxieneko emariak –hau da, agorraldiko emariak– Gipuzkoako 47 ibai eta iturburutako ur-emaria neurtzeko 8 kanpainatan aztertu dira 1999tik 2022ra bitartean. Analisisiek erakusten dutenez, oro har, emariak gutxitu dira

1999az geroztik. 2022an egindako kanpainaren emaitzak nabarmentzen dira: 18 laginketa-puntuk minimo historikoak izan zituzten.



**3.12. ird.** (esk.) 2022ko agorraldiko ur-emarien neurketa-kanpaina Gipuzkoako ibai eta iturburu nagusietan. (ezk.) Agorraldiko ur-emarien neurketen aldaketa 2022 eta 1999 urteen artean.

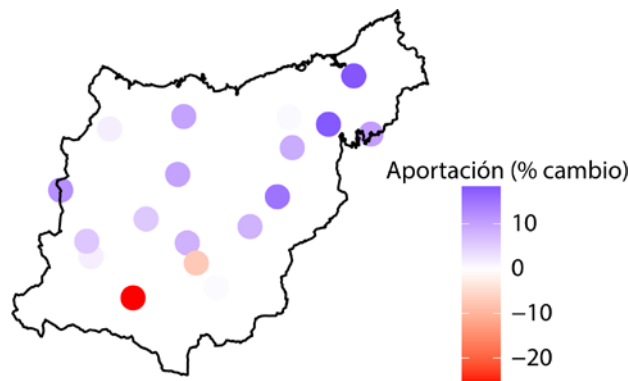
Sareko emari maximoen denbora-joerak Naturklimak 2022an egindako txostenean aztertu ziren. 1990–2021 aldirako egindako analisiak ondorioztatu zuen aztertutako ur-emaria neurtzeko hamar estaziotan urteko emari maximoaren igoera esanguratsuak ikusi zirela, batez ere Oriako,

Urolako eta Oiartzungo arroetan. Era berean, emari handiko muturreko gertakariak –estazio bakoitzari dagokion serieko 90 pertzentiletik gorako emaria duten urteko egunen kopuru gisa definitzen direnak– aztertzean, handitze-joera esanguratsuak ikusi ziren lurraldearen ekialdeko arroetan.

### 3.2.3. EKARPENAK

2000–2020 aldirako urteko ekarpenen serie historikoen analisiak handitzeko joera orokorra erakusten du, baina joera horiek ez dira inola ere estatistikoki esanguratsuak. Urolako arroko goi-eremuko estazioetan, arro horretako erdi-mendebaldeko eremuan eta Oriako arroko hego-mendebaldean soilik ikusten dira joera negatibo batzuk. Ekarpunen igoera +% 2tik +% 50era bitartekoa da, eta lurraldearen ekialdeko estazioetan gertatzen

dira aldaketarik handienak, bertan igo baita gehien urteko prezipitazioa. Aldagai horrek korrelazioa du (0,8 eta 0,95 bitarteko Pearson r koefizientea) arroetan erregistratutako urteko prezipitazioarekin. Horregatik, aztertutako aldian erregistratutako urteko prezipitazioaren igoerak urteko ekarpenak handitzeko joera hori azaldu dezake, batez ere lurraldearen ekialdean (urteko prezipitazioaren igoera eta korrelazioa handiagoak dira bertan).



3.13. ird. Urteko ekarpenaren joera. Urteko ekarpenaren aldaketa-ehunekoa. Erakutsitako ezein joera ez da estatistikoki esanguratsua.

### 3.2.4. LURPEKO URAK

Temperaturak, prezipitazioak eta ebapotranspirazioak eragina izan dezakete lurpeko uren birkargan, deskargan eta kalitatean, eta, beraz, haien erabilera guztietan. Aldagai meteorologiko horien aldakuntzek aldaketa nabarmenak eragin ditzakete akuiferoen birkarga-tasan (Jyrkama eta Sykesa, 2007), eta horiek, aldi berean, aldakuntza handiak eragin ditzakete maila piezometrikoan.

Eskala globalean ez da joera uniformerik ikusten lurpeko uraren bilakaerari dagokionez. Zenbait eskualdetan –tropikoetan, esate baterako–, prezipitazioen intentsitatea handitzeak, neurri batean giza eraginaren ondorioz, lurpeko uren birkarga hobetu du. Beste batzuetan, berriz, beherakada handia ikusi da XXI. mendearen hasieratik gutxienez, lurpeko ura nekazaritza-eremuak ureztatzeke eraztearen ondorioz (IPCC, 2022). Nolanahi ere, kontuan hartu behar da toki mailan piezometria bidez behatutako edo eskualde-eskalan satelite bidez zenbatetsitako

lurpeko uren biltegitratze-aldaketen atribuzioa zaila dela eragin antropogenikoaren ondorioz (barnean hartzen ditu lurzorua erabilera-aldaketak eta ur-ateratzeak).

Txosten honetan aztertu dira EAEko Lurpeko Urak Kontrolatzeko Oinarrizko Saretik datozen datuak, lurpeko ur-masa desberdinen egoera kuantitatiboaren eta egoera kimikoaren jarraipena egiteko aukera ematen duena. Estazio batzuek berezitasunak dituzte, kontrol-puntuetatik ibaian gora urez hornitzeko, ureztatzeke edo aprobetxamendu hidroelektrikorako emariak biltzen baitira.

Kontrol foronomiko eta piezometrikoko estazioetan erregistratutako mailen eta emarien alde aurreko analisiak adierazten du eguneko eskalan estazio gehienek emariaren eta mailaren beheranzko joera esanguratsuak dituztela. Analisi hori ez da zabaldu denbora-eskala handiagoetara.

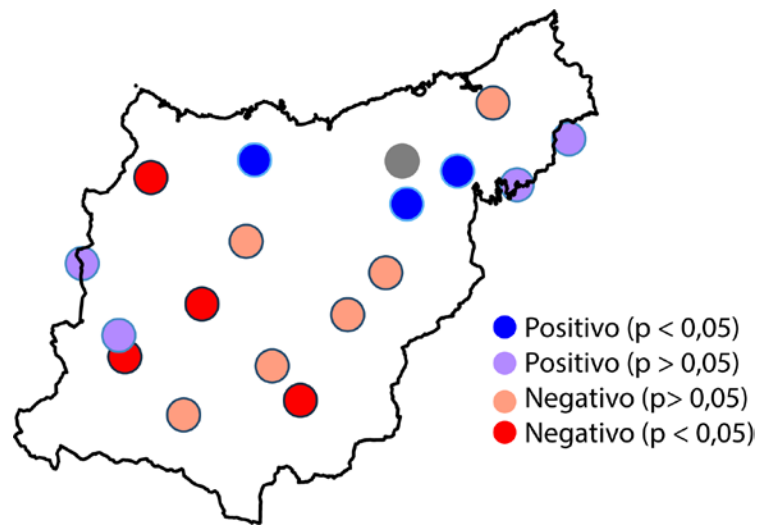
### 3.3. MUTURREKO KLIMA-ERREGIMENA

PCCren seigarren txostenak (IPCC, 2021) zehazten du berotze globalak jada eragin duela muturreko klima- eta meteorologia-fenomenoen maiztasuna eta intentsitatea handitzea –hala nola bero-boladana, muturreko prezipitazioa eta uholdeena edo lehorteena– industriaurreko garaitik. Horren ondorioz, gizarteak gero eta kalteberagoak dira urarekin zerikusia duten hondamendien aurrean. 2001etik 2018ra bitartean, eskala globaleko natura-hondamendien % 74 inguru urarekin, uholdeekin eta lehorteekin erlazionatu ziren.

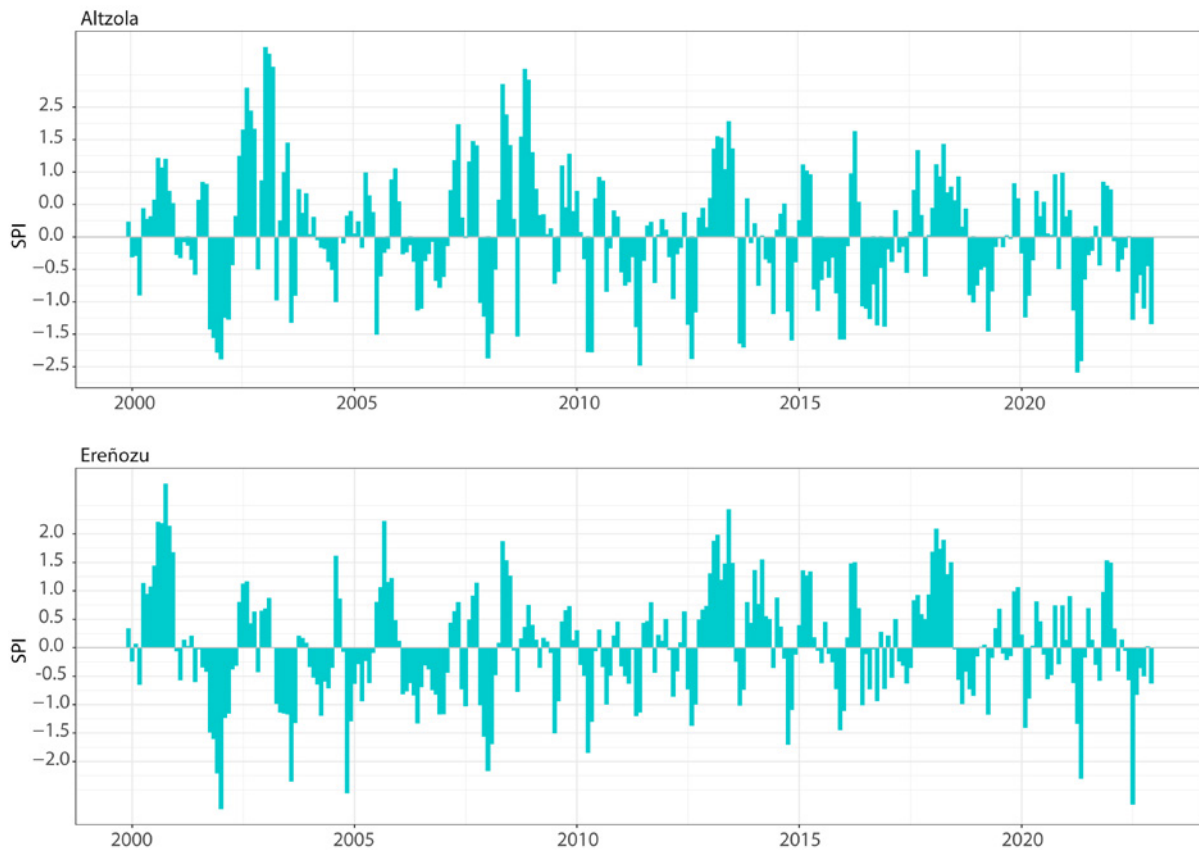
Uholdeak dira gure lurraldeko arrisku natural nagusia. Uholdeak fenomeno konplexuak dira, hainbat faktoreen arteko loturek eragiten dituztenak: eguraldiari dagozkion kausak (muturreko prezipitazioak); arroaren ezaugarri fisikoak; uholde-eremuen topografia; drainatze-ahalmena; edo lurzorua eta landarediaren erabileren aldaketak. Eskala globalean, uholde globalak eta muturreko euri-gertakariak % 50 baino gehiago igo dira hamarkada honetan; gaur egun, 1980an baino lau aldiz handiagoa den tasan gertatzen ari dira (EASAC, 2018). Europan, muturreko prezipitazioak areagotu egin dira Europako iparraldean eta ipar-ekialdean, baina ez da joera argirik ikusten Mediterraneo eskualdean eta Europako hegoaldean (Peña-Angulo et al., 2020). Gipuzkoaren kasuan, txosten batzuek erakusten dute prezipitazioen torrentzialtasuna handitzeko joera dagoela (OHZN-GFA, 2017), eta intentsitate handiko prezipitazio-gertakariak areagotzekoa, batez ere azken hamarkadan (Naturklima, 2023). Ez da erraza uholde-gertakarien maiztasunaren eta intentsitatearen joerak aztertzea; izan ere, kontuan hartu behar dira uholdeen denboran eta espazioan zeharreko agertze-maila txikia; uholdeek eragindako kalte handiagoak urpean gera daitezkeen eremuak aldi jakin batzuetan okupatzearen ondorioz; eta arriskua murrizteko egindako obren ondoriozko kaltearen murrizketa –horiei esker azken urteotan lortu da arriskua eta sortutako kalteak nabarmen jaitea–. Iraganeko gertakarien analisia ez da halabarrez adierazgarria egungo uholdeei dagokienez (URA, 2021). 'Klima-aldaketaren inpaktua eta harekiko kalteberatasuna Gipuzkoan 2022' txostenean (Naturklima, 2022), lurraldeko uholde-gertakarien erregistro historikoa jaso da.

Lehorte-gertakariak azken hamarkadetan eragina izan dute lurraldeko hiri- eta industria-horniduran. Gertakaririk nabarmenena 1988ko abuztutik 1990eko azarora bitarteko aldiari dagokio. 1991–1995, 1999–2001 eta 2003–2005 urteen artean ere gertatu ziren jariatzearen murrizketak, baina ez hain modu orokorrean. Iparraldeko Lehortearen Plan Bereziak (2007) eta Euskal Autonomia Erkidegoko Barne Arroetako Lehortearen Plan Bereziak (URA, 2021) iraganeko lehortei buruzko informazioa dute. Lehortearen joeren analisia konplexua da, fenomeno hori definitzeko eta kuantifikatzeko zailtasuna dela-eta. Europa mailan, kontrako joerak erakusten dituzten azterketak daude. Emaizta horien ziurgabetasuna lotuta dago analisi-aldi desberdinak eta lehortearen definitzen duten metrika desberdinak erabiltzeari (Vicente-Serrano et al., 2021). Epe luzeko joerak (1851–2018) aztertzen dituen azterketa berri batek adierazten du ez dela joera esanguratsurik ikusten Europa mailan, puntu batzuetan eta analisi-aldi laburragoetan izan ezik. Baldintza lehorragoetarako joerarik handienak Erresuma Batuko eta Irlandako udarako ikusten dira.

Kontuan hartuta prezipitazioak lehortearen aldakortasunean eta intentsitatean erabakigarria den faktore meteorologikoa izaten jarraitzen duela (Briffa et al., 2009), lehortearen bilakaera aztertzeke gehien erabiltzen eta gomendatzen den metriketako bat Prezipitazio Indize Estandarizatua (SPI) da (MCKEE 1933–1995). Indize hori definitzen da dagokion metaketa-aldian zehar prezipitazioaren batezbestekoarekiko desbideratze estandarren kopurua adierazten duen zenbakizko balio gisa, prezipitazioaren jatorrizko banaketa banaketa normal batera aldatu ondoren. Azterketa honetan SPI adierazlea zehaztu da, 1999/2000–2021/2022 aldirako, lurraldeko plubiometro-sareko 3 hila-beteko prezipitazio metatuko serieetatik abiatuta. SPEI R paketea erabiliz (Beguería et al., 2014). Adierazlearen joeren analisiaren emaitzek erakusten dute joera negatiboak dituzten estazioak nagusitzen direla (baldintza lehorragoak), esanguratsuak izan ez arren, eta lurraldearen men-debaldeko zein ekialdeko estazioek erakusten dituztela joera positiboak (hezeagoak).



3.14. ird. Aldaketaren joera eta haren esangura SPI serieetan (3 hilabeteko SPI metatua) estazio plubiometrikoetan.



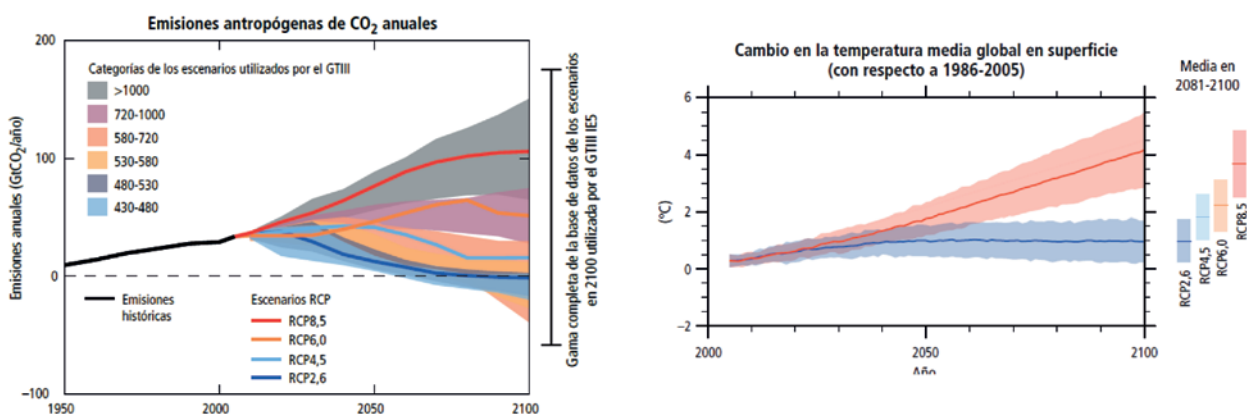
3.15. ird. SPI indizearen (3 hilabeteko metatuaren) bilakaera Altzolako eta Ereñotzuko estazioetan.

## 4. KLIMA-ALDAKETAREN INPAKTUA BALIABIDE HIDRIKOETAN

**K**lima-aldaketaren eta berotze globalaren ondorioz, planetako eskualde askotan temperatura- eta prezipitazio-erregimenak aldatzea aurreikusten da. Horrek,aldi berean, inpaktu oso garrantzitsuak eragin ditzake sistema hidrikoan, emarien eta ibaien eta akuiferoen birkargaren erregimenei eraginez, eta, beraz, baliabide hidrikoen eskuragarritasunean eragingo luke. Kapitulu honetan, klima-aldaketak baliabide hidrikoan izan ditzakeen inpaktuak aztertzen dira, urteko eta hileko klima-aldagaietan eta aldagai hidrologikoetan izan daitezkeen aldaketak ebaluatuz.

Klima-aldaketak eragiten dituen efektuak aztertze-ko orduan, klima-eredu globalen emaitzak erabili ohi dira etorkizuneko klima-iragarpenak lortzeko. Eredu horiek, zirkulazio orokorreko ereduak (GCM ingelesez) izenekoek, atmosferaren, ozeanoen, izotzaren eta lehorreko erliebearen interakzioen zenbakizko simulazioak egiten dituzte. GCMen behartze nagusia eguzki-irradiazioa den arren, eredu guztiek gas atmosferikoen (jatorri antropogenikoen nahiz naturalekoen) kontzentrazioen behartzea dute baita ere. Klima-sistemari hainbat modutan eragiten dion egoera sozioekonomiko globalaren etorkizuneko bilakaera posibleari buruzko ezjakintasuna dela eta, GCMetan aldaketa

horiek berotegi-efektuko gasen isuriaren agertoki sintetikoaren eta lurzoruaren erabilerean aldaketaren bidez modelatzen dira; horiek simulaziorako erreferentzia-egoerak ematen dituzte, garapen sozioekonomikoko agertoki onargarri desberdinen arabera. Txosten honetan, IPCC-AR5en definitutako RCP4.5 eta RCP8.5 klima-aldaketaren agertoki nagusiak (Representative Concentration Pathways, RCP) erabili dira, BEG isuriaren azkenaldiko bilakaeraren arabera espektrolik arrazoizkoena hartzeko eta lurralderako eskuragarri dauden agertokiak baitira. RCP agertoki horiek bereizten dira 2100. urterako erradiazio bidezko behartze totala 4,5 W/m<sup>2</sup> eta 8,5 W/m<sup>2</sup> delako, hurrenez hurren. RCP4.5 agertokiaren multzoa dagokien datoen hamarkadetan eredu ekonomikoaren eraldaketa gertatuz gero izango liratekeen agertokiari, eta berotegi-efektuko gasen isuriaren gailurra (CO<sub>2</sub> bal.) 2050. urte inguruan kokatzen dute. Aldiz, RCP8.5 agertokiak berotegi-efektuko gasen isuriak mende osoan gora egiten jarraituz gero izango liratekeen agertokiari dagozkien, eta isuriaren gailurra mende honen amaieran edo hurrengoaren hasieran kokatzen dute. RCP4.5 agertokian, azaleko airearen batez besteko temperatura globalaren igoera 2 °C-ra iritsiko litzateke, eta RCP8.5 agertokian, aldiz, 4 °C-ra.



4.1. ird. (ezk.) CO<sub>2</sub> isuriak IPCC-AR5en definitutako RCPetan soilik (lerroak) eta lotutako agertokiaren kategorietan (koloretzatutako eremuak % 5etik % 95era bitarteko tartea erakusten dute). (esk.) Azaleko batez besteko temperatura globalaren aldaketa 2006tik 2100era, eredu anitzeko simulazioen bidez zehaztuta. Aldaketak 1986-2005 aldiarekin alderatuta. RCP2,6 eta RCP8,5 agertokietarako proiektzioen denbora-serieak eta ziurgabetasunaren neurketa (itzala). Iturria: IPCC-AR5 (2014).

GCMak oinarri gisa hartuta –GCMen eskala oso txikia denez eremu jakin batean klima nola alda daitekeen xehetasunez ezagutzeko, eta, beraz, inpaktu-azterketetan aplikatzeko–, nahitaezkoa da eskala murrizteko teknikak (downscaling) aplikatzea eskualde-eskalara eramateko. Horrela, eskualdeko klima-agertokiak edo klima-proiekzioak lortzen dira. Klima-proiekzio bakoitza klima-hipotesi bat da, eta sortuko dituen inpaktuak aztertze baliabideak; azterketa honetan, zehazki, uraren zikloan izango dituen inpaktuak aztertze.

Azterketa honetan gure eskualderako eskuragarri dauden eskualdeko proiektio egokienak erabili dira, baliabide

hidrikoaren ebaluazioa klima-aldaketaren agertokiarentzako zuzenean ematen duten datu-base desberdinen informazioan oinarrituta. Proiekzioak erabili dira RCP4.5 eta RCP8.5 agertokiarentzako, 30 urte irauten duten etorkizuneko hiru inpaktu-alditarako: epe laburrerako (2011–2040), epe ertainerako (2041–2070) eta epe luzeerako (2071–2100). Azterketa zentratu da etorkizuneko hiru aldietako inpaktuak kontrol-aldi batekin alderatzean. Eskuragarri dauden klima-proiekzio desberdinen inpaktua ebaluatu da, klima-simulazioei lotutako ziurgabetasuna jasotzeko eta, horrela, klima-aldaketaren inpaktua hobeto adierazteko. Análisi honetan erabilitako datu-baseak hurrengo ataletan zehazten dira.

## 4.1. KLIMA-ALDAKETAREN INPAKTU METEOROLOGIKO NAGUSIAK

**T**emperaturaren eta prezipitazioaren aldaketek zuzenean eragingo diote uraren erabilgarritasunari (Schewe et al., 2014). Prezipitazioak zuzenean baldintzatzen du ur erabilgarriaren bolumena, eta tenperatura-aldaketek lurruntzea eta transpirazioa aldatzen dituzte, baliabide hidrikoen kantitatea eta ezaugarriak aldatuz. Prezipitazio- eta tenperatura-aldaketek baliabide hidrikoetan izango dituzten efektuak baliabide horiek kantitatean, espazioan eta denboran zeharreko banaketan eta kalitatean izandako aldaketan arabera izango dira.

Aldagai hidrometeorologiko horien, tenperaturaren eta prezipitazioaren klima-aldaketarekin lotutako iragarpenen emaitzek eredu hidrokologikoak elikatzeko balio dute, eta, horrela, klima-aldaketak baliabide hidrikoen erabilgarritasunean duen efektua eta erabilerean gainera inpaktua ebaluatzen.

Etorkizuneko aldagai meteorologikoak karakterizatzeko, EAErako egindako eskualdeko bereizmen handiko klima-agertokiak erabili dira hainbat proiektutan:

- **AGERTOKIAK** proiektua: ‘Klima-aldaketaren bereizmen handiko agertokiak Euskal Autonomia Erkidegorako’ (2016). Ihoberentzat (Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa) egindako proiektu horretan. Neiker-ek eta Predictia Intelligent Data Solutions SLk parte hartu zuten.
- **AGERTOKIAK II** proiektua: ‘Klima-aldaketaren bereizmen handiko agertokiak Euskal Autonomia Erkidegorako. II. fasea: Eguneroko datuak alborapena zuzentzeko metodologiekin’ (2017). Ihoberentzat (Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa) egindako proiektu horretan Neiker-ek, Tecnaliak eta Santanderreko Meteorologia Taldeak (IFCA-MACC, CSIC-UC) parte hartu zuten.
- **URBAN KLIMA 2050** proiektua (‘Systemic implementation of the CC action in the Basque Country for increased urban resilience as full territory enabler’).

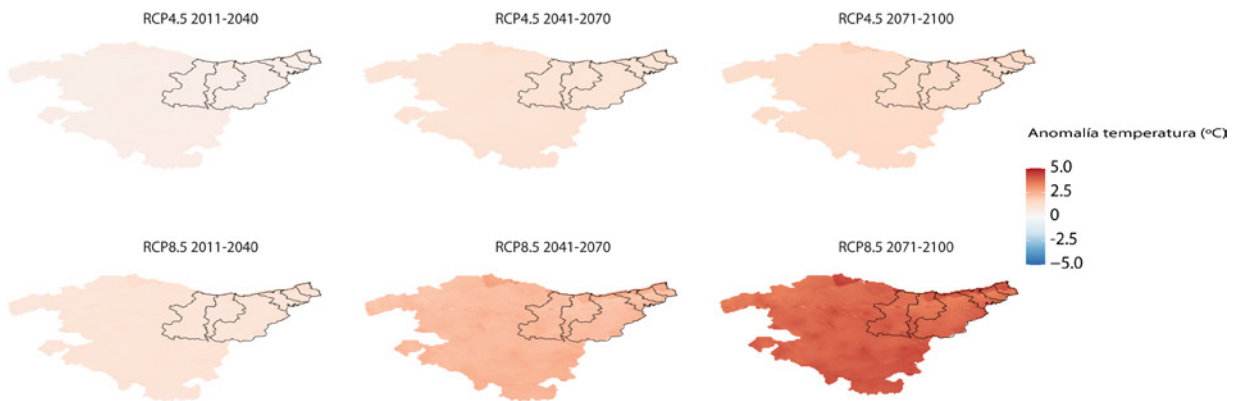
Jarraian, proiektu horiek Gipuzkoako arrotarako izan dituzten emaitza nagusiak laburbiltzen ditugu.



### 4.1.1. TENPERATURAREN ALDAKUNTZAK

Urteko batez besteko tenperaturaren proiektzio desberdinek XXI. mendean zeharreko igoera orokor bat proiektatzen dute, 3 °C eta 4 °C bitartekoa izan litekeena mendearen amaieran agertokirik txarrean. Zehazki, ereduak urteko batez besteko tenperaturaren honako aldaketa hauek adierazten dituzte, batez beste, RCP4.5

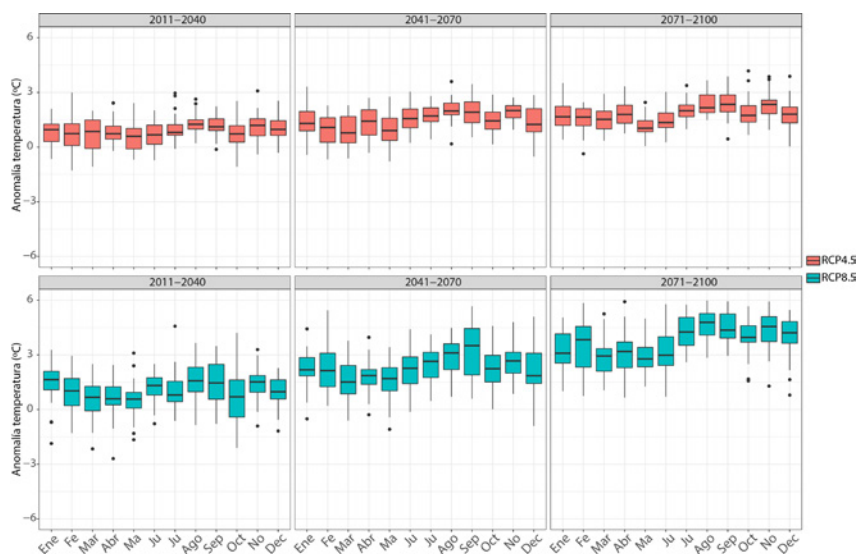
eta RCP8.5 agertokietarako: +0,7 °C eta +0,8 °C, hurrenez hurren, 2011–2040 aldirako; +1,4 °C eta +1,9 °C 2041–2070 aldirako; eta +1,8 °C eta +3,3 °C 2071–2100 aldirako. Ez da aldakuntza espazial handirik ikusten, eta igoera ia uniformea da Gipuzkoako arro guztietan.



4.2. ird. Urteko batez besteko tenperaturaren aldaketa eredu batezbestekorako, inpaktu-aldi eta agertoki bakoitzerako, 1971–2000 kontrol-aldiarekiko. Datuen iturria: Ihobe (2019).

Urteko zikloari dagokionez, tenperatura-igoerak ikusten dira urteko hilabete guztietarako, eta igoera hori zertxobait handiagoa da udako hilabeteetarako eta txikiagoa

udaberrirako. Alde hori areagotu egiten da azken inpaktu-aldian, eta handiagoa da RCP8.5 agertokian RCP4.5 agertokian baino.



4.3. ird. Aldaketak batez besteko tenperaturaren urteko zikloan inpaktu-aldi bakoitzerako 1971–2000 kontrol-aldiarekiko, Gipuzkoa osorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: Ihobe (2019).

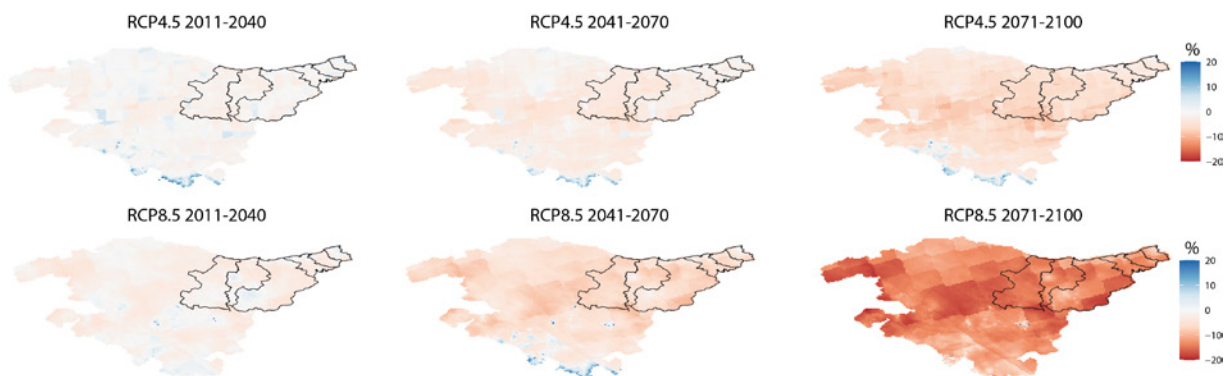
## 4.1.2. PREZIPITAZIOAREN ALDAKUNTZAK

Urteko batez besteko prezipitazioaren proiektatutako aldaketak ez dira uniformeak planetako eskualde desberdinetarako. Aurreikusten da urteko batez besteko prezipitazio-tartea % 40 arte handitzea edo murriztea 4 °C-ko berotze globaleko maila baterako. Proiektatutako prezipitazio-aldaketak txikiagoak dira berotze globalaren maila baxuagoen kasuan. Oro har, aldakortasunaren eta prezipitazio-muturren gehikuntzak aurreikusten dira klima-aldaketaren agertoki guztietarako. Garrantzitsua da azpimarratzea eskualde lehortar gehienetan proiektatutako aldaketek ziurgabetasun handia dutela, proiektatutako aldaketaren zeinuari dagokionez ere (IPCC-AR6, 2021).

Gipuzkoa osorako 2011-2100 aldirako egindako urteko prezipitazio-aldaketen estimazioek beheranzko joera erakusten dute, mendeak aurrera egin ahala, bi RCP agertokietarako proiektzio-multzorako. Proiektzioen aldaketek honako aldaketa hauek adierazten dituzte, batez beste, RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako: -% 1,7 eta -% 1,4,

hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; -% 5,2 eta -% 5,8 2041-2070 aldirako; eta -% 6,8 eta -% 15,0 2071-2100 aldirako. Proiektzioen emaitzaren aldakortasuna eta ziurgabetasuna nabarmendu behar dira. Proiektatutako aldaketak areagotu egiten dira bigarren alditik aurrera, eta bi agertokiaren arteko aldeak ere handiagoak dira. Prezipitazioa ziklo hidrológicoan eraginik handiena duen aldagaia denez, komeni da ziurgabetasun horiek kontuan hartzea klima-aldaketak ziklo hidrológicoan duen inpaktuaren analisisian zehar.

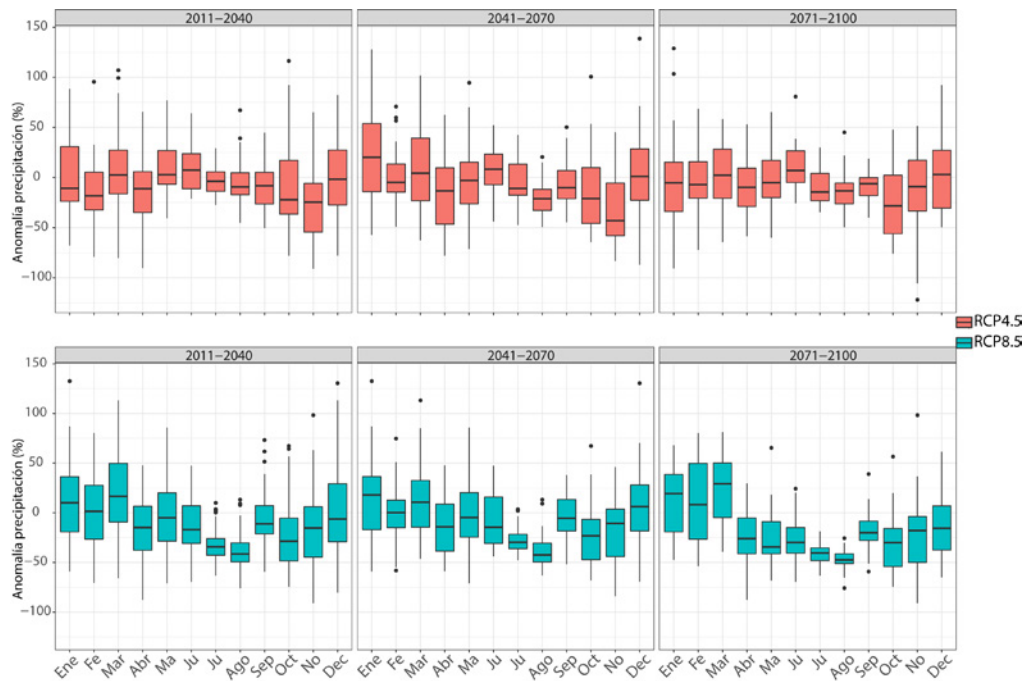
Alde txikiak daude urteko prezipitazio-proiektzioetan arro desberdinetarako, baina % 5 baino txikiagoa da. Prezipitazio-murrizketa txikiena Oiartzungo eta Bidasoko arroetarako proiektatu da, eta murrizketa-ehunekoak, berriz, handitu egiten da lurraldearen mendebalderantz eta barrualderantz. Horrela, agertokirik ezkorrenerako eta azken inpaktu-aldirako Urolako eta Debako arroetarako proiektatzen dira murrizketa handienak (-% 15,0 ingurukoak).



4.4. ird. Urteko prezipitazioaren aldaketaren ehunekoak eredu batez bestekorako, inpaktu-aldi eta agertoki bakoitzerako, 1971-2000 kontrol-aldiarekiko. Datuen iturria: Ihobe (2019).

Urteko zikloaren aldaketei dagokionez, ez da patroi argirik ikusten, emaitzak asko aldatzen baitira klima-proiektzioaren arabera. Azpimarratzekoa da prezipitazioa murriztu dela uztailean eta abuztuan, urte hidrológicoaren amaiera aldera -bereziki RCP8.5 agertokian eta 2041-2070

inpaktu-aldetik aurrera-, eta batez besteko murrizketa % 50ekoa dela ia. Halaber, mende-amaieran, agertoki horretan -ziurgabetasun-maila handiarekin bada ere-, prezipitazioa handitzeko joera dagoela ikusten da urtarrilean, otsailean eta martxoan.



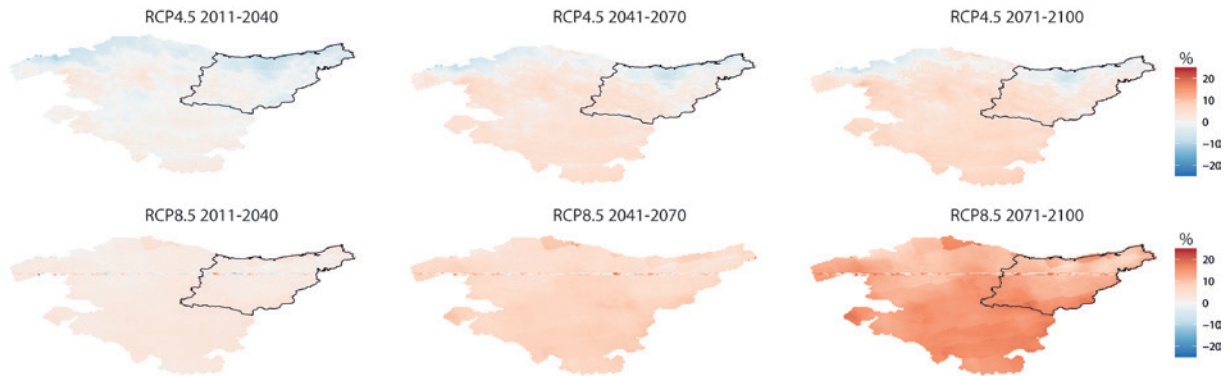
4.5. ird. Prezipitazioaren urteko zikloan proiektatutako aldaketak (%) inpaktu-aldi bakoitzerako 1971-2000 kontrol-aldiarekiko, Gipuzkoa osorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: Ihobe (2019).

### 4.1.3. ALDAKUNTZAK EBAPOTRANSPIRAZIO POTENTZIALEAN (ET<sub>0</sub>)

**E**bapotranspirazio potentzialaren (ET<sub>0</sub>) aldakuntza tenperaturen goranzko joeraren ondorioa da. Horrela, eskala globalean aldagai horren hazkundea proiektatzen dira. Eskualde-mailan, hala ere, ziurgabetasuna handiagoa da (IPCC, 2021).

Lurralde historiko osorako, ET<sub>0</sub>-k beheranzko joera orokorra du epe laburrerako soilik (2011-2040) RCP4.5 agertokian. Agertoki horretan, mendeak aurrera egin ahala, ET<sub>0</sub> handitu egin da lurraldearen hego-mendebaldetik kostalderantz. RCP8.5 agertokirako proiektzioek ET<sub>0</sub>-ren goranzko joerak dituzte aldi guztietarako, eta areagotu

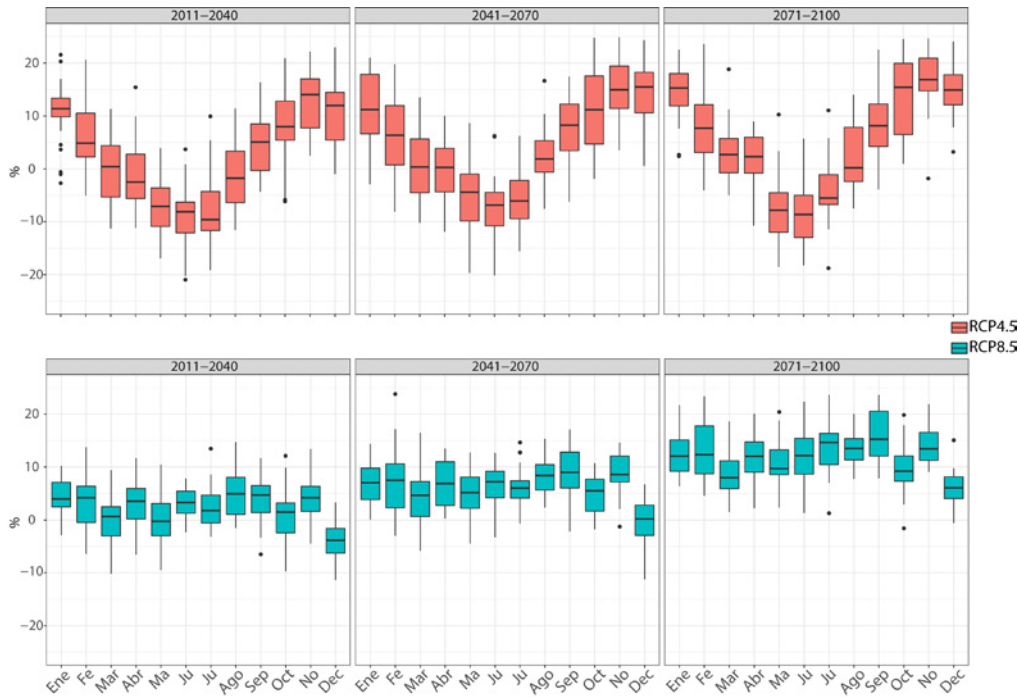
egiten dira mendeak aurrera egin ahala. Lurralde osorako proiektzioek honako aldaketa hauek adierazten dituzte, batez beste, RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako: -% 2,3 eta +% 2,8, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; +% 0,5 eta +% 6,8 2041-2070 aldirako; eta +% 10,7 eta +% 12,6 2071-2100 aldirako. Banaketa espazialak erakusten du ebapotranspirazioa gehiago handitzen dela barnealdean eta gutxiago itsasertzean. Aldea handiagoa da RCP4.5 agertokian, lehen adierazi den bezala, eta joerak kontrakoak dira bi eremu horietan.



4.6. ird. Ebapotranspirazio potentzialaren aldaketaren ehunekoa eredu batezbestekorako inpaktu-aldi eta agertoki bakoitzerako 1971-2000 kontrol-aldiarekiko. Datuen iturria: Ihobe (2019).

Urteko zikloari dagokionez, alde nabarmenak daude bi isuri-agertokiaren artean. RCP4.5 agertokian, batez beste -% 10era arteko jaitsierak proiektatzen dira apiriletik abuztura bitarteko hilabeteetan hiru inpaktu-aldietarako; gainerako hilabeteetarako, aldiz, igoera handiagoak aurreikusten dira neguko hilabeteetan. RCP8.5 agertokian, ia hilabete guztiek goranzko joera dituzte, handiagoak

mendeak aurrera egin ahala. Epe laburrean, ereduak aldakortasun handiagoa dute aldaketaren zeinuari dagokionez. Bigarren inpaktu-alditik aurrera, 2041-2070 eta 2071-2100 aldietan, adostasun handiagoa dago aldaketaren zeinuari dagokionez; horrela, azken aldiaren eredu guztiek ET<sub>0</sub>-ren gehikuntzak proiektatzen dituzte urte osoan zehar.



4.7. ird. Aldaketak (%) ET<sub>0</sub>-ren urteko zikloan, inpaktu-aldi bakoitzerako 1971-2000 kontrol-aldiarekiko Gipuzkoa osorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: Ihobe (2019).

## 4.2. KLIMA-ALDAKETAREN INPAKTUAK ZIKLO HIDROLOGIKOAN

PCC-A6 WGIren (IPCC, 2021) txostenak konfiantza-maila handiz ondorioztatu zuenez, aurreikusten da berotegi-efektuko gasen isuriak eskala handi batean murriztu ezean berotze globalak ziklo hidrológicoaren funtsezko aldagaietan aldaketa garrantzitsuak eragitea, bai maila globalean bai eskualde-mailan. Hala ere, ziurgabetasun handiak ikusi zituzten eskualde-proiekzioen alderdi askotan. Ziurgabetasun horiek gorabehera, espero da ziklo hidrológicoaren eta muturren aldakortasuna batez beste aldaketak baino azkarrago handitzea munduko eskualde gehienetan eta isuri-agertoki guztietan.

Klima-aldaketak aldagai hidrometeorologikoetan dituen efektuek eragina dute, aldagai horien zenbatekoan ez zik, haien espazio- eta denbora-banaketan ere. Horrek aldakuntzak eragin ditzake balantze hidrikoan, jariatzean, akuiferoen birkargan edo muturreko fenomenoaren eraginean. Aldagai hidrológico horien aldakuntzak eragina izan dezake ur-masen egoeran (5. kapituluaren xehetasunez aztertuko da).

Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoari dagokionez, tenperaturaren proiektatutako igoerak eta horren ondoriozko ebatpotranspirazio potentzialaren igoerak, prezipitazioen murrizketarekin batera, murrizketa orokorra eragingo du baliabide hidriko naturaletan. Horren ondorioz, ur-ekaskia handitu egingo da XXI. mendeak aurrera egin ahala, eta lehorte hidrológicoaren erregimenaren aldaketa ere bai. Klima-proiekzio gehien arabera, lehorte hidrológicoaren maiztasuna areagotu egingo da XXI. mendeak aurrera egin ahala, 'Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España' agirian jasotzen den bezala (CEDEX, 2017).

Klima-aldaketak baliabide hidrikoetan duen eraginaren ebaluazioa alde aurretik aztertu da Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikorako eta Lurralde Historikorako 'Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España' azterketan (CEDEX, 2017). AEMETek RCP4.5 eta RCP8.5 agertokiatarako egindako prezipitazioaren eta tenperatura maximoen eta minimoen hileko eskualdeko proiektioetatik abiatuta, SIMPA eredu hidrológicoa (Prezipitazio Ekarpen Prozesua Modelatzeko Sistema Integratua) elikatu zen, eta aldagai

bereizgarrien gaineko inpaktua ebaluatu zen (prezipitazioa, ebatpotranspirazioa, infiltrazioa eta jariatzea), 2011-2040, 2041-2070 eta 2071-2100 inpaktu-aldietarako eta sei eredu desberdinetarako. Informazioa Espainia osorako, demarkazio hidrografiko bakoitzerako eta probintzia bakoitzerako gehituta dago. Lan honetan, klima-aldaketaren datuak aztertu dira aldagai horiek oinarri gisa hartuta, inpaktu-aldietako ehuneko-aldaketa gisa adierazita, Gipuzkoarako erreferentzia-aldiarekiko eta CAMREC aplikazioaren bidez (Barranco et al., 2018).

Ur-baliabideen gaineko inpaktuen analisia osatu da hidrológiori lotutako 1970etik 2100era bitarteko klima-inpaktuen adierazleekin, alborapenari doitutako Europako klima-pronostikoetatik eratorritakoekin (Copernicus Climate Change, 2021). Datu-multzo horrek inpaktu hidrológikoko ereduaren oinarritutako uraren aldagaiak eta adierazleak ematen ditu, Klima-aldaketa Apaltzeko Europako Eskualde-mailako Esperimentu Koordinatuaren (EURO-CORDEX) alborapenari doitutako eskualdeko klima-simulazioek behartuta daudenak. Datu-multzo horrek Klima-aldagai Esentzialen (ECV) datuak ditu, ibaiaren eguneko batez besteko emari gisa, bai eta klima-inpaktuen adierazleen multzo bat ere uraren kantitaterako eta kalitaterako. Ereduen zortzi simulazio erabiltzen dira E-HYPE eredu hidrológicoaren konfigurazio bat behartzeko. Adierazleentarako, urteko batez besteko balioak kalkulatu dira (urteko batez besteko balioak 30 urteko aldi batean), bai eta urtaroko batezbestekoak ere (hileko batez besteko balioak, hilabete natural bakoitzeko batezbestekoak 30 urteko epean). Adierazleak 1971-2000 erreferentzia-aldiarekiko aldaketa erlatibo gisa adierazten dira hiru inpaktu-aldietarako (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) eta bi RCPetarako (RCP4.5 eta RCP8.5). Adierazleak barnean hartzen dituzte ibaien deskarga, jariatzea, lurzorua hezetasuna eta uraren kalitatearen adierazleak (tenperatura, 5. kapituluaren erabilia).

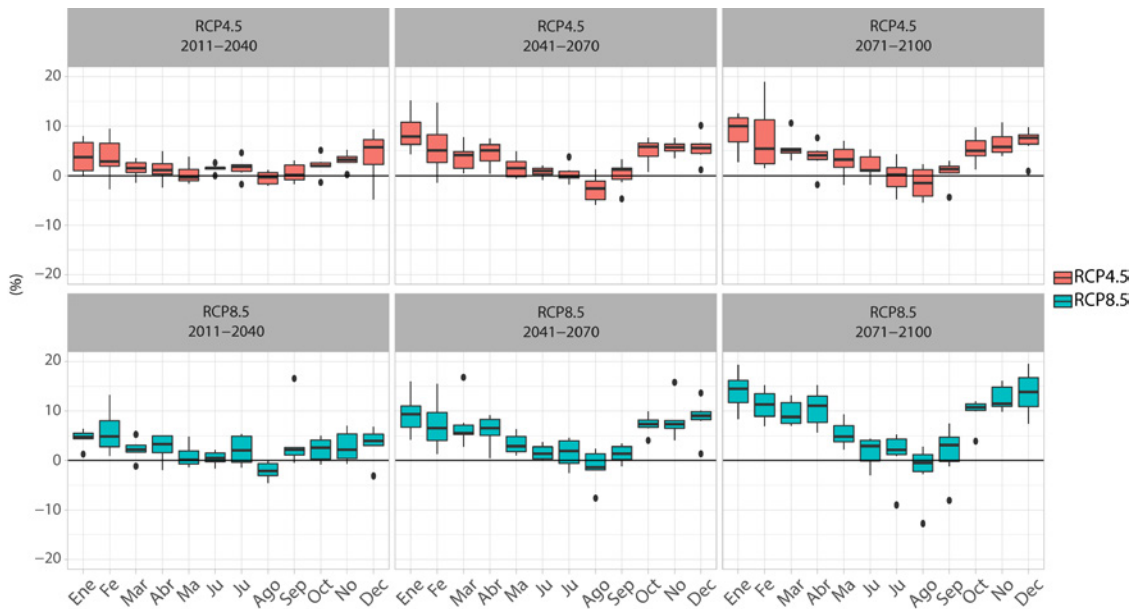
Baliabide hidrikoen gaineko inpaktua ebaluatu da klima-proiekzioen multzo ahalik eta zabalena eta askotarikoena kontuan hartuta, aldakortasunaren zati handi bat jasotzeko eta proiektio horien ziurgabetasunak islatzeko.

### 4.2.1. BENETAKO EBAPOTRANSPIRAZIOA (BET)

**B**ETen aldakuntzek ET<sub>0</sub>-ren aldaketei erantzuten dieten arren, sentikortasun handiagoa dute lurzoruaren prezipitazioaren eta hezetasunaren aldaketekiko, horiek eragina baitute lurruntzeko erabilgarri dagoen urean. Lurralde osorako, RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietako aldaketak honako hauek dira, batez beste: +% 1,4 eta +% 1,7, hurrenez hurren, 2010–2040 aldirako; +% 2,3 eta +% 4,1 2041–2070 aldirako; eta +% 3,1 2071–2100 aldirako. Kontuan hartutako eredu guztiek hazkundeak proiektatzen dituzte lurralderako, batez beste, aldi guztietarako eta bi agertokietarako. Aldi guztietarako proiektatutako igoerek

adierazten dute BETen aldakuntza gehiago baldintzatzen duela ET<sub>0</sub>-ren igoerak prezipitazioaren jaitsierak baino.

Urteko zikloaren aldaketei dagokienez, patroia bat ikusten da BETi dagokionez: ur-erabilgarritasun handieneko hilabeteetan kontzentratzen da. Urteko zikloaren alde hori areagotu egiten da mendean zehar, eta handiagoa da RCP8.5 agertokirako. Mende-amaieran neguko hilabeteetan %10 inguruko igoera aurreikusten den bitartean, udako hilabeteetan ez da aldaketa nabarmenik proiektatzen.



4.8. ird. Aldaketak (%) BETen urteko zikloan inpaktu-aldi bakoitzerako, 1971–2000 kontrol-aldiarekiko, Gipuzkoa osorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: CEDEX (2017).

### 4.2.2. LURZORUAREN HEZETASUNA

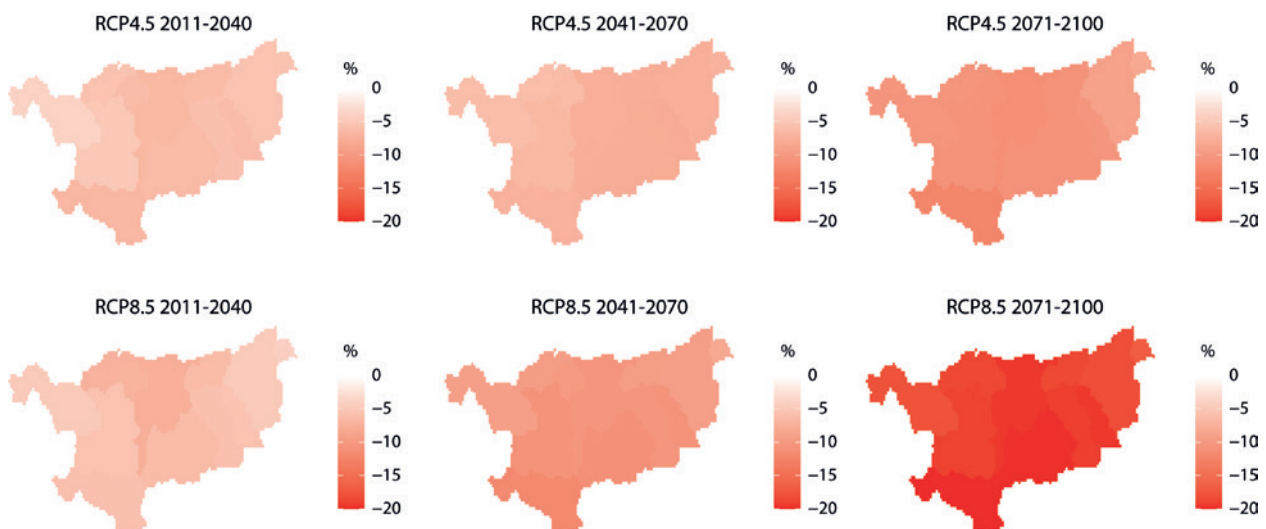
**L**urzoruaren hezetasunaren aldaketek, neurri handi batean, prezipitazio-aldaketei eta uraren eskurgarritasunari erantzuten diete. Ebapotranspirazio-maila handiagoek lurzoruaren hezetasun-maila txikiagoak ekar ditzakete. Lurzoruaren hezetasunaren proiektzio globalak aldaketa handiagoak aurreikusten dituzte berotze

globalaren maila handiagoetarako. Hala ere, ziurgabetasunak handiak dira, eta ereduaren aldakortasunari lotuta daude kasu askotan; izan ere, eredu horiek lurzoruaren hezetasun-mailaren igoerak eta jaitsierak proiektatzen dituzte eskualde gehienetan (IPCC, 2021).

Gipuzkoarako proiektatutako prezipitazioen behar-rakada progresiboak eta  $ET_0$ -ren igoerak eragiten dute lurzoruaren hezetasunaren joera beheranzkoa izatea mendeak aurrera egin ahala. Lurzoruaren hezetasunerako proiektatutako aldaketek prezipitaziorako behatutako pa-troi bera dute; hau da, jaitsierak handiagoak izango dira mendeak aurrera egin ahala eta RCP8.5 agertokirako. Bi agertokien arteko aldeak areagotu egiten dira azken inpaktu-aldian. Copernicus Climate Change (2021) inpaktu-adierazleen datu-baseko datuek adierazle honetarako erakusten dituzten datuek adierazten dute lurralde oso-rako honako aldaketa hauek daudela, batez beste, RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietan: -% 5,6 eta -% 5,7, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; -% 7,0 eta -% 8,7 2041-2070

aldirako; eta -% 10,3 eta -% 17,8 2071-2100 aldirako. Ez da alde handirik ikusten arroen artean. Oro har, arroetako goialdeetan aldaketa zertxobait handiagoak espero dira eremu baxuetan baino.

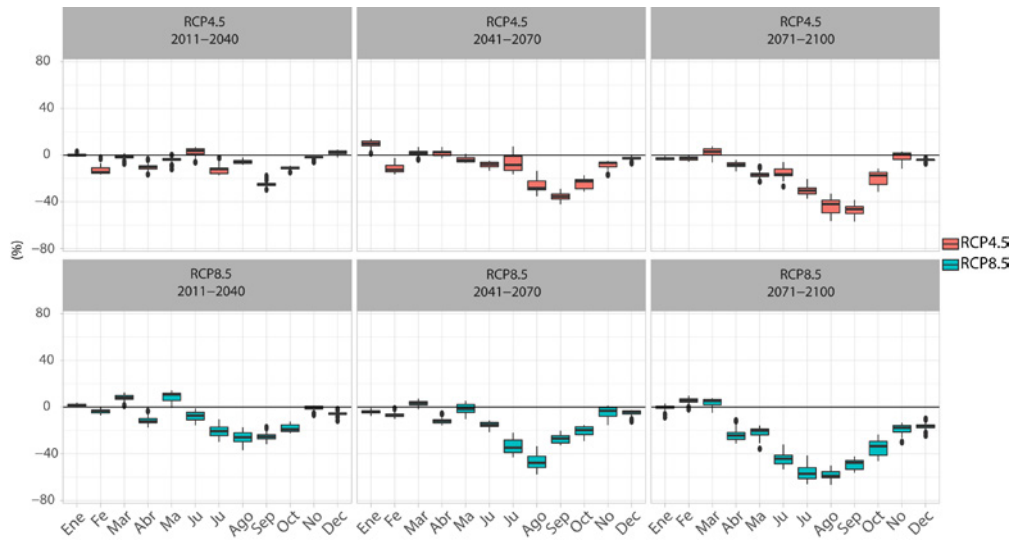
Proiektatutako aldaketa horiek handiagoak dira CE-DEXen azterketan (2017) Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikorako aurreikusitakoak baino. Bi datu-base horien arteko aldeak areagotu egiten dira agertokiarekin eta inpaktu-aldiarekin. RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako proiektatutako batez besteko aldaketak -%2,0 ak rira 2011-2030 aldirako; -%cuatro,0 eta -%5,0ekoek ... eta -%9,0koak 2071-2100 aldirako.



4.9. ird. Lurzoruaren hezetasunaren aldaketaren ehunekoia ereduaren batezbestekorako inpaktu-aldi eta agertoki bakoitzerako 1971-2000 kontrol-aldia-rekiko. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

Urteko zikloaren aldaketei dagokienez, prezipitazio-rako ikusten den bezala, lurzoruaren hezetasun-aldaketa txikiagoak azarotik martxora bitarteko agertoki eta denbo-ra-tarte guztietan proiektatzen dira. Hilabete batzuetan lurzoruaren hezetasuna handitzea ere proiektatzen da

zenbait aldirarako. Lurzoruaren hezetasunaren murrizke-ta handienak uztailetik irailera bitarteko hilabeteentzat proiektatzen dira, eta agertokirik txarrean eta 2071-2100 horizontean % 50ekoak izatera irits daitezke aldi historikoarekiko.



4.10. ird. Lurzoruaren hezetasunaren urteko zikloan izandako aldaketak (%) inpaktu-aldi bakoitzerako 1971–2000 kontrol-aldiarekiko Gipuzkoako arroren multzorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

### 4.2.3. LURPEKO BIRKARGA

Temperaturaren igoerak, urteko prezipitazioaren murrizketak, urtarokotasunaren aldaketak edo prezipitazioaren intentsitatearenak ziklo hidrológicoaren prozesuen alterazio posibleak eragiten dituzte zikloaren lurpeko fasean, eta akuiferoen birkargari ere eragiten diete (Pernía & Fornes, 2009). Molina et al.-en arabera (2013), aldagai meteorológicoetan –hala nola tenperatua eta prezipitazioan– aurreikusitako aldakuntzek aldaketa nabarmenak eragin ditzakete akuiferoen birkarga-tasan (Jyrkama eta Sykesa, 2007), eta horiek, aldi berean, aldakuntza handiak eragin ditzakete maila piezometrikoan. Akuiferoetako irteerei dagokienez, sarreren eta biltegitatzearen murrizketek iturburuei eragingo liekete, eta hori kritikoa izango litzateke eremu batzuetako ur-hornidurarako. Ibaiei ere eragingo lieke, oinarrizko emaria gutxitu egingo bailitzateke. Alegia: sarrerak eta biltegitatzea murrizteak irteerak murriztea dakar berekin, akuiferoek ibai-sistemara gutxiago deskargatzea barne.

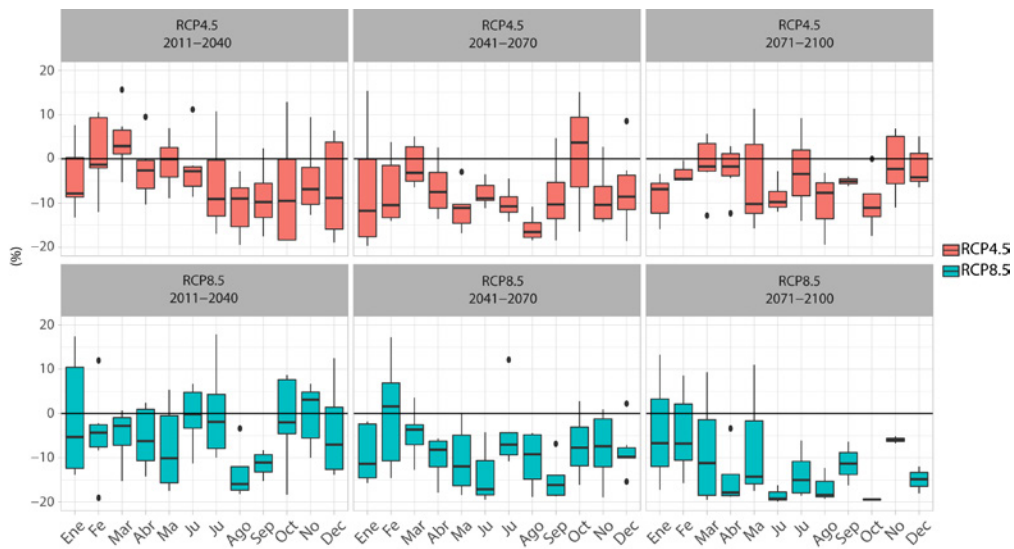
Molina et al.-en arabera (2013), mundu-mailako azterketek aurreikusten dute bai birkarga murriztea (Merritt et al., 2006; Herrera-Pantoja & Hiscock, 2008) bai akuiferoen birkarga handitzeko aukera ere, baldintza eta aldi jakin batzuen arabera (Green et al., 2007; Dall, 2009). Iberiar Penintsulako eskalan, Pulido-Velazquez et al.-ek (2018) batez besteko birkarga-tasa % 12 inguru murriztea

proiektatzen dute, murrizketa handiagoarekin lurraldearen erdigunean eta hego-ekialdean; murrizketa horiek % 28ra arte iritsi ahal izango dira eremu batzuetan eta etorkizun hurbilerako (2016–2045 inpaktu-aldia).

CEDEXen azterketatik (2017) ateratako lurralde osorako datuek akuiferoen urteko birkargaren beherazko joera erakusten dute, mendeak aurrera egin ahala, bi RCP agertokietarako; baina jaitziera nabarmenagoa da RCP8.5en (bereziki 2071–2100 inpaktu-aldian). Eredu desberdinen aldakortasuna gorabehera, guztiek beherazko batez besteko joerak erakusten dituzte aldi guztietarako eta bi agertokietarako. RCP4.5erako eta RCP8.5erako honako hauek dira proiektatutako batez besteko aldaketak: -% 2,8 eta -% 5,2, hurrenez hurren, 2010–2040 aldirako; -% 8,7 eta -% 9,6 2041–2070 aldirako; eta -% 8,1 eta -% 19,5 2071–2100 aldirako.

Ez da aldaketa-patroi argirik ikusten lurpeko birkargaren urteko zikloan, emaitzak asko aldatzen baitira aztertutako ereduaren arabera. Birkarga murrizteko joera argia ikusten da abuztutik urrira bitarteko hilabeteetan, eta RCP8.5 agertokian areagotzen da, mendeak aurrera egin ahala. Neguan, ereduaren ziurgabetasuna handiagoa da.





4.11. ird. Aldaketak (%) lurpeko kargaren urteko zikloan, inpaktu-aldi bakoitzerako, 1971-2000 kontrol-aldiarekiko, Gipuzkoako arroen multzorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: CEDEX (2017).

Azterketa batzuek adierazten dute urteko prezipitazioa aldi laburragoetan eta ez hain ohikoetan kontzentratzeak akuiferoen birkarga-erritmoa alda lezakeela.

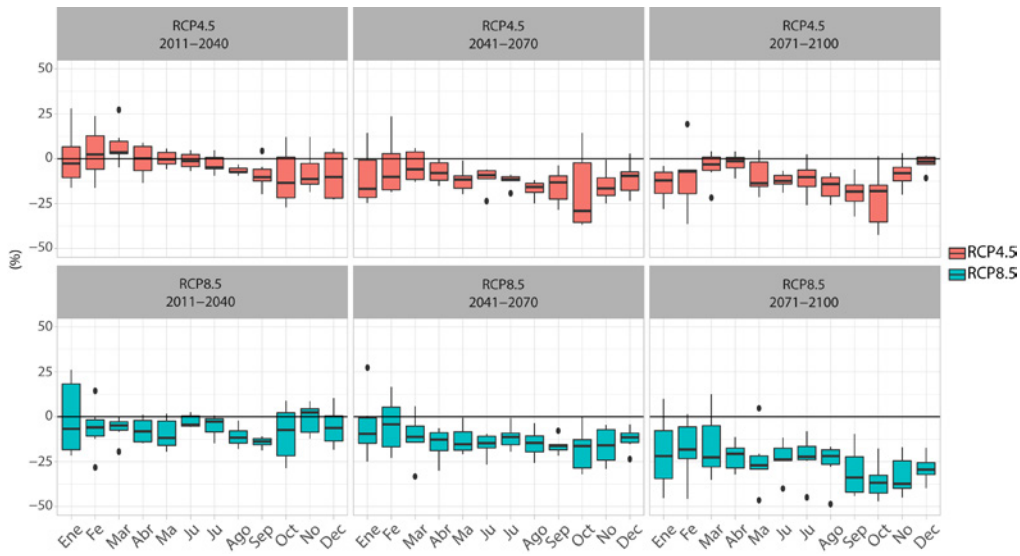
#### 4.2.4. JARIATZEA

PCC-AR6 WGI-k konfiantza-maila ertainarekin ondorioztatu zuen jariatze globala areagotuko dela berotze globalarekin, baina eskualde- eta urtaro-mailako aldakuntza garrantzitsuekin, aldaketaren zeinuan barne. Ziurgabetasun horiek prezipitazioaren eta eredu hidrologikoen eskualde-proiektzioetako ziurgabetasunetan dute jatorria, landarediak CO<sub>2</sub>-aren igoerari ematen dion erantzuna eta horrek ebapotranspirazioan dituen efektuak barne. Aldaketaren magnitudea isuriekin handituko dela aurreikusten da. Etorkizuneko arro-eskalako jariatzeen proiektzioek ziurgabetasun nabarmena erakusten dute eskualde askotan, eta eskualde askotan aurkako zeinua dute.

Europar, jariatze- eta emari-proiektzioek igoerak adierazten dituzte kontinentearen iparraldean, eta jaitsierak hegoaldean, klima-aldaketaren agertokietarako. Bestalde, aldaketa esanguratsuak aurreikusten dira jariatzearen urtarokotasunean. Udako fluxuak Europako zati handienean murriztea aurreikusten da, baita urteko igoerak proiektatzen diren eskualdeetan ere.

CEDEX-ek (2017) Gipuzkoarako egindako proiektzioek beheranzko joera erakusten dute proiektzio guztien arabera eta bi RCPentzat. RCP8.5en, jaitsierak handiagoak dira RCP4.5en baino; handiagoak dira, halaber, XXI. mendean aurrera egin ahala; eta bi agertokiaren arteko aldeak ere areagotu egiten dira. Proiektzioen emaitzek jariatzearen honako aldaketa hauek erakusten dituzte, batez beste, Gipuzkoan RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako: -% 2,5 eta -% 6,4, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; -% 10,9 eta -% 12,5 2041-2070 aldirako; eta -% 10,0 eta -% 25,4 2071-2100 aldirako, 1961-2000 kontrol-aldiarekiko.

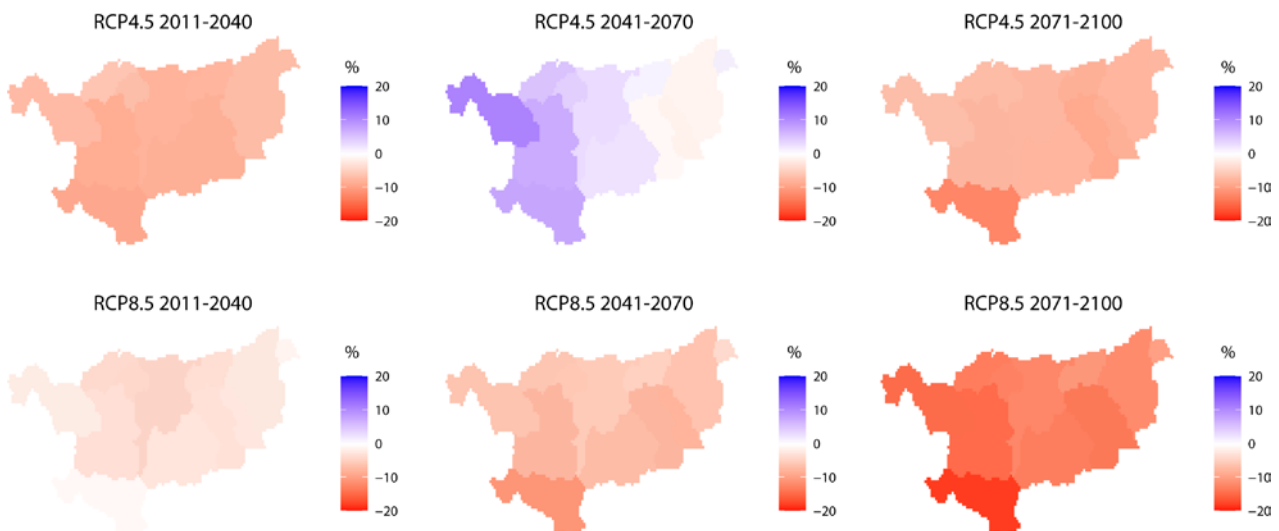
Urteko zikloaren aldakuntzei dagokienez, jariatzearen jaitsiera esanguratsuak ikusten dira martxotik urrira bitartean bigarren inpaktu-alditik aurrera. Neguko hilabeteetan, ereduaren arteko aldakortasuna handiagoa da, eta ez da aldaketa-patroi argirik ikusten, azken analisi-aldian (2071-2100) izan ezik; kasu horretan, badirudi jariatze-maila jaitsi egiten dela hilabete guztietarako. Martxotik urrira bitarteko hilabeteetan, proiektatutako jaitsierak -% 12 eta -% 25 bitartekoak dira.



4.12. ird. Jariatzearen urteko zikloan izandako aldaketak (%), inpaktu-aldi bakoitzerako 1971–2000 kontrol-aldiarekiko, Gipuzkoako arroren multzorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: CEDEX (2017).

Copernicus Climate Change-ren adierazle hidrologiko-koen eskualdeko proiektzioek desberdintasunak dituzte CEDEXek emandako proiektzioekin alderatuta. Aldaketaren zeinuari dagokionez, aldeak daude RCP8.5 agertokirako epe laburrean eta ertainean, eta adierazle horiek igoerak proiektatzen dituzte. Proiektatutako aldaketaren magnitudeari dagokionez ere aldeak daude, batez ere epe luzean eta RCP8.5 agertokirako (kasu horretan proiektatutako

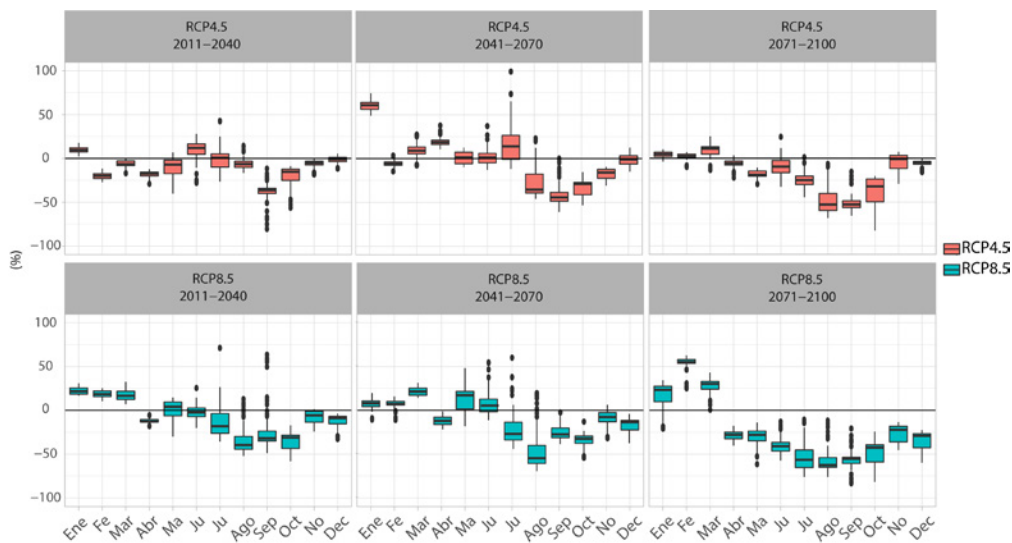
aldaketa CEDEXekoaren erdia baino gutxiago da). Copernicus Climate Change-ren jariatzearen proiektzioek honako aldaketa hauek erakusten dituzte RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako: -% 7,4 eta -% 2,6, hurrenez hurren, 2011–2040 aldirako; +% 3,2 eta -% 6,5 2041–2070 aldirako; eta -% 7,9 eta -% 13,1 2071–2100 aldirako. Adierazle horiek ez dute alde handirik Gipuzkoan kokatutako azpiaroen artean.



4.13. ird. Aldaketak (%) urteko batez besteko jariatzearen proiektzioen batezbestekorako, inpaktu-aldi eta RCP bakoitzerako, 1971–2000 kontrol-aldiarekiko. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

Urtaroko aldaketei dagokienez, CEDEXek emandako proiektioetan bezala, adierazle horiek jariatzea murrizteko joera erakusten dute martxotik urrira bitartean, handiagoa mendeak aurrera egin ahala eta RCP8.5 agertokirako. Copernicus Climate Change-ren adierazleek murrizketa handiagoak erakusten dituzte hilabete hauetan CEDEXenek

baino, eta 2071-2100 aldian eta RCP8.5 agertokian -% 50eko aldaketara iristen dira (CEDEXen -% 30ekoaren aldean). Urtariletik martxora bitarteko hilabeteetan jariatzearen gehikuntzak proiektatzen dira, oro har RCP8.5 agertokian handiagoak direnak.



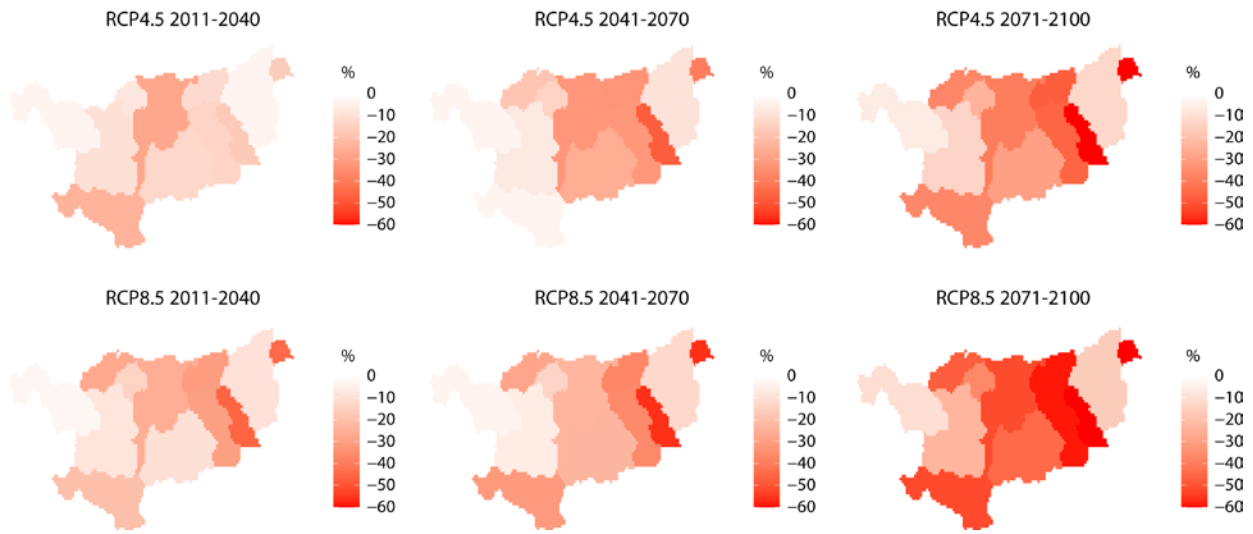
**4.14. ird.** Jariatzearen urteko zikloan izandako aldaketak (%), inpaktu-aldi bakoitzerako 1971-2000 kontrol-aldiarekiko, Gipuzkoako arroen multzorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

## EMARI MAXIMOAK ETA MINIMOAK

**K**lima-aldaketaren agertoki desberdinetarako proiektioek, oro har, jariatze muturrekoago bateranzko jariatze-banaketaren aldaketa adierazten dute (Zhai et al., 2020). Agertoki ezkorretan (berotze-maila 4 °C-koa da mende-amaieran), proiektatzen da lurrazalaren % 10 inguruk aldi berean egin beharko diela aurre muturreko emari maximoen igoerari eta muturreko emari minimoen (IPCC, 2022).

Copernicus Climate Change-k emandako hidrologiarekin lotutako inpaktu-adierazleek urteko emari maximoetan

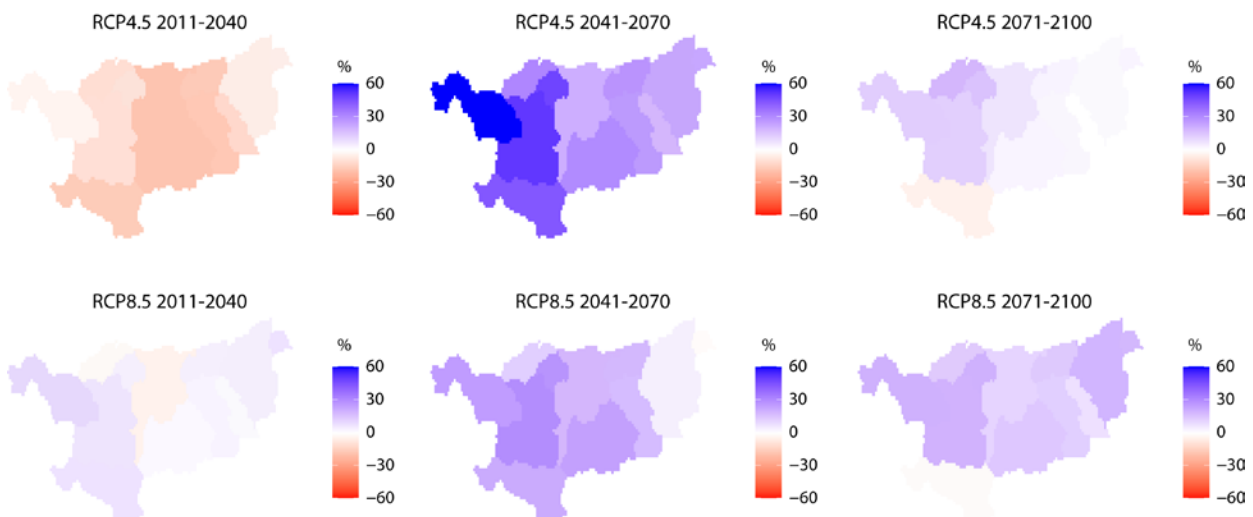
eta minimoetan proiektatutako aldakuntzak barnean hartzen dituzte. Urteko emari minimoen kasuan, eredu bategi bestekoek -% 3 eta -% 60 arteko beherakadak proiektatzen dituzte inpaktu-aldi guztietarako eta bi RCPetarako. Gipuzkoako azpiarroetarako RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako aldaketen estimazioak honako hauek dira, batez beste: -% 10,8 eta -% 22,1, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; -% 23,1 eta -% 26,7 2041-2070 aldirako; eta -% 34,5 eta -% 45,0 2071-2100 aldirako. Horrek agorraldi-baldintzak eta aurreko kapituluan azaldutako haren ondorioak larriagotuko lituzke.



4.15. ird. Aldaketak (%) urteko emari minimoan proiektzioen batezbestekorako, inpaktu-aldi eta RCP bakoitzerako, 1971-2000 kontrol-aldiarekiko. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

Urteko emari maximoei dagokienez, ereduaren multzoak hazkundeak proiektatzen ditu, 2011-2040 aldirako eta RCP4.5 agertokirako izan ezik, kasu horretan jaitsierak proiektatzen baitira. Proiektatutako aldaketak handiagoak dira 2041-2070 aldirako eta RCP4.5 agertokirako RCP8.5

agertokirako baino. Gipuzkoako arroen RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako aldaketa estimatuak honako hauek dira, batez beste: -% 11,5 eta +% 3,4, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; +% 33,7 eta +% 16,5 2041-2070 aldirako; eta +% 6,0 eta +% 13,7 2071-2100 aldirako.



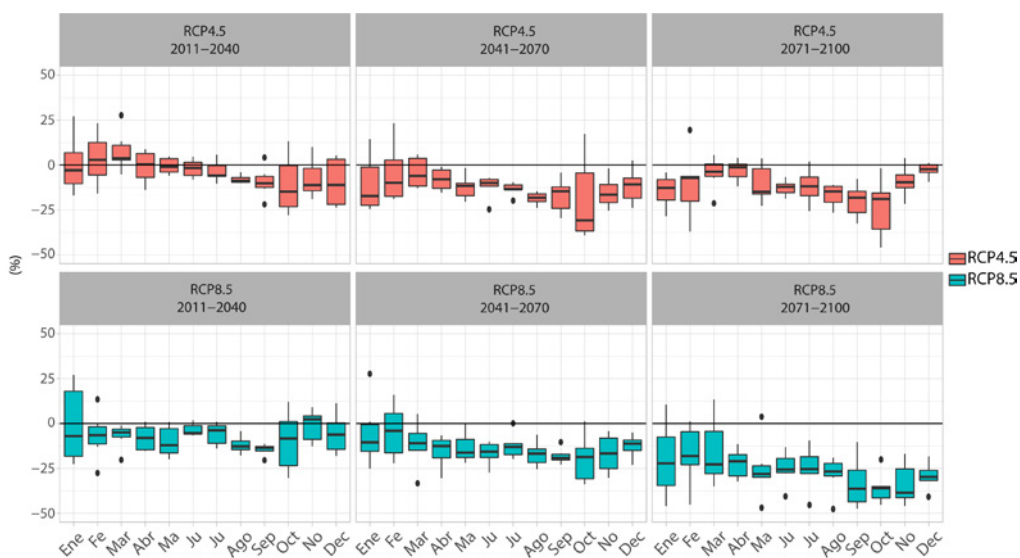
4.16. ird. Aldaketak (%) urteko emari maximoan proiektzioen batezbestekorako, inpaktu-aldi eta RCP bakoitzerako, 1971-2000 kontrol-aldiarekiko. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

### 4.2.5. EKARPENAK

**E**karpen hidrikoa jariatzearekin lotutako aldagaia da, eta denbora-tarte jakin batean ibaian igarotzen den ur-bolumena adierazten du. Horregatik, ekarpenetarako proiektatutako aldaketak jariatze-aldaketen antzekoak dira, baina horiek zehazteko erabilitako metodologia dela eta, isurtzen den arroaren jariatze-aldaketak ere islatzen dituzte. Inpaktuak ibai adierazgarrietako gelaxken araberaz aztertu dira.

Ereduetako batean izan ezik, Gipuzkoarako beheakadak erakusten dituzte proiektzioek; beheakada horiek

areagotu egiten dira XXI. mendeak aurrera egin ahala, eta RCP4.5 agertokiei jaitsiera handiagoak dagozkie RCP8.5 agertokiei baino. Lurraldeko ibaiak kontuan hartuta, honako aldaketa hauek erakusten dituzte RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako proiektzioek, batez beste: -% 3,1 eta -% 6,8, hurrenez hurren, 2010–2040 aldirako; -% 12,0 eta -% 13,7 2041–2070 aldirako; eta -% 11,3 eta -% 29,3 2071–2100 aldirako. Oro har, ekarpenen murrizketak proiektatzen dira urte osoan zehar, eta txikiagoak dira urtarrilean, otsailean eta martxoan.



4.17. ird. Aldaketak (%) inpaktu-aldi bakoitzerako ekarpenen urteko zikloan 1971–2000 kontrol-aldiarekiko, Gipuzkoako arroen multzorako eta agertoki bakoitzerako. Datuen iturria: CEDEX (2017).

### 4.2.6. ALDAKUNTZA EGUNEKO ETA ORDUKO PREZIPITAZIO MAXIMOAN

**Z**iurgabetasun handia dago eskala globaleko urteko batez besteko prezipitazioaren bilakaerari dagokionez eta klima-aldaketaren agertoki desberdinetan. Baina adostasun handiagoa dago eremu lehortar gehienetan intentsitate handiko prezipitazioen igoera eta eremu lehortarretako berotze-maila handiagoak adierazten dituzten proiektzioen artean. Oro har, euri-egun gutxiago izatea aurreikusten da, baina batez besteko intentsitatea handitzea. Proiektzioek adierazten dute prezipitazio-muturrak igo egingo direla lur-reko ia eskualde guztietan, baita urtaroko prezipitazioaren murrizketa proiektatzen den eskualdeetan ere. Halaber,

proiektzioek konfiantza-maila handiarekin adierazten dute intentsitate handiko prezipitazio-gertakariak are intentsitate handiagokoak izango direla (IPCC, 2021).

Klima-aldaketak Espainiako prezipitazio maximoetan duen inpaktuari buruzko azterketak (CEDEX, 2021) adierazten duenez, klima-aldaketaren agertoki desberdinetarako gure eskualdean ez da aldaketa nabarmenik espero ez eguneko prezipitazio maximoan ez lotutako aldagaietan (intentsitate handiko prezipitazioa duten egunen kopuruan, esate baterako).

Urteko orduko prezipitazio maximoaren kasuan, proiektzioek areagotze oso nabarmena adierazten dute RCP8.5 agertokian, batez ere azken kalkulu-aldian (2071-2100), eta handiagoa errepikatze-denbora handiagoetarako. Horrek erakusten du denbora-tarte txikiagoetan prezipitazioak handitzeko joera dagoela; beraz, muturreko egoerek ekarpen handiagoa egiten dute urteko prezipitazio-kantitatean, eta torrentzialtasuna handitu egiten da. Hori guztia

bat dator ideia orokor batekin: klima-aldaketaren efektua handiagoa da iraupen laburragoko muturreko euriteetan (Westra et al., 2014). Ez da aldaketa nabarmenik proiektatzen prezipitazio maximoetan errepikatze-denbora desberdinetarako. Kontuan izan behar da proiektzio horiek guztiek ziurgabetasun handia dutela.

#### 4.2.7. BALIABIDE HIDRIKOEN GAINEKO INPAKTUAREN LABURPENA

**O**ro har, azterketa guztiek adierazten dituzte prezipitazioaren eta urteko jariatzearen jaitsiera eta batez besteko tenperaturaren igoera (ebapotranspirazio potentziala eta benetako ebapotranspirazioa handitzea ekarriko luke azken horrek). Horren ondorioz, baliabide hidrikoen erabilgarritasuna murriztuko litzateke lurraldean. Murrizketak handiagoak dira XXI. mendeak aurrera egin ahala

eta RCP8.5 agertokirako; bi RCPen arteko aldea argiagoa da epe luzearako (2071-2100).

Beheko taulan jasotzen dira CEDEXen azterketan (2017) Gipuzkoarako aztertutako aldagai hidrologiko bakoitzaren batez besteko emaitzak hiru inpaktu-aldietarako.

Aldia Agertokia	2011-2040		2041-2070		2071-2100	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
<b>Prezipitazioa</b>	-% 1,3	-% 3,5	-% 6,0	-% 6,4	-% 5,0	-% 13,4
<b>ET<sub>0</sub></b>	% 2,4	% 3,2	% 4,8	% 6,9	% 6,0	% 11,9
<b>BET</b>	% 1,4	% 1,7	% 2,3	% 4,1	% 3,1	% 6,4
<b>Lurzoruaren hezetasuna</b>	-% 2,0	-% 2,0	-% 4,0	-% 5,0	-% 4,0	-% 9,0
<b>Birkarga</b>	-% 2,8	-% 5,2	-% 8,7	-% 9,6	-% 8,1	-% 19,5
<b>Jariatzea</b>	-% 2,5	-% 6,4	-% 10,9	-% 12,5	-% 10,0	-% 25,4
<b>Ekarpena</b>	-% 3,1	-% 6,8	-% 12,0	-% 13,7	-% 11,3	-% 29,3

4.1. taula. Klima-aldaketaren gaineko afekzioa 1961-2000 aldiarekiko Gipuzkoako Lurralde Historikoko inpaktu-aldi eta agertoki bakoitzerako. Horietako bakoitzerako proiektzioen batezbestekoa. Datuen iturria: CEDEX (2017).

CEDEXen txostenaren emaitzek prezipitazioaren honako aldaketa hauek erakusten dituzte lurralde historiko osorako, batez beste: -% 1,2 eta -% 3,5, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; -% 6,0 eta -% 6,4 2041-2070 aldirako; eta -% 5,0 eta -% 13,4 2071-2100 aldirako. Bestalde, ET<sub>0</sub>-ren gehikuntzak ikusten dira hiru inpaktu-aldietarako. ET<sub>0</sub>-ren aldakuntza tenperatura-aldakuntzaren araberakoa da batez ere. Proiektzio guztiek batez besteko igoerak adierazten dituzte lurralde historiko osorako aldi eta agertoki guztietan. Proiektzioek jariatzearen honako aldaketa hauek adierazten dituzte RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietako, batez beste: +% 2,4 eta +%3,2%, hurrenez hurren, 2011-2040

aldirako; +% 4,8 eta +% 6,9 2041-2070 aldirako; eta +% 6,0 eta +% 11,9 2071-2100 aldirako. BETen kasuan, ET<sub>0</sub>-ren igoeraren ondoriozko igoerak estimatzen dira. Igoera horiek handiagoak dira mendeak aurrera egin ahala, eta handiagoak, halaber, RCP8.5erako. Epe luzean eta RCP8.5 agertokirako, erduen batezbestekoak % 6,4ko hazkundea adierazten du.

Akuiferoei dagokienez, birkargan izandako aldaketak areagotu egiten dira mendeak aurrera egin ahala. Lurralde historiko osorako, honako aldaketa hauek adierazten dira RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako, batez beste: -% 2,8 eta

-% 5,2, hurrenez hurren, 2011–2040 aldirako; -% 8,7 eta -% 9,6 2041–2070 aldirako; eta -% 8,1 eta % 19,5 2071–2100 aldirako. Jariatzearen kasuan, prezipitazioaren aldaketa-patroiei jarraitzen die. RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako proiektatutako aldaketak honako hauek dira, batez beste: -% 2,5 eta -% 6,4, hurrenez hurren, 2010–2040 aldirako; -% 10,9 eta -% 12,5 2041–2070 aldirako; eta -% 10,0 eta -% 25,4 2071–2100 aldirako. Ekarpinari dagokionez, RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako proiektatutako aldaketak honako hauek dira, batez beste: -% 3,1 eta -% 6,8, hurrenez hurren, 2011–2040 aldirako; -% 12,0 eta -% 13,7 2041–2070 aldirako; eta -% 11,2 eta -% 29,3 2071–2100 aldirako.

Oro har, baliabide hidrikoen murrizketa ikusten da klima-aldaketaren agertokietan; aldaketa horiek epe laburreko -% 2,5etik epe luzeko -% 30,0ra bitartean aldatzen dira, isuriaren agertokiaren arabera, eta murrizketa hori pixkanaka gertatzen da mendearen zehar.

Birkargaren eta jariatzearen aldaketak, hurrenez hurren, lurpeko eta gainazaleko ur-baliabideen erabilgarritasunaren aldakuntzaren adierazleak dira, eta klima-aldaketaren etorkizuneko agertokia definitzeko oinarri gisa balioko dute, uraren baliabide-erabilgarritasunaren eta erabileren arteko oreka behatu ahal izateko.

### 4.3. INPAKTUAK LEHORTEEN ERREGIMENEAN

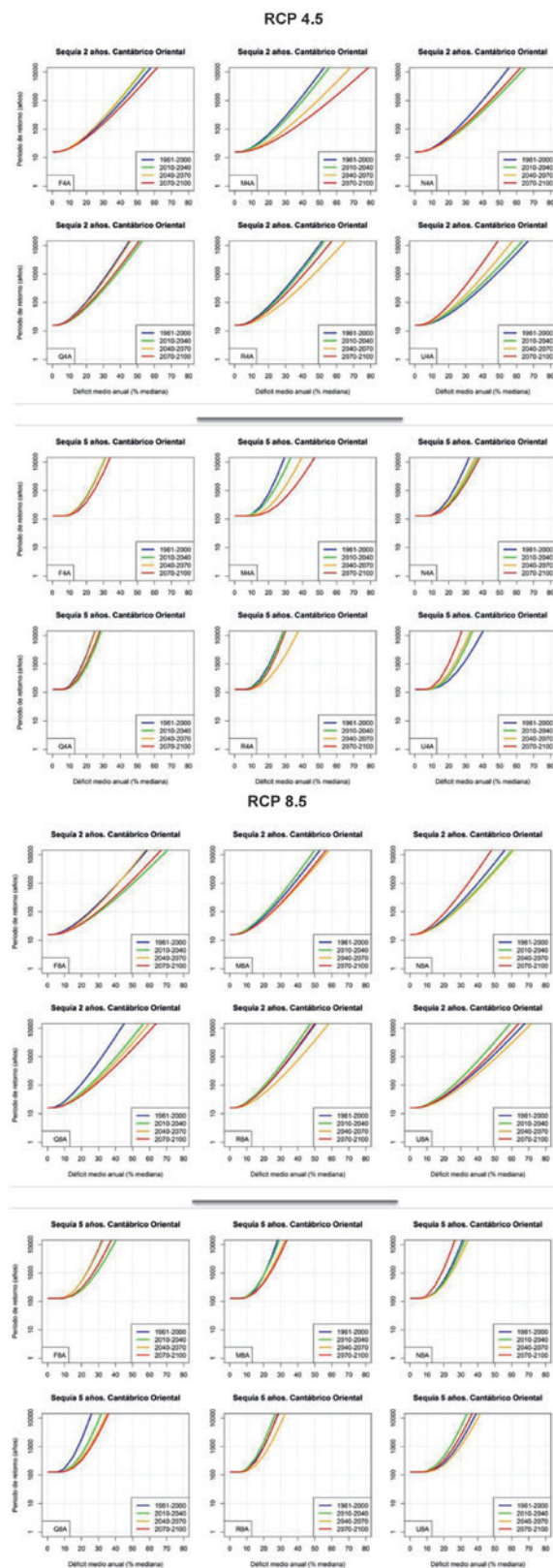
**L**ehorteak –prezipitazioaren edo emari naturalaren aldi baterako anomalia gisa ulertuta– ur-horniduraren eskasia-egoera sor lezake, dagoen ur-eskariaren mailaren arabera.

Klima-aldaketari erantzuteko etorkizuneko klima-proiekzioek, lehorte-adierazle desberdinetan oinarritzen direnek, iradokitzen dute Europako eremu handiek lehorte-gertakari larriak jasan ditzaketela XXI. mendearen amaieran (adibidez, Forzieri et al., 2014; Samaniego et al., 2018; Spinoni et al., 2018).

CEDEXen azterketak (2017) klima-aldaketak lehorteetan duen inpaktua ere aztertzen du, lehortearen errepikatze-denboraren aldaketa gisa islatzen dena, erreferentzia-aldiarekiko, inpaktu-aldi bakoitzean. CEDEXen txosten horretan, lehorteak identifikatzen dira jariatze-balioa aldi bakoitzeko jariatze-balioen batezbestekoa baino txikiagoa duten ondoz ondoko zenbait urtetako bolada gisa.

Lehortearen bi ezaugarri interesgarri aztertu dira: iraupena (urteetan adierazita) eta urte bakoitzeko defizita (atalasearen –medianaren– eta urte horretako jariatzearen arteko alde gisa ulertuta).

Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikorako, oro har, lehortearen maiztasunaren (edo errepikatze-denboraren) 2 urteko igoera behatzen da, etorkizuneko proiektzio gehienetan, RCP4.5 agertokirako. Horren ondorioz, lehorteak intentsitate handiagoak izango dira errepikatze-aldi bererako, defizit handiagoak izango baitituzte. Hala ere, eredu batzuek ez dute igoerarik erakusten lehortearen maiztasunean etorkizuneko agertokietan, eta intzidentziaren beherakada ere erakusten dute. Emaizta horiek gertagarriagoak dira 5 urteko iraupena duten lehorteetan; izan ere, eredu batzuek bakarrik proiektatzen dute errepikatze-denbora nabarmen murriztea.



4.16. ird. Bi eta bost urteko lehorteen errepikatze-denboraren aldakuntza, RCP4.5 eta RCP8.5 agertokiaren proiezioen arabera. Iturria: CEDEX (2017).



Lehorteak maizago eta intentsitate handiagoz izateko arriskua handitzea gerta daitekeen arren eta RCP8.5 agertokian RCP4.5 agertokiko baldintzak okertzen ez direnez,

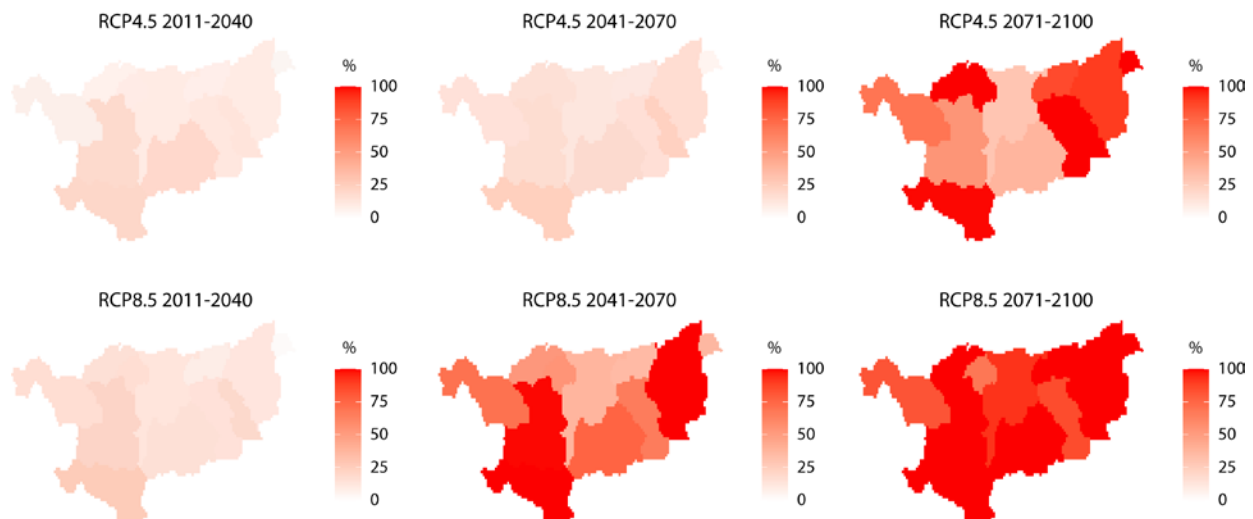
ezin da esan lehortearen eragina nabarmen handituko denik. Edonola ere, arazoizkoa dirudi etorkizuneko lehorteak intentsitate handiagokoak izango direla pentsatzeak.

## ARIDOTASUNA

Lehortea ez bezala, aridotasuna epe luzerako batez besteko lehortasun gisa deskribatzen da. Urteko edo urtaroko prezipitazio oso txikia duen egoera iraunkorra da, eta horrek lurzoruko ur-eduki mugatua edo baxua dakar.

Hidrologiarekin lotutako klima-inpaktuaren adierazleek (Copernicus Climate Change, 2021) aridotasunaren adierazleak barnean hartzen dituzte. Benetako aridotasunaren

adierazleak –BETen eta prezipitazioaren arteko ratio gisa definituak– lurzorua erabiltzeko erabilgarritasunaren aldaketak adierazten ditu. Proiekzioek adierazten dute Gipuzkoako aridotasun-baldintzak areagotu egingo direla XXI. mendeak aurrera egin ahala, eta intentsitate handiagokoak izango direla RCP4.5 agertokian RCP8.5 agertokian baino.

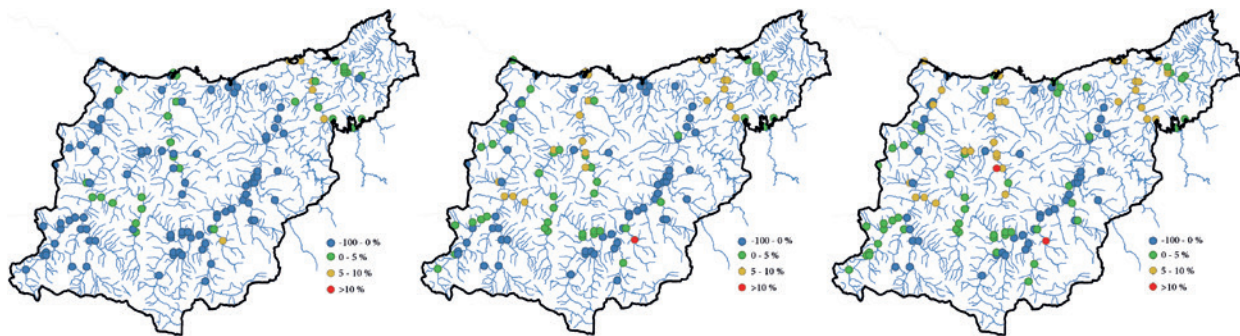


**4.17. ird.** Aldaketak (%) urteko aridotasun-indizean proiektzioen batezbestekorako, inpaktu-aldi eta RCP bakoitzerako, 1971–2000 kontrol-aldiarekiko. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

## 4.4. INPAKTUAK UHOLDEETAN

**P**roiekzioek erakusten dutenez, intentsitate handiko euri-gertakariak areagotzeko joera dago, eskualde gehienetarako, klima-aldaketaren agertokietan. Hala ere, konfiantza-maila txikiagoa da uholdeen maiztasunaren eskualde-mailako aldaketei dagokienez, neurri handi batean arroaren beraren ezaugarrien araberakoa izaten delako, bai eta aurreko baldintzen eta atmosferako zirkulazio-sistemek klima-aldaketari erantzuten dioten moduaren araberakoa ere. Konfiantza-maila handiagoa da, aldiz, gertakari oso hezeen ondorioei dagokienez: gertakari horiek prezipitazioen intentsitatea eta kantitatea handitzea ekarriko dute, eta uholde larriak areagotuko dira (IPCC, 2021).

Klima-aldaketak Gipuzkoan eragindako uholde-arriskuen aldaketaren azterketak (OHZN-GFA, 2018) adierazten duenez, litekeena da T=10, T=25 eta T=50 urteko erreplikatzeko-denboretarako muturreko emarien hazkundeak zein murrizketak egotea RCP8.5 agertokian aztertutako zenbait puntutarako. Errepikatze-denbora desberdinetarako emarien ehunekoen aldakuntzak hauek dira arroaren arabera: -% 9 - +% 15 Debako arroan; -% 4 - +% 6 Oriaren arroan; % 0 - 37 Urolan; % 6 - 8 Urumean; eta % 5 - 7 Oiartzun ibaiaren arroan. Aldakuntza horiek handiagoak dira erreplikatzeko-denbora altuagoetan. Azterketa horretan ez ziren zenbatetsi Bidasoko arroko emari-aldaketak.



4.18. ird. Emarien aldakuntza ehunekotan (-% 100 - % 0 urdinez, % 0 - % 5 berdez, % 5 - % 10 laranja eta > % 10 gorritz), RCP8.5 klima-aldaketaren agertokirako, gaur egungo klimarekin alderatuta, erreplikatzeko-denbora hauetarako: (ezk.) 10 urte; (erd.) 25 urte; eta (esk.) 50 urte. Iturria: OHZN-GFA (2018).

Klima-aldaketak uholdeen intzidentzian izan ditzakeen ondorioen azterketan, 2. zikloko uholde-arriskua kudeatzeko planaren berrikuspenaren eta eguneratzearen esparruan egindakoan (URA, 2021), adierazten da klima-aldaketaren ondorioz prezipitazioen erregimenean eta ebapotranspirazioan izandako aldaketek gehikuntzak eragingo lituzketela 2100 horizontean T=100 eta T=500 urteko erreplikatzeko-denboretarako uholde-emarietan, eta, aldiz, ez litzatekeela aldaketarik izango edo murrizteko joera txiki bat izango litzatekeela T=10

urteko erreplikatzeko-denborarako. Aipatu beharra dago uholde-emarien balizko handitzeak ez lukeela modu proportzionalen areagotuko uholde-arriskua. Ibilguek gainezka egiteko probabilitatea eta uholde-lautaden portaeira hainbat faktoreren araberakoak dira, eta faktore horiek, aldi berean, aldaketak izan ditzakete klima-aldaketaren eraginez. Faktore horiek guztiak aintzat hartuta, Urola ibaiaren beheko tarteko eremu txikietan eta Deba, Oria eta Bidasoa ibaien erdiko tartean uholde-arriskua handitzea aurreikusten da.

## 5. INPAKTUAK UR-MASEN EGOERAN

Uraren Esparru Zuzentzarauak (UEZ)<sup>1</sup> ur-masen kalitatearen diagnostikoa eta jarraipena egiteko kontzeptu berri bat sartu zuen, 'ur-masen egoera ekologikoa', uraren kalitatea definitzeko ingurumenaren ikuspegian oinarritzen dena eta ez uraren erabileran. Horrela, egoera ekologikoa definitzen da 'ekosistemen egituraren eta funtzionamenduaren kalitatearen adierazpen' gisa. Horretarako, adierazle biologiko batzuen ebaluazioan (ornogabeen fauna bentikoa, flora urtarra, fauna iktiologikoa eta fitoplanktona) oinarritzen da, baita kalitate biologikoko elementuen euskarri diren adierazle kimiko eta fisiko-kimikoen ebaluazioan (uraren tenperatura, oxigeno disolbatuaren kontzentrazioa, azidotze-egoera eta mantenugaiak) eta kalitate biologikoko elementuen euskarri diren adierazle hidromorfologikoen ere.

Beraz, klima-aldagaien (tenperatura, urteko prezipitazioak eta muturreko fenomenoak, hala nola uholdeak eta lehortekak –Banaleau et al., 2019–) eta aldagai eta prozesu biogeokimikoen arteko interakzio konplexuen mende dago uraren kalitatea. Aldi berean, eta garrantzia-maila berarekin, uraren kalitatea faktore antropogenikoen arabera da, hala nola emariaren erregulazioaren, lurra erabileraren, urbanizazioaren, isurketen eta abarren arabera.

Ur-masen egoerari, nagusiki, hiri-, industria- eta nekazaritza-jatorriko giza jarduerak eragin izan diote. Klima-aldaketak ur-masen degradazioa zeharka bizkortu dezake, tenperaturaren igoeraren bidez eta ziklo hidrojologikoko aldaketen bidez. Esate baterako, prezipitazio-kantitateak eragina izan dezake lurzorua higiduran, edo emarrietan eta kutsatzaileen kontzentrazioetan; halaber, uraren tenperaturaren igoerak eragina izan dezake gasen –hala nola oxigenoaren– disolbagarritasunean edo prozesu biologikoetan. Klima-aldaketak izan ditzakeen inpaktuetako batzuk hauek dira:

- Jatorri antropogenikoko kutsatzaileen kontzentrazioak handitzea, ur-baliabideak murriztearen ondorioz, batez ere agorraldietan eta lehortean.
- Emariak emari ekologikoen azpitik murriztea.
- Mantenugaiaren eta substantzia kutsatzaileen antropogenikoen ekarpenak handitzea uholdeen maiztasun eta intentsitate handiagoaren ondorioz, eta eutrofizazio-arazoak.
- Oxigeno disolbatuaren mailak murriztea tenperaturaren igoeraren ondorioz, batez ere emari

baxuko udako aldian.

- Uraren tenperatura igoetzea.
- Mantenugaiaren ziklo biologikoak aldatzea eta algak ugaltzea.
- Organismo urtarren habitata eta banaketa aldatzea/murriztea.
- Aldaketak baldintza bakteriologikoetan eta patogeno batzuen intzidentzian.
- Azaleko ur-masen egoera aldatzea.
- pH-aren gaineko afekzioa.
- Itsas intrusioa lurpeko uretan.

Prozesu horiek guztiak komunitate biologiko urtarrei eragin diezaiakete, eta arazo estrukturalak eta funtzionalak eragin ditzakete ibai-ekosistemetan.

Gipuzkoako ibaiak populazio-dentsitate handi baten isurketak jasotzen dituzte, baita zenbait sektoretako industria-isurketak ere –hala nola papergintza, metalurgian, azaleko tratamenduenak eta abarrenak–. Agorraldian erregistratzen diren emari baxuek egoera larriagotzen dute, diluzio-ahalmena txikiagoa izaten baita. Hala ere, azken urteotan saneamendu-sarea garatu izanak, industrietako kutsaduraren aurka hartutako neurriak eta lurraldeko ibaiak erakutsitako autoarazketa-gaitasun handiak uraren kalitatea nabarmen berreskuratzea erraztu dute.

Badira gure arroetan erabateko susperraldi ekologikoa mugatzen duten beste faktore batzuk. Esate baterako, baldintza hidrojologikoak aldatzen dituzten ubideratze ugariak; ibarren okupazio antropikoa, ibaiertzeko landaredia suntsituz; eta funtsezko faktoreetan –tenperaturan, mantenugaiaren kontzentrazioan, deribazioengatik emarien murrizketan, algien gehiegizko garapenean eta abarren– eragin zuzena duten oztopo eta aprobetxamendu ugari. Azken urteotan, ibilguen jarraitutasuna eta haien baldintza morfologikoak hobetzeko lanean ari dira, oztopoak ezabatuz (OHZN-GFA, 2021).

Lurraldeko ur-masen monitorizazio jarraitua funtsezkoa da haien egoera ekologikoa ezagutzeko, eta iraupen luzeko serieak eraikitzeak aukera ematen du denboran zehar bilakaera aztertzeke. Monitorizazio hori URAK –Uraren Euskal Agentziak– egiten du, UEZ betetzeko, Gipuzkoako Foru Aldundiko Obra Hidraulikoen Zuzendaritza Nagusiarekin lankidetzan. 817/2015 Errege Dekretuak<sup>2</sup> azaleko

<sup>1</sup> Europako Parlamentuaren eta Kontseiluaren 2000/60/EE Zuzentzaraua, 2000ko urriaren 23koa, Uraren politikaren arloan jarduteko europar esparrua ezartzen duena.

uren egoeraren jarraipena eta ebaluazioa egiteko irizpideak eta ingurumen-kalitatearen gaineko arauak ezartzen ditu. 2021. urteari dagozkion azken emaitza eskuragarriek adierazten dutenez, 2017-2021 aldian lurraldeko ur-masen % 56k egoera ekologiko ona zuten. Debako eta Oriako ardatz nagusietako masaren batek bakarrik izan zuen egoera ekologiko eskasa edo txarra. Aztertutako masen % 36k egoera moderatua izan zuten, kokaleku hauetan: Oriako ardatzean, Urolako beheko arroan, Oiartzungo arro osoan eta Debako ardatz nagusian eta ibaiadarretan. Egoera ekologikoa egoera biologikoa baldintzatu zuen masa horietan, masa guztiek egoera kimiko ona erakutsi baitzuten, azken 15 urteetan saneamenduan egindako hobekuntzen ondorioz. Lurpeko urei dagokienez, masa guztiek egoera ona dute azken urteotan.

Klima-faktoreek gure ibaiak bezalako sistema antropizatueta duten interakzio konplexuak zaildu egiten du klima-aldaketak soilik eragindako aldaketak aztertzea eta

zehaztea. Sistema askotan, uren etorkizuneko kalitatea giza jardueren arabera izango da neurri handi batean, kudeaketa-erabakiak barne, eta, neurri askoz txikiagoan, klima-aldaketaren arabera.

Gipuzkoako arroetako kontrol-puntuaren sarea zabal da: 90 puntu baino gehiago ditu ardatz nagusietan eta ibaiadar garrantzitsuetan banatuta. Azterketa hori ur-emaria neurtzeko estazioetan kokatutako kalitate-estazio automatizatuetatik datorren informazioan oinarritu da, eta egindako hainbat txostenekin osatu da.

## 5.1. URAREN KALITATEAREN ALDAGAI FISIKO-KIMIKOEN JOERAK

### 5.1.1. URAREN TENPERATURA

**K**lima-aldaketari lotutako ibai-sistemako aldaketa azkarrenetako bat uraren tenperaturaren aldaketa da (Hassan et al., 198; Hammond & Pryce, 2007). Uraren tenperatura aldagai garrantzitsuenetako bat da ekosistema urtarrentzat, eta eragina du bai prozesu kimikoetan bai biologikoetan. Halaber, faktore garrantzitsua da uraren erabilera sozioekonomiko desberdinetarako zenbait sektoretan: nekazaritza, energia, etxeko erabilerak...

Klima-aldaketak tenperaturari eragiten dio, airearen tenperaturaren igoeraren eta prezipitazio-patroien aldaketen bidez. Uraren tenperatura airearen tenperaturarekiko orekan dago; azken hori berotze globalaren ondorioz igo ahala, ibaietako uraren tenperaturak ere gora egingo du. Eragin hori handiagoa izango da maila eta emaria txikiagoak badira edo ur-bazterreko baso-estaldura eskasa bada (baso-estaldurak itzala ematen du, eta eguneko tenperatura-aldakuntza moteltzen du). Horrela,



2 817/2015 Errege Dekretua, irailaren 11koa, azaleko uren egoeraren jarraipena eta ebaluazioa egiteko irizpideak eta ingurumen-kalitatearen gaineko arauak ezartzen dituena.

bai airearen tenperaturaren aldaketek bai prezipitazio-patroi-tako aldaketek –eta, beraz, emariarenek– efektua izango dute uraren tenperaturaren.

Eskala globalean jada ikusten dira aldaketak zenbait ibaitako uraren tenperaturaren (Morrison et al., 2002; Webb and Nobilis, 2007; van Vliet et al., 2013; Null et al., 2013; Ficklin et al., 2014; Hannah and Garner, 2015; Watts et al., 2015; Santiago et al., 2017; Dugdale et al., 2018; Jackson et al., 2018). 1901–2010 aldirako  $-1,21\text{ }^{\circ}\text{C}$  eta  $+1,08\text{ }^{\circ}\text{C}$  arteko aldaketak ikusi dira (IPCC, 2022). Europa mailan,  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  eta  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  arteko igoera jakinarazi da azken 100 urteetan kontinenteko ibai nagusi batzuen kasuan, hala nola Rhin edo Danubio ibaietan (EEA, 2017); bestalde,  $0,33 \pm 0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ko igoera izan da hamarkada bakoitzeko 1980–2018 aldian Suitzako ibaietan (Michel et al., 2020).

OHZN-GFAko estazioen sareko uraren kalitate-estazioetan neurtutako uraren tenperaturaren serie historikoak aztertu dira 1999/2000–2021/2022 urte hidrológicoetarako. Horretarako, erregresio linealeko ereduak

aplikatu dira, eta esangura estatistikoa Mann-Kendall-en estatistiko ez-parametrikoa erabiliz ebaluatu da. Esangura estatistikoa % 95ean testatu da. Urteko eskalan, emaitzek batez besteko tenperaturaren igoera orokorra adierazten dute (igoerak 7 estaziotan aztertutako 10 estazioetatik), eta igoera horiek hiru estaziotan bakarrik (Ereñotzun, Lasarten eta Leitzaranean) dira estatistikoki esanguratsuak. Urteko zikloari dagokionez, ur-emaria neurtzeko estazio guztietan tenperatura-igoeraren patroia uniformerik ikusten ez den arren, igoera orokorrak ikusten dira urtaro guztietan. Goranzko joerak handiagoak dira, oro har, udan ( $+1,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ /hamarkada neurtu da Leitzarango estazioan) eta udazkenean. Behatutako tenperaturaren igoera hori, kasu gehienetan, zuzenean lotuta dago estazioetan ikusitako airearen tenperaturaren igoerarekin (Pearson-en korrelazio-koefizientea  $> 0,85$  aztertutako estazio gehienentzat). Debako arroko bi estaziok bakarrik ez dute hain korrelazio handirik: Altzolakoak eta Aizarnazabalgoak.

ESTAZIOA	ARROA	URTEKOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
OÑATI	DEBA	-0,33	-0,09	-0,88	0,00	-0,21
ALTZOLA	DEBA	0,42	0,33	0,19	0,67	0,49
AITZU	UROLA	0,13	-0,01	-0,35	0,00	0,06
AIZARNAZABAL	UROLA	0,35	0,25	0,64	0,50	-0,41
EZTANDA	ORIA	-0,10	0,00	-0,33	-0,07	-0,02
ALEGIA	ORIA	0,39	0,51	0,02	0,54 <sup>+</sup>	0,26
LEITZARAN	ORIA	1,06 <sup>+</sup>	0,72	0,74	1,15 <sup>+</sup>	0,40
LASARTE	ORIA	-0,69 <sup>+</sup>	-0,08	-1,00 <sup>+</sup>	-0,85	-0,50
EREÑOTZU	URUMEA	0,44 <sup>+</sup>	0,17	0,12	0,41	0,73 <sup>+</sup>
OIARTZUN	OIARTZUN	0,20	0,16	-0,17	0,10	0,22

**5.1. taula.** Uraren tenperaturaren hamarkadako aldakuntza ( $^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup>) ur-emaria neurtzeko estazio bakoitzeko 1999/2000 eta 2021/2022 aldirako. + Ikurrak adierazten du joerak estatistikoki esanguratsuak direla. Iturria: OHZN-GFA (2023).

Klima-aldaketaren ondoriozko uraren tenperaturaren igoerak ekosistema urtarretan gertatzen diren erreakzio kimikoak aldatuko ditu. Horrek aldakuntzak eragingo ditu uraren beste parametro fisiko-kimiko batzuetan, hala nola pH-an eta oxigeno disolbatuan.

### 5.1.2. PH-A

I baien azidotzea faktore askoren mendekoa da; faktore horiek naturalak izan daitezke –arro hidrografikoko lur-zoruaren propietateak, lurpeko uren trukea, prozesu biologikoak, atmosferako jalkitzea eta abar– edo giza jarduerari lotutakoak; beraz, zaila da behatutako aldaketak klima-aldaketari esleitzea.

pH-ak uretako prozesu kimiko eta biologiko gehienei eragiten die. Habitat urtarretan espezieek duten banaketa mugatzen duten ingurumen-faktore garrantzitsuenetako bat da. pH-aren anomalia txiki batek estres fisiologikoa eragiten die espezie askori, eta ugalketa murriztea, hazkundera murriztea, gaixotasuna edo heriotza ekar ditzake. Horren ondorioz, ibai-ekosistemaren dibertsitate biologikoa murriztu daiteke. Gainera, pH-ak kutsatzaile askoren egoera kimikoa aldatzen du, horien disolbagarritasuna, garraioa

eta erabilgarritasuna aldatzen baititu. Klima-aldaketaren ondorioz pH-a aldatzeak jatorri antropogenikoko zenbait kutsatzailearen toxikotasuna handitzea eragin lezake (Carmargo eta Alonso, 2006).

Ibai-sistemen azidotze-azterketak konplexuak dira, eta horien emaitzak ez dira hain argiak –esate baterako, sistema ozeanikoak aztertzerakoan lortutakoekin alderatuz gero–; beraz, ez dira hain ugariak eta erabakigarriak. CO<sub>2</sub> igoerak bai behatu dira –eta, beraz, azidotze korrelazio-natua (pH-aren beherakada)– urtegietan eta aintziretan (Weiss et al., 2018). Estatu Batuetan bai behatu dira, arroetako agorraldietan zeharreko azidotze-azterketa batean (Schindler, 1997).

ESTAZIOA	ARROA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
<b>OÑATI</b>	<b>DEBA</b>	-0,02	-0,04	0,02	-0,14	0,16
<b>ALTZOLA</b>	<b>DEBA</b>	0,23 <sup>+</sup>	0,19 <sup>+</sup>	0,27 <sup>+</sup>	0,30 <sup>+</sup>	0,19 <sup>+</sup>
<b>AITZU</b>	<b>UROLA</b>	0,01	0,06	0,22 <sup>+</sup>	0,03	0,22 <sup>+</sup>
<b>AIZARNAZABAL</b>	<b>UROLA</b>	0,13 <sup>+</sup>	0,03	0,10	0,10	0,10
<b>EZTANDA</b>	<b>ORIA</b>	0,05	0,04	0,08	0,06	0,12
<b>ALEGIA</b>	<b>ORIA</b>	0,22 <sup>+</sup>	0,28 <sup>+</sup>	0,16 <sup>+</sup>	0,26 <sup>+</sup>	0,30 <sup>+</sup>
<b>LEITZARAN</b>	<b>ORIA</b>	0,14	0,12	0,22 <sup>+</sup>	0,35 <sup>+</sup>	0,04
<b>LASARTE</b>	<b>ORIA</b>	0,12 <sup>+</sup>	0,15	0,13 <sup>+</sup>	0,18 <sup>+</sup>	0,15
<b>EREÑOTZU</b>	<b>URUMEA</b>	0,02	0,08	0,04	-0,02	0,03
<b>OIARTZUN</b>	<b>OIARTZUN</b>	-0,05	0,03	-0,04	-0,13	0,02

**5.2. taula.** pH-aren hamarkadako aldaketza (pH unitate hamarkada<sup>-1</sup>) ur-emia neurtzeko estazio bakoitzeko 1999/2000 eta 2021/2022 aldirako. <sup>+</sup> Ikurrak adierazten du joerak estatistikoki esanguratsuak direla. Iturria: OHZN-GFA (2023).

Azterketa honetan, lurraldeko kalitate-estazioetan neurtutako pH-aren bilakaera aztertu da 1999/2000–2021/2022 aldirako. Oro har, pH-aren goranzko joera ikusten da (alkalinitasuneranzko joera). Urteko zikloari dagokionez, oro har, pH-aren igoera txikiak udan gertatzen dira, aldi horretan hazkunde handienak dituzten estazio batzuetan izan ezik. Joera negatiboei dagokienez (azidotzeranzko joera), udan Oiartzungo eta Oñatiko ur-emia neurtzeko estazioetan bakarrik ikusten da, Oiartzungo eta

Debako arroetan, hurrenez hurren. Joera negatibo horiek ez dira estatistikoki esanguratsuak inolako kasutan. Uraren pH-a handitzeko (alkalinitasuneranzko) joera orokorra lotuta dago UEZ indarrean sartu ondorengo azken urteotan hartutako saneamendu-neurrien ondoriozko uren kalitatearen hobekuntzarekin.

### 5.1.3. URETAN DISOLBATUTAKO OXIGENOA

Oxigeno disolbatua da ekosistema urtarren osasunaren adierazlerik onena (CWC, 2019). Izan ere, datu biologikoak interpretatzen laguntzeko aldagai fisiko-kimiko nagusia da (Europako Batzordea, 2009). Oxigeno disolbatua maila egokietan egoteak ur-masaren egoera kimiko eta biologiko ona adierazten du, eta, beraz, murrizteak habitat-galera potentzialak eragin ditzake. Arluziagak (2002) adierazi du oxigenoa ez dela, oro har, faktore mugatzailea Gipuzkoako ibaietako bizitzarako, batez ere haien izaera torrentzial eta emari handikoagatik.

Klima-aldaketak ekosistema horietako gainazaleko uretako oxigeno-edukiari nola eragin diezaiokeen jakitea funtsezkoa da urak klima-aldaketaren etorkizuneko agertokietan izan dezakeen kalitatea aztertzeko. Klima-aldaketaren efektu nagusia tenperatura-aldaketaren ondoriozko oxigeno disolbatuaren saturazio-aldaketak dira. Uraren tenperaturak korrelazio negatiboa du oxigeno-kontzentrazioarekin. Horrenbestez, tenperatura-igoera bakoitzak ondorioak izango ditu oxigeno disolbatuan, eta, beraz, uraren kalitatean. Uretako oxigeno-kontzentrazioan eragina izan dezaketen faktore batzuk, besteak beste, hauek dira: jarduera biologikoa fotosintesiaren bidez, isurtzen den ur-emaria edo oxigenazioa errazten duten turbulenzia, eutrofizazio-arazoak, isurketak edo jatorri antropogenikoko bestelako presioak.

Uretan disolbatutako oxigeno-kontzentrazioari eta uraren kalitateari buruzko datu-serieen luzera laburrari eragiten dioten faktoreen ugaritasuna dela-eta, oso azterketa gutxi egin dira ikusitako aldaketen arrazoiak aztertzeko. Horietako batek erakusten du Ebroren eta Adigeren gisako arro mediterraneo batzuetan uraren tenperatura igo dela eta oxigeno disolbatua murriztu dela 1990–2015

aldirako; biak bat datoz airearen tenperaturaren goranzko joerekin (Diamantini et al., 2018).

Lurraldeko kalitate-estazioetako oxigeno disolbatuaren 1999/2000–2021/2022 urte hidrologikoetarako serie historikoen analisiak hazkunde orokorra adierazten du: oxigeno disolbatuaren kontzentrazioaren igoerak ikusten dira ia kalitate-estazio guztietan eta denbora-, urte- eta urtaro-eskala desberdinetan. Hobekuntza hori 2000. urtearen amaieran UEZ indarrean sartzearen ondoriozko saneamendu-neurriak hartu ondoren izandako uraren kalitatearen hobekuntzak baldintzatzen du. Horrek azaltzen du estazio askotan 2010–2013 urteetatik aurrera oxigeno disolbatuaren kontzentrazioan ikusitako bat-bateko igoera, epe luzera behatutako joerak baldintzatzen dituena. Epe luzerako goranzko joera hori gorabehera, estazio batzuetan beheranzko joera ikusten da azken urteotan. Joera negatibo hori lotuta egon liteke behatutako uraren tenperaturaren igoerarekin (uraren tenperaturaren eta oxigeno disolbatuaren arteko Pearson-en korrelazio-koefizientea:  $-0,6$  eta  $-0,8$  bitartekoa) eta azken urteetako agorraldiko eta urteko emarien murrizketarekin. Korrelazioa dago emariarekin, baina positiboa eta ahulagoa da (euri bortitzekin urak nekez du oxigeno-defizita, eta lehorre-baldintzek jaitsierak eragin ditzakete). Azken urteetan, antzeko emaitzak aurkitu dira estuarioetako neurketa-estazioetan, oxigeno-kontzentrazioaren jaitsierarekin udan eta udazkenean, agorraldia areagotzearen eta luzatzearen ondorioz (GFA-OH, 2023). Hala ere, serie horiek laburrak dira klima-aldaketak aldagai horietan duen efektuaren ondorioak ateratzeko.

ESTAZIOA	ARROA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
OÑATI	DEBA	0,42	0,33	0,19	0,67*	0,83
ALTZOLA	DEBA	1,69*	1,03*	1,72*	2,29*	1,18*
AITZU	UROLA	0,84*	0,91	1,24*	0,66*	0,67*
AIZARNAZABAL	UROLA	0,37*	0,28*	0,17	0,60*	0,27*
EZTANDA	ORIA	0,64*	0,73*	0,85*	1,38*	1,09*
ALEGIA	ORIA	1,17*	0,91*	0,86*	1,67*	1,30*
LEITZARAN	ORIA	0,20	0,69*	0,07	0,94*	0,94*
LASARTE	ORIA	1,24*	0,79	1,06*	1,11*	1,71*
EREÑOTZU	URUMEA	0,13	-0,10	0,21	0,26	0,09
OIARTZUN	OIARTZUN	0,53*	0,16	1,07*	0,64*	0,02*

**5.3. taula.** Uretan disolbatutako oxigeno-kontzentrazioaren hamarkadako aldakuntza ( $\text{mg O}_2/\text{L}$  hamarkada<sup>-1</sup>) 1999/2000 eta 2021/2022 aldirako ur-emia neurtzeko estazio bakoitzeko + Ikurrak adierazten du joerak estatistikoki esanguratsuak direla. Iturria: OHZN-GFA (2023).

## 5.2. KLIMA-ALDAKETAREN AGERTOKIAK



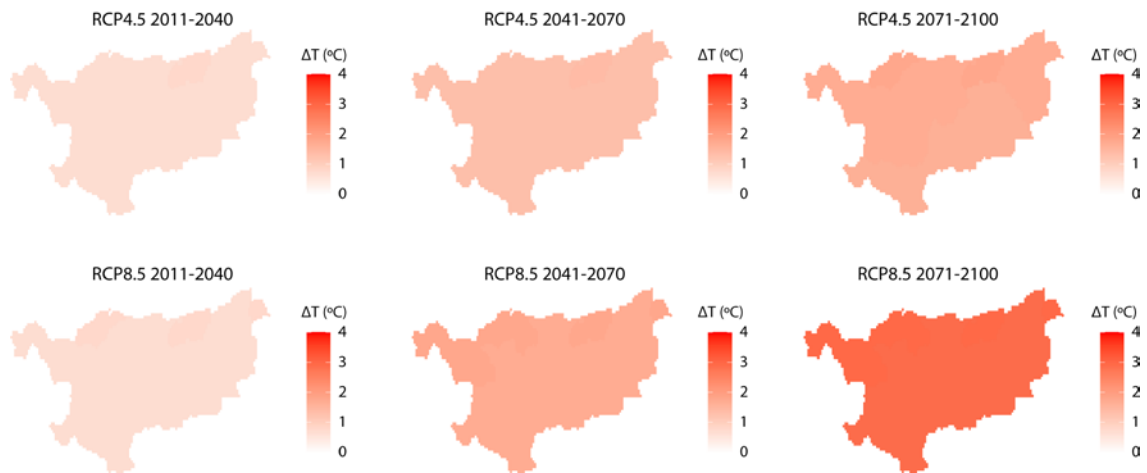
**K**lima-aldaketaren agertokiek aurreikusten dute Gipuzkoako airearen tenperaturak gora egingo duela XXI. mendean zehar. Agertoki horiek lurraldearen ziklo hidrolotikoan ere aldaketak aurreikusten dituzte. Aldaketa horiei lotuta, aurreikusten da klima-aldaketak uraren kalitatearen aldagai fisiko-kimikoei eta, horrenbestez, ekosistema urtarren egoera ekologikoari eragin diezaiekeela.

### 5.2.1. URAREN TENPERATURA

**K**lima-aldaketaren agertokiek aurreikusten dute Gipuzkoako airearen tenperaturak gora egingo duela XXI. mendean zehar. Igoera horri lotuta, uraren tenperatura igo egingo da.

Klima-aldaketak uraren tenperaturan duen inpaktua analiza hidrolotikarekin lotutako klima-inpaktua adierazleetan oinarritzen da, aldagai hidrolotikoen etorkizuneko agertokiaren analisia erabiliak (4. kapitulua).

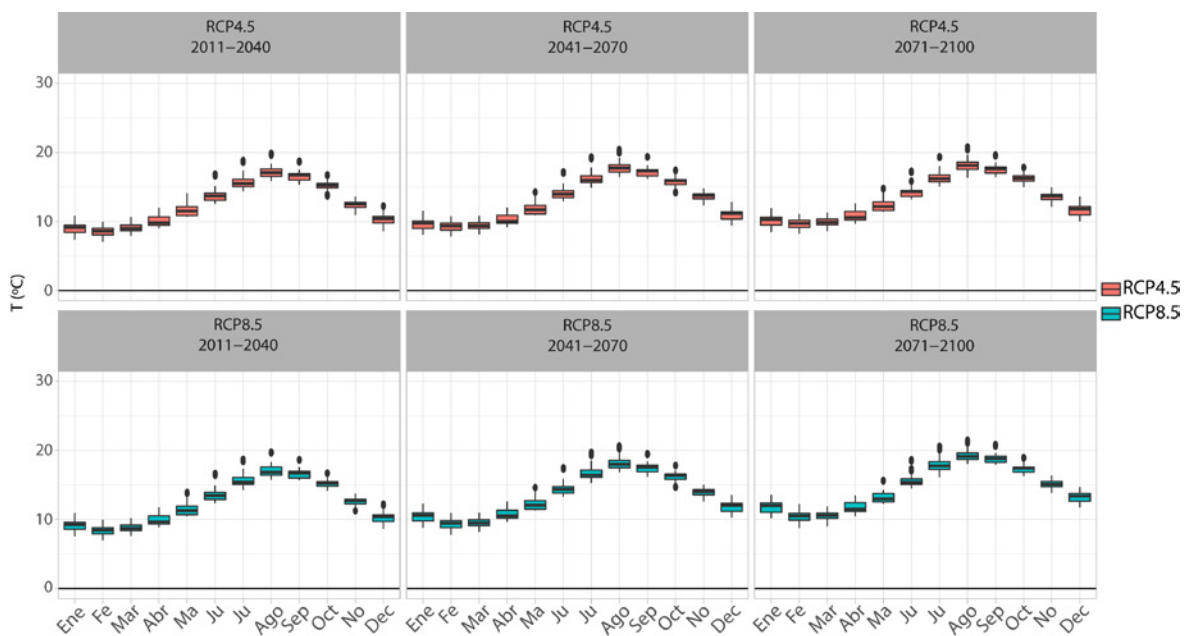




5.1. ird. Tokiko ibaietako uraren urteko batez besteko tenperaturaren proiektzioak. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

Oro har, uraren urteko batez besteko tenperatura igoko dela ikusten da, eta ez da alde handirik ikusten arto desberdinetarako espero diren igoeretan. Ez dago alde handirik RCP4.5 eta RCP8.5 agertokiaren artean epe laburrean (2011-2040), 0,7-0,8 °C-ko hazkunderekin bi agertokietan, eta epe ertainean (2041-2070), 1,3 °C eta 1,7 °C

arteko gehikuntzekin, hurrenez hurren. Bi agertokiaren arteko aldeak areagotu egiten dira epe luzera (2071-2100), eta 1,6 °C eta 2,9 °C-ko igoerak aurreikusten dira RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako. Uraren urteko batez besteko 25 °C-ko tenperaturak aurreikusten dira, agertokirik ezkorrean eta azken aldian.



5.2. ird. Gipuzkoako azpiarroetako uraren batez besteko tenperaturaren hileko proiektzioak. Datuen iturria: Copernicus Climate Change (2021).

Urteko zikloari dagokionez, uraren tenperaturaren igoerak ikusten dira urteko hilabete guztietarako eta bi agertokietarako, 0,5 °C eta 4 °C arteko igoerekin. Igoerarik handienak udazkenerako behatzen dira, irailetik azarora bitartean, eta zertxobait txikiagoak udan. Abuzturako estimazio horiek txikiagoak dira formula enpiriko linealak erabiliz airearen tenperaturan oinarrituta estimatutakoak baino. Formula horiek airearen tenperatura urarenarekin lotzen dute, eta lan honetan definituta daude: 'Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos

y las masas de agua. Efecto del cambio climático en el estado ecológico de las masas de agua' (CEDEX, 2012). Korrelazio horretan oinarrituta, EAEko ibaietarako uraren tenperaturaren 1,0 eta 1,1 °C arteko igoera kalkulatu da abuzturako 2011-2040 epe laburrean; 1,6 eta 2,1 °C artekoa 2041-2070 epe ertainean; eta 2,0 eta 3,7 °C artekoa 2071-2100 epe luzean. Balio horiek erabilitako sei eredu batezbesteko gisa lortu dira, eta balio-tarteak RCP4.5 eta RCP8.5 isuri-agertokiei dagozkien balioak markatzen ditu, hurrenez hurren (URA, 2022).

### 5.3. KLIMA-ALDAKETARI LOTUTAKO ARRISKUAK EKOSISTEMENTZAT: URAREN TENPERATURAREN IGOERA

**U**r gezako espezieen erantzunak lotura estua du haien ingurune fisikoarekin. Evidentzia ugari adierazten dutenez, kontinente guztietan behatutako joera sendoeekin batera, oso litekeena da ur gezako espezieen banaketa-barrutietan, fenologian, fisiologian eta morfologian ikusitako aldaketa ugari eskualde-mailan eta maila globalean izandako klima-aldaketei egotzi ahal izatea; bereziki, muturreko gertakarien maiztasunaren eta larritasunaren igoerari (IPCC, 2022).

Klima-aldaketaren inpaktu berehalakoena uraren tenperaturaren igoera izatea espero da (Hassan et al., 1998). Hazkunde horrek inpaktua izan dezake ur-masen egoeran, eta bereziki eragiten die ekosistema urtarrei lotutako prozesu ekologikoei, espezieei eta habitatei. Erreakzio kimiko eta prozesu bakteriológico gehienak azkarragoak dira tenperatura altuagoan. Tenperaturak gas disolbatuen kontzentrazioan ere eragina du. Gainera, tenperaturak fitoplanktonaren eta algen hazkunde-tasak kontrolatzen ditu, eta organismoen portaera ere erregulatzen du, hala nola arrainen migrazioa. Horren guztiaren ondorioz, ur gezako ekosistemak tenperaturaren sentikorak dira igoerarekiko.

'Determinación de los mapas de peligrosidad, exposición, vulnerabilidad y riesgo asociados al cambio climático en España' (Estrela-Seguelles et al., 2020) azterketan ebaluatu dira, uraren tenperatura-igoerarekin lotutako arriskugarritasunetik abiatuta, ur hotzetako arrain-espezieen habitat-galeraren arriskua, uretan disolbatutako oxigenoaren murrizketa eta makroorganismo-espezieen afekzioa, klima-aldaketaren bi agertokitarako (RCP4.5 eta RCP8.5) eta hiru analisi-alditarako (2011-2040, 2041-2070 eta

2071-2100). Arriskua ebaluatzeko, azterketan IPCC-AR5en (IPCC, 2014) ezarritako ikuspegiari jarraitu zaio. Ikuspegi horretan, arriskua mehatxuaren edo arriskugarritasunaren eta arriskuarekiko esposizioaren konbinazio gisa ulertzen da; horiek inpaktuen banaketa eta kalteberatasuna zehazteko aukera ematen dute, sistemak inpaktuekiko duen aurrejoera gisa ulertuta. Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022-2027 egitean, EAEko arroi buruzko ondorio garrantzitsuenak berrikusi dira. Ondoren, informazio horretatik abiatuta, Gipuzkoako Lurralde Historikorako ondorio nagusiak atera dira.

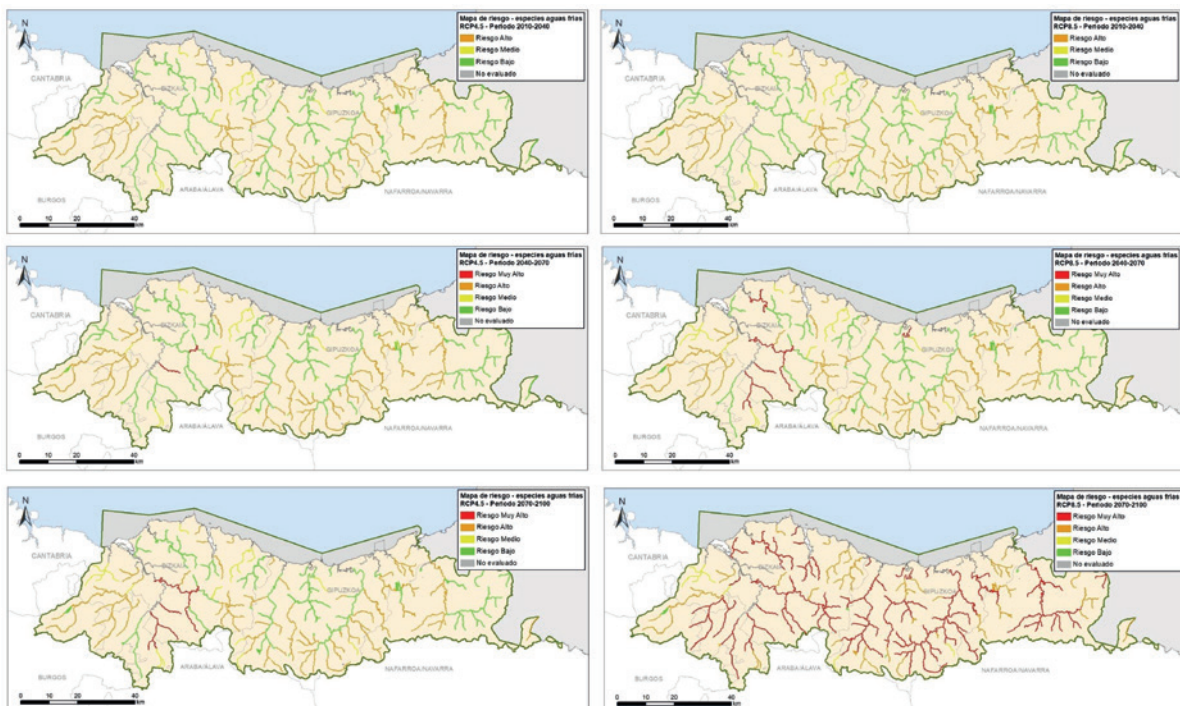


### 5.3.1. HABITAT-GALERA UR HOTZETAKO ESPEZIEENTZAT

Ur hotzetako espezieentzako uraren temperatura igoztearen ondorioz habitata galtzeko arriskua zehaztu da amuarrain arruntaren (*Salmo trutta*) kasurako.

Puntualki, espezieak uraren 25 °C arteko tenperaturak jasan ditzake, baina hilabete osoan zehar mantentzen den tenperaturari buruz ari bagara, muga hori 21,8 °C-ra jais ten da. Beraz, arriskugarritasun-mapak markatuko dituen aldagaia abuztuko batez besteko tenperatura da, hilabete horretan lortzen baitira tenperaturarik altuenak. Klima-aldaketaren ondorioz uraren tenperaturaren batez besteko igoera abuztuan 1,0 eta 1,1 °C artekoa dela kalkulatu da

2011-2040 epe laburrean; 1,6 eta 2,1 °C artekoa 2041-2070 epe ertainean; eta 2,0 eta 3,7 °C artekoa 2071-2100 epe luzean. Kalteberatasun-mapa ibaiertzeko landarediaren egoeratik abiatuta zehaztu da, kontuan hartuz ibaiertzeko landarediaren egoera on batek itzal-eremuak ematen dituela eta uretako eguzki-erradiazio intzidentetaren kantitatea murrizten duela, arraintzako babeslekuak emateaz gain. Aitzitik, ibaiertzeko landarediaren egoera okerragoak eragiten du sistema tenperaturaren igoerarik kalteberagoa izatea.



5.3. ird. Ur hotzetako arrain-espezieen habitat potentziala murrizteko arriskuaren mapak hiru analisi-aldietarako eta RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako. Iturria: Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022-2027 (URA, 2022).

Emaitzek adierazten dutenez, arriskua handia da lurraldeko sare hidrografikoaren tarte askotan, bi agertokietan epe laburrean eta ertainean, eta arriskua oso handia da RCP8.5 agertokian epe luzean (2071-2100) (URA, 2022). Debako eta Oriako arroetan arriskua txikia da ibaiaren ardatz nagusian, eta ibaiadar batzuek arrisku handia dute.

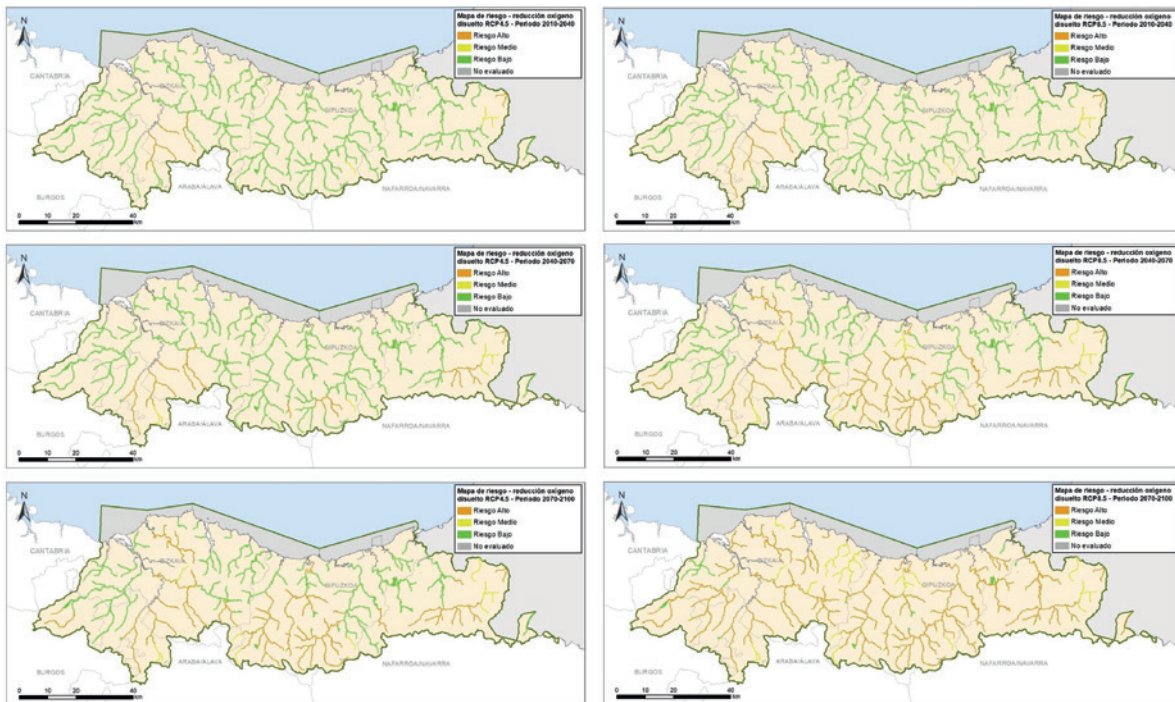
Urola ibaiaren kasuan, arriskua handia da tarte altuan, eta txikia gainerakoan. Urumea eta Oiartzun ibaien arroen zati handi batean eta Bidasoko Gipuzkoako zatian, arriskua handia da. RCP8.5 agertokirako eta 2071-2100 aldirako, arrisku-maila handiaren eta oso handiaren artekoa da aztertutako tarte guztietan.

### 5.3.2. URETAN DISOLBATUTAKO OXIGENOA MURRIZTEKO ARRISKUA

Oxigeno disolbatuaren kontzentrazioa azaleko ur-masen egoera fisiko-kimikoa ebaluatzeko kontuan hartzen diren parametroetako bat da. Gainera, parametro erabakigarria da uretako biotaren presentziarako eta egoera onerako, eta hura murrizteak habitat-galera potentzialak eragin ditzake, beste parametro batzuei eta oro har masaren egoera ekologikoari eragin ahal izateaz gain.

Airearen eta uraren temperaturek zuzenean eragiten diote uretan disolbatutako oxigeno-kontzentrazioari. Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022-2027 lantzean, klima-aldaketaren eraginez uraren temperatura igotzearen ondorioz uretan

disolbatutako oxigenoa murrizteko arriskua aztertu da. Horretarako, oxigeno-kontzentrazioa ebaluatu da tenperaturaren eta altitudearen funtzioa den adierazpen bat erabiliz. Abuztuko tenperatura-aldakuntzaren emaitzek 0,16 eta 0,26 mg/l arteko murrizketa erakusten dute RCP4.5 agertokian, eta 0,18 eta 0,26 mg/l artekoa RCP8.5 agertokian. Análisi honetan ondorioztatzen denez, ur-masa guztiek neurri batean inpaktua izan arren inoiz ere ez dute oxigeno-edukiaren 5 mg/l-tik beherako jaitsierarik sortzen –muga hori egoera onaren eta moderatuaren artean dago ibai-motako ur-masak ebaluatzeari dagokionez–.



5.4. ird. Uretan disolbatutako oxigenoa murrizteko arriskuaren mapak hiru analisi-aldietarako eta RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako. Iturria: Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022-2027 (URA, 2022).

### 5.3.3. MAKROORNOGABEENGAN AFEKZIOA IZATEKO ARRISKUA

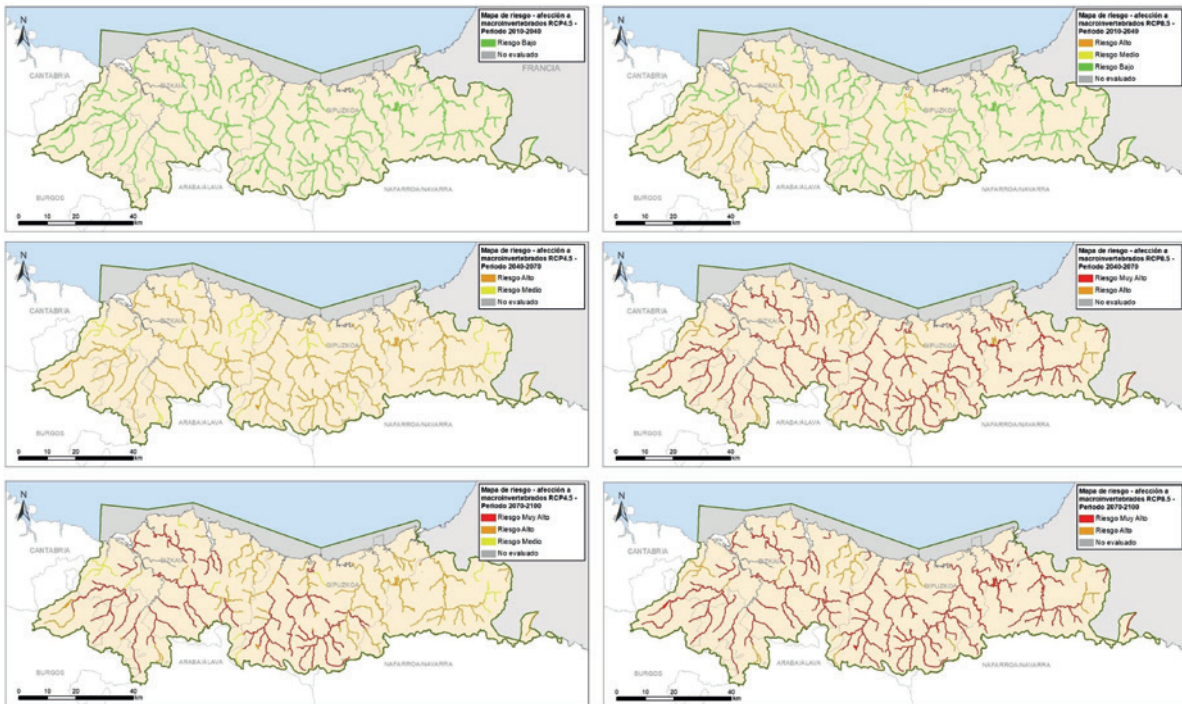
**M**akroornogabe urtarak sistema urtarretako sedimentuetan edo beste edozein substratu-motatan -hostoetan, makrofitoetan eta abarretan- bizi diren organismoak dira. Uraren kalitate-baldintzen adierazle biologiko bikaina dira; izan ere, haien egonaldiak espezie-motaren arabera aldatzen dira (motzak, luzeak eta soilik urtarak), eta horrek oso informazio baliotsua biltzeko aukera ematen du, ekosistema urtarretarako balio handiko informazioa ematen dutelako.

Ekosistema urtar kontinentaletako fauna ornogabeak dibertsitate handia du, bai formari dagokionez, bai inguru-nearen baldintza ekologikoekiko tolerantziari dagokionez. Horregatik, aurreikusten da klima-aldaketak maila eta modu desberdinetan eragitea espezie desberdinei, klima-aldaketak baldintza fisiko-kimikoetan eta ingurunearen kalitatean eragingo duen alterazioaren arabera.

Klima-aldaketak makroornogabeengan duen afekzioaren ebaluazioa egiteko, IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) indizearen eta uraren

temperaturan espero den igoeraren arteko erlaziotik abiatu da. Indize horren oinarria da makroornogabeen familia bakoitzari kutsadurarekiko edo aldatutako egoerekiko tolerantzia-balioak esleitzea. Puntuaziorik baxuenak zorrotzak ez diren familiei dagozkie, eta altuenak, berriz, familia sentikorrenei. Horrela, puntu bateko familia guztientzat lortutako balioen baturak ur-masaren kutsadura-maila edo egoera adierazten ditu.

IBMWP indizearen eta klima-aldaketaren ondorioen arteko erlazioa ezarri da, eta temperatura-igoeraren arabera puntuazioa aldatzen duten makroornogabeen bankoen ehunekoa lortu da (CEDEX, 2012). Aztertutako agertoki bakoitzerako, aurreikusitako temperatura-igoerak eragindako indizearen balio berri bat zehazten da. Kalteberatasunerako kontuan hartutako parametroa ibaiertzeko landarediaren egoera da, habitat-galeraren arriskua aztertzeko erabilitako bera, aztertutako arriskua temperatura baita kasu horretan ere.



**5.5. ird.** Makroornogabeen afekzio-arriskuaren mapak hiru analisi-aldietarako eta RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako. Iturria: Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa 2022-2027 (URA, 2022).

Makroornogabeentzako arrisku-maila handitu egiten da kontuan hartutako analisi-aldiarekin eta agertokiarekin. Epe laburrerako eta RCP4.5 agertokirako, arrisku-maila txikia da tarte guztietan, eta handitu egiten da Debako erdiko tartean, Urolako beheko tartean eta Oriako goiko tartean. Epe ertainean eta RCP4.5 agertokian, tarte

guztiek arrisku-maila handia dute; RCP8.5 agertokian, berriz, oso handia. RCP4.5 agertokiko azken analisi-aldian, arrisku-maila oso handira iristen da Debako eta Urolako arroetan eta Oriako goiko tartean; RCP8.5 agertokian, berriz, tarte guztiek dute arrisku-maila oso handia.

## 5.4. ONDORIOAK

**A**zaleko ur-masen egoeraren parametro fisiko-kimikoen analisi historikoak hobekuntza nabarmena adierazten du 90eko hamarkadaren amaieraz geroztik, hirietako eta industriako hondakin-urak arazteko teknologiak sartzearen ondorioz. XIX. mendearen erdialdetik aurrera Gipuzkoako ibaietan izandako antropizazio handia dela-eta, zaila da klimaren aldaketei egotz dakizkiekeen aztertutako parametroen joeren ebidentziak ezartzea.

Etorkizuneko proiektioei dagokienez, aurreikusten da airearen tenperaturaren igoerak –eta, horren ondorioz, uraren tenperaturaren igoerak– parametro fisiko-kimikoak (azidotasuna eta oxigeno disolbatua) aldatzea eta aldaketa horiekiko sentikorragoa den faunaren (ur hotzetako espezieen eta makroornogabeen) biologian aldaketak eragitea. Oxigeno disolbatuari dagokionez, epe laburrean arrisku txikia espero da, uraren tenperaturaren igoerarekin

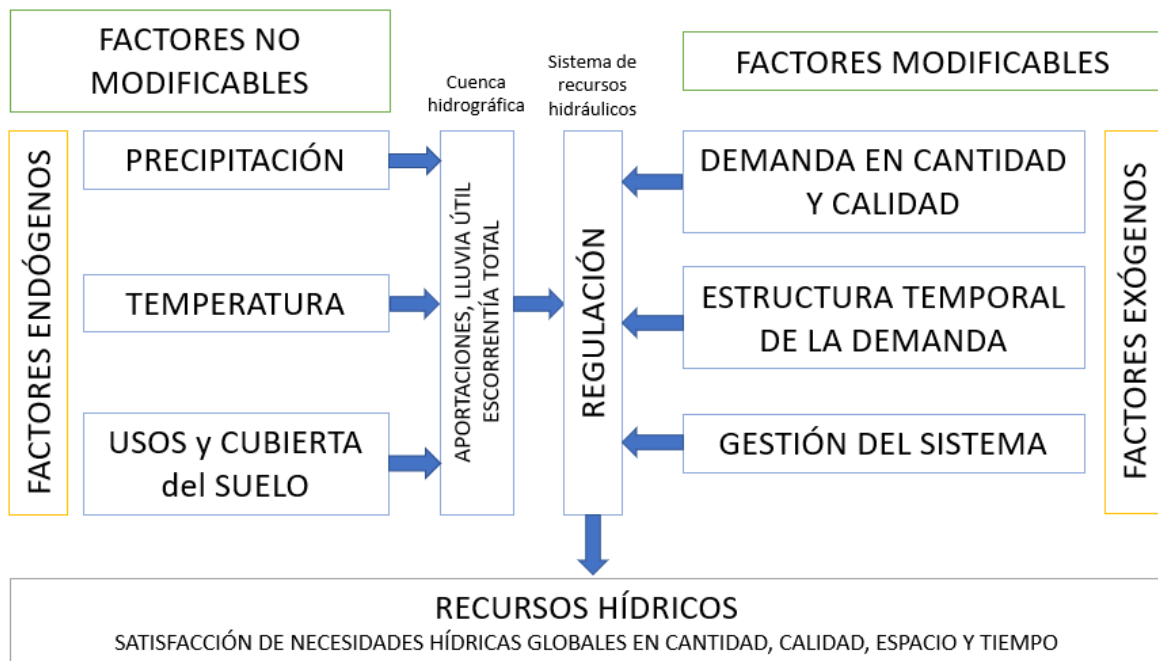
batera paraleloki handitzen joango dena RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako; inpaktu horiek nabarmenagoak izango dira lurraldearen barrualdeko ibaiadarren goiko tartean. Aztertutako adierazle biologikoei dagokienez, ur hotzetako espezie batzuen populazioaren galera edo jaitziera areagotuko dela aurreikusten da, hala nola amuarra in arruntarena edo salmonidoena. Halaber, makroornogabeen populazioek aldaketak izango dituztela aurreikusten da. Epe laburreko galera-arriskua oso esanguratsua da lurraldeko iparraldeko ibaietan. Epe ertain-luzera, berriz, arriskua handitzen doa lurraldeko arro guztietan, eta arrisku-maila handia eta oso handia izatera iristen da RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako epe ertainera eta luzera, hurrenez hurren. Makroornogabeen kasuan, ur hotzetako espezieen kasuan bezala, lurralde historikoko ibai guztietan arriskuak handiak eta oso handiak izatea espero da, batez ere epe ertain eta luzeko aldietarako.

## 6. GAUR EGUNGO UR-ERABILERA ETA -ESKARIAK ETA HORIEN BILAKAERA EPE LABURREAN

Ura oinarrizko baliabidea da, beharrezkoa premia sozial eta ekonomikoak asetzeko nahiz ekosistemekiko interakziorako. Proiektatutako klima-aldaketaren etorkizuneko agertokietan, baliabide hidrikoen erabilgarritasuna murriztea aurreikusten dutenez, gerta daiteke baliabide horiek erazteko eta horien kontsumo desberdinetarako afekzioak gertatzea –hala nola etxeko, industriako eta nekazaritzako kontsumorako, edo energia sortzeko–, bai eta ur-masak egoera onean mantentzeko zailtasunak ere. Beraz, uraren erabilerak eta eskariak ezagutu behar dira, eta aztertu behar da aurreikusitako eskasia-baldintzetan ur-horniduraren segurtasuna bermatu ahal izango ote den. Kapitulu honetan eta hurrengoan, uraren egungo eta etorkizuneko erabilerak aztertu dira; halaber, klima-aldaketak baliabideen eskuragarritasunean dituen inpaktuetan

oinarrirituta, egungo eskaintzaren eta eskariaren arteko balantzeak eta klima-aldaketaren agertokiei dagozkienak ere aztertu dira, hurrenez hurren.

Garrantzitsua da azpimarratzea klima-aldaketak baliabide hidrikoetan eta uraren kalitatean eta kantitatean dituen inpaktuak ez direla ziklo hidrologikoaren beraren ekarpenen araberakoak soilik –lurzoruaren erabilerak eta estalkiak, tenperaturak eta prezipitazioaren denbora-egiturak (faktore endogenoek) baldintzatua–, eskariaren eta kudeaketaren araberakoak ere baitira (faktore exogenoek ere baldintzatua, beraz). Azken faktore horiek gizakiak alda ditzake; faktore endogenoak, aldiz, lurzoruaren erabilerak izan ezik, ziklo hidrologikoaren ekarpenen aldakuntzaren araberakoak dira zuzenean (Iglesias et al., 2005).



6.1 ird. Uraren ziklo hidrologikoaren baitako faktore endogenoak eta exogenoak. Iturria: Iglesias et al. (2005).

Eskari bidezko ustiapena, haren denborazko egitura eta sistemaren kudeaketa bera dira bai erabilerak eta bai etorkizuneko eskariei erantzuteko gaitasuna gehien baldintzatzen dituzten faktoreak. Izan ere, epe luzerako eskari potentzialak aurreikustea da baliabide hidrikoen eta horien

azpiegituren kudeatzaileek aurre egin beharreko erronka handienetako bat (Gallego-Ayala, 2013).

Eskala globalean, faktore endogenoek ur-eskasiaren maila mugatuko dutela aurreikusten da. Eskualde mailan,

ordea, litekeena da ur-eskasia esanguratsua izatea, baita egungo proiektioek klima-aldaketaren ondorioz uraren eskuragarritasun handiagoa adierazten duten arrotan ere. Gaur egun, maila globaleko giza kontsumo zuzenerako urteko eskariaren muga 12.500 km<sup>3</sup>/urte ingurukoa dela kalkulatzen da (UN Water Conference, 2023). Muga hori murriztu liteke ebapotranspirazioa handitzearen eta tenperaturaren igoeraren ondoriozko eskari handiagoaren ondorioz. Eskarien gorakada horiek defizit hidrikoak eragin ditzakete irauteko baliabide horren mende dauden sistema

sozioekonomikoetan. Beraz, baliabide hidrikoen eskaria iragartzea eta klima-mehatxuek aldi eta agertoki desberdinetan nola eragingo dieten aurreikustea funtsezkoa da haien erabilera jasagarria bermatzeko.

Kapitulu honetan, uraren egungo erabilera nagusiak jaso dira, baita erabilera horiei erantzuteko gaur egungo ur-eskariak eta etorkizuneko epe laburreko (2039. urtea) eskariaren estimazioak ere, arto bakoitzeko eta udal-mailan, Gipuzkoako Lurralde Historikorako.

## 6.1. URAREN ERABILERAK

Uraren erabilerak baliabide hori erabiltzeko modu desberdinak dira, bai eta uraren egoeran ondorio adierazgarriak eragin ditzaketen jarduerak ere. Kontuan hartutako erabilerak hirugarren plangintza-zikloko Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoan jasotako berak dira: 2022-2027 memoria - *“III. Eranskina: Ur-erabilerak eta -eskariak”*, Uraren Euskal Agentziak (URA) 2022an argitaratua. Txosten horretan jasota daude Demarkazioari dagozkion uraren erabilera desberdinak eta egungo eta epe laburrerako eskarien kalkuluak (horizontea: 2039). Atal honetan, Gipuzkoarentzat garrantzitsuenak diren ondorioak atera dira.

Hona hemen lurraldearen mailako uraren erabilera nagusiak:

- Biztanleria hornitzea. Kategoria horretan sartzen dira hiri-hornidurako sareen bidezko erabilerak. Horrek barnean hartzen ditu biztanleria iraunkorraren eta urtarokoaren erabilerak (erabilera turistikoa), udalei eta erakundeei dagozkien erabilerak, sarera konektatutako merkataritza- eta industria-erabilerak, eta, azkenik, hiri-hornidurako sareetara konektatutako nekazaritza- eta abeltzaintza-ustiategiaren erabilera, bai eta lorategiak eta hiri-baratze txikiak ureztatze eta aisialdirako erabilitako bolumenak ere (adibidez, igerileku pribatuak betetzea).
- Nekazaritza-erabilera. Nekazaritza-erabilerak barnean hartzen ditu abeltzaintzako ekoizpenean laboreak ureztatzea eta ura erabiltzea, bai hargune propioetatik, bai hiri-hornidurako sarearen bidez hornitutakoetatik.
- Industria-erabilera. Industria-erabileren barruan sartzen dira, nagusiki, manufaktura- eta eruzketa-industriaren jarduerak. Erabilera horren barruan sartzen dira hiri-hornidurako sareen bidez hornitutako ura eta hargune propioen bidezko kontsumo-erabilerak.
- Energia-erabilera. Energia ekoizteko erabilerak: batzere aprobetxamendu hidroelektrikoak.
- Udalen eta erakundearen erabilera. Erabilera hori dagokio zerbitzu publiko lokal eta instituzionalen bide-garbitzeta egiteko eta parkeen eta lorategien sarea, udal kirol jarduerak (adibidez, igerileku publikoak betetzea), udal eraikinak, eta abar hornitzeko erabiltzen duten urari.
- Bestelako erabilerak. Turismo-eskari konektatuari eta hargune propioei lotutako instalazioak (adibidez, golf-zelaiak).



## 6.2. GAUR EGUNGO UR-ESKARIAK

Ur-eskaria da erabiltzaileak ekoizpen- edo kontsumo-helburu jakin bat betetzeko eskuratzeko prest dauden ur-bolumena, kantitateari eta kalitateari dagokienez. Bi eskari-mota daude: kontsumokoak eta kontsumoari lotuta ez daudenak. Kontsumoari lotuta ez dauden erauzketak, hau da, erabili ondoren osorik itzulitako emariak, energia hidroelektrikoa ekoizteko erabilitako emariei dagozkie nagusiki.

Gipuzkoak hartzen duen eskaria Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren eskari osoaren % 39,7 da gutxi gorabehera. Gipuzkoako arroetako kontsumorako uraren eskari osoa 92,21 hm<sup>3</sup> da gaur egun, eta Urumeako arroa (% 31,24) eta Oriakoa (% 23,93) dira eskari handienekoak. Eskari horretatik, 82,75 hm<sup>3</sup> (% 89,7) Gipuzkoako lurraldeari dagokio.

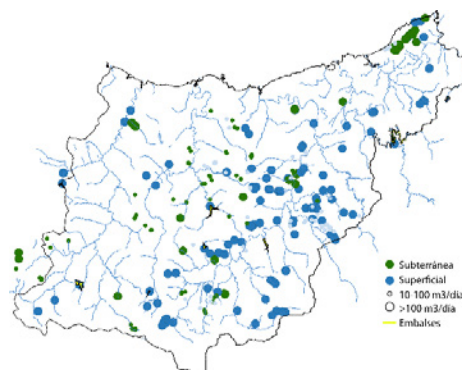
GAUR EGUNGO ESKARI OSOA (hm <sup>3</sup> /urte)		
Arroa	Guztira	Ehunekoak (%)
Deba	10,98	11,91%
Urola	5,71	6,19%
Oria	22,07	23,93%
Urumea	28,81	31,24%
Oiartzun	11,63	12,61%
Bidasoa	13,01	14,11%
<b>GIPUZKOA</b>	<b>92,21</b>	<b>100,0%</b>

6.1. taula. Gipuzkoako gaur egungo eskari osoa, arroaren arabera. Iturria: URA - Uraren Euskal Agentzia (2022)

Ur-eskariak asetzeko, hornidura-sareen bidez banatzen da, edo lurraldean zehar kokatutako biltzeko puntuetatik edota hargune propioetatik –gainazalekoak nahiz lurpekoak– ateratzen da.

Ura biltzeko azpiegitura hidraulikoei dagokienez, Gipuzkoak 9 urtegi ditu, eta 81 hm<sup>3</sup> inguruko urtegi-ahalmena du guztira. Urtegi horien ezaugarria nagusia tamaina txikia da (12 hm<sup>3</sup> baino gutxiagoko edukiera), Añarbeko urtegia

izan ezik, haren urtegi-edukiera 37 hm<sup>3</sup>-koa baita, gutxi gorabehera, guztira. Urtegiek lurraldeko eskari gordinaren % 95 inguru asetzen dute. Gipuzkoan, lurpeko uren erauzketak lurraldeko eskari gordin osoaren % 4 inguru bakarrik asetzen du. Ura biltzeko gune horien artean, nabarmentzekoa da Kilimongo hornidura-sistemaren garrantzia, giza kontsumorako uraz hornitzen baititu Mutriku, Mendaro eta Elgoibar udalerriak, bai eta Debako zati bat ere.



6.2. ird. Hiri-hornidurarako gainazaleko eta lurpeko ura hartzeko eremuak. Datuen iturria: URA - Uraren Euskal Agentzia (2023).

## 6.2.1. HIRI-ESKARIA

**H**iri-horniduraren barruan, erabilera hauek sartzen dira: etxeko erabilera; tokiko eta erakundeetako zerbitzuetarako hornidura; eta udal-horniduraren sareari lotutako turismo-ostatuei, dendei, industriari eta nekazaritza-ostatuei emandako zerbitzua.

Hiri-eskariaren barruan, eskari gordina, behe-eskaria eta goi-eskaria bereizi behar dira. Eskari gordina dagokio biztanleriari ura biltzeko puntuan edo urtegiaren irteeran emandako ur guztiari, eta barnean hartzen ditu eroanbi-deetako galerak, deposituetakoak (kontrolatugabeak) eta goi-eskaria. Goi-eskaria definitzen da banaketa-sareei hornitutako ur gisa –erregulazio-biltegi-tako kontagailuek neurtzen dutena–; aldiz, behe-eskariak adierazten du hiri-erabilera desberdinek kontsumitutako ur-bolumena.

Hiri-eskari gordina (69,08 hm<sup>3</sup>/urte) lurraldean biltzen den ur guztiaren % 75 da gutxi gorabehera. Gaur egun, hiriaren behe-eskaria 49,92 hm<sup>3</sup>/urte da lurralde osorako. Eskari gordinetik, % 47,45 etxeko erabilerari dagokio, eta industria-erabilerari, berriz, % 17,73. Jarraian datoz nekazaritza-erabilerak (% 0,77), abeltzaintza-erabilerak (% 2,06), eta, azkenik, turismo-erabilera (% 1,19). Isurketa kontrolatugabeen bolumen osoa 19,16 hm<sup>3</sup> da; hau da, lurraldeko eskari gordin osoaren % 27,7.

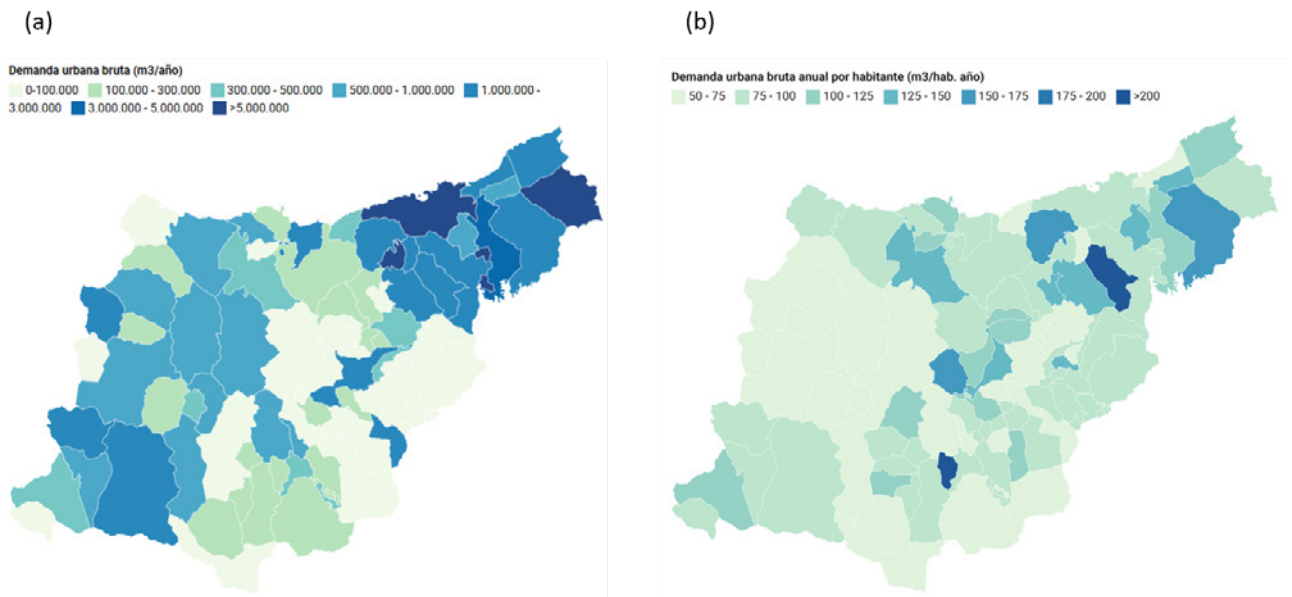
Arroa kontuan hartuz, eskaririk handienak Urumeako (Donostia, Hernani, Errearteria, etab.) eta Oriako (Andoain, Tolosa, etab.) ustiatze-sistemei dagozkie. Kantauri Ekialdeko DH guztia kontuan hartuta, Gipuzkoako eskaria eskari osoaren % 32,4 da.

GAUR EGUNGO HIRI-ESKARIA (hm <sup>3</sup> /urte)								
Arroa	Etxekoa	Turistikoa	Industrial	Ureztatzea	Abeltzaintza	Udalekoa	Hiriko behe-esk. guztira	Hiriko esk. gordina guztira
Deba	5,66	0,06	2,04	0,04	0,17	0,17	8,14	10,48
Urola	2,87	0,05	0,92	0,02	0,11	0,13	4,10	5,05
Oria	6,85	0,12	3,39	0,12	0,43	0,32	11,23	15,30
Urumea	10,7	0,41	3,23	0,01	0,1	0,82	15,27	20,38
Oiartzun	2,99	0,03	1,09	0,01	0,04	0,17	4,33	7,75
Bidasoa	3,71	0,15	1,58	0,33	0,57	0,51	6,85	10,12
<b>GIPUZKOA</b>	<b>32,78</b>	<b>0,82</b>	<b>12,25</b>	<b>0,53</b>	<b>1,42</b>	<b>2,12</b>	<b>49,92</b>	<b>69,08</b>

6.2. taula. Gaur egungo hiri-eskaria Gipuzkoan arroen eta sektoreen arabera. Iturria: URA - Uraren Euskal Agentzia (2022).

Arro bakoitzeko kontsumoaren datu horiek udal mailan islatzen dira. Donostian, biztanle bakoitzeko hiri-eskari gordin osoa urtean 15 hm<sup>3</sup>/urte-tik gorakoa da gaur egun, eta eskari txikiak, berriz, lurraldeko udalerritik txikienei dagozkie. Hala ere, biztanle bakoitzeko eskari gordinaren datuen analisiak adierazten du zenbait udalerririk –hala nola Olaberriak eta Urnietak, 10.000 biztanle baino

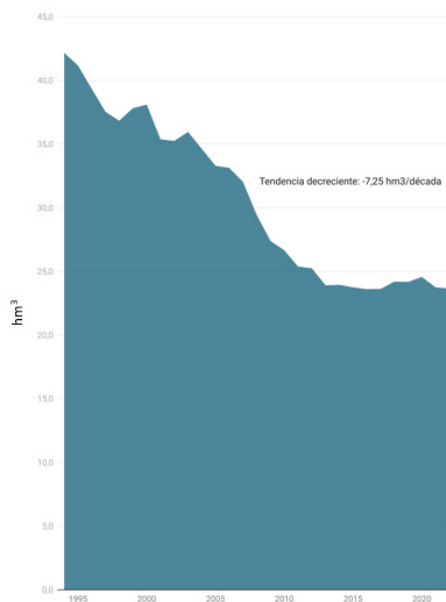
gutxiagorekin– lurralde osoko hiri-eskari gordin handienak dituztela biztanle-kopuruaren arabera, industria-sektorearen ur-eskari handiaren ondorioz (168,46 m<sup>3</sup>/bizt. urteko eta 144,64 m<sup>3</sup>/bizt. urteko, hurrenez hurren). Urnieta kasuan, zehazki, baita nekazaritza- eta abeltzaintza-sektorearen (2,96 m<sup>3</sup>/bizt. urteko) eta udalen eta erakundearen (5,72 m<sup>3</sup>/bizt. urteko) eskari handien ondorioz ere.



**6.3. ird.** (a) Gaur egungo hiri-eskari gordinaren banaketa udalerrriaren arabera eta (b) egungo hiri-eskari gordin biztanle bakoitzeko eta udalerrri bakoitzean. Iturria: geuk egina, URA - Uraren Euskal Agentziaren (2020) eta INEren (2018) datuetan oinarrituta.

Hiri-mailako eskari gordinaren bilakaerari dagokionez, murrizketa orokorra ikusten da banaketa-sareetan isurketa kontrolatugabeak murrizteko egindako obren ondorioz. Gipuzkoan, nabarmena da sistema garrantzitsuenen

beherakada, hala nola Añarben izandakoa, bertan kontsumoak 7,25 hm<sup>3</sup>/hamarkada-ko beheranzko joera izan baitu, batez beste, 1995etik 2022ra bitartean.



**6.4. ird.** Añarbeko Urak-ek hornitutako uraren bilakaera. Iturria: geuk egina, Añarbeko Urak-en datuetan oinarrituta.

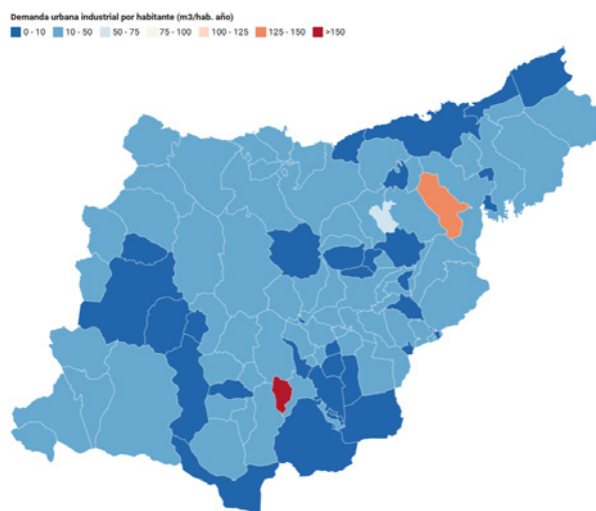
## 6.2.2. INDUSTRIA-ESKARIA

Uraren industria-eskari osoa lurraldeko ur-eskari gordinaren % 36,92 da. Ur hori hornitzen da uraren ziklo integralaren bidez (hiri-ura) edo industrien hargune propioen bidez. Hiriko industria-eskariaren ehunekoa industria-eskariaren % 35,97 da. Horrek esan nahi du lurraldeko enpresen ehuneko handi bat iturri propio edota mistoen bidez hornitzen dela.

Industria-sektoreak lurraldeko arro bakoitzean duen ur-eskariaren balioek adierazten dute Urumeako eta Oriako ustiatze-sistemek pisu nabarmen handiagoa dutela (eskari osoaren % 32,4 eta % 27,9, hurrenez hurren).

GAUR EGUNGO INDUSTRIA-ESKARIA (hm <sup>3</sup> /urte)			
	Hiriko industria-eskaria	Industria-eskaria, hargune propioak	Guztira
Deba	2,04	0,40	2,44
Urola	0,92	0,58	1,50
Oria	3,39	6,19	9,58
Urumea	3,23	8,27	11,5
Oiartzun	1,09	3,85	4,94
Bidasoa	1,58	2,51	4,09
<b>GIPUZKOA</b>	<b>12,25</b>	<b>21,80</b>	<b>34,05</b>

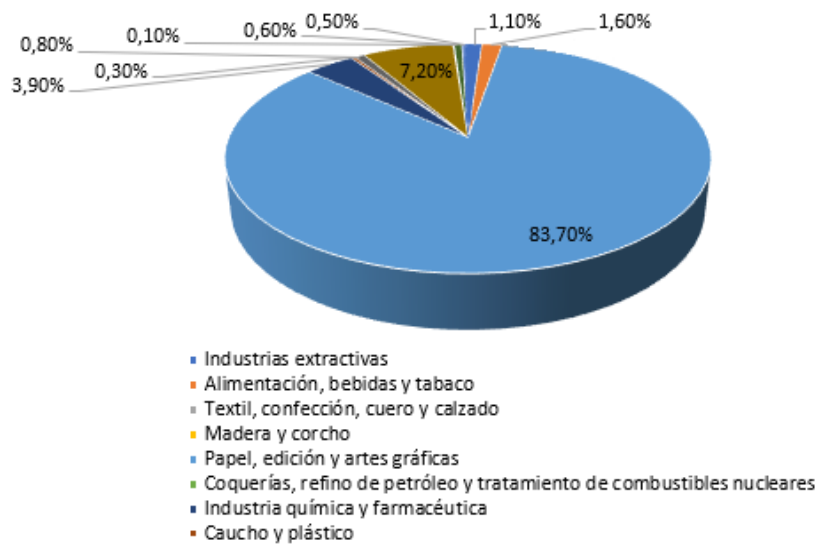
6.3. taula. Uraren gaur egungo industria-eskaria Gipuzkoan, arroaren arabera. Iturria: URA - Uraren Euskal Agentzia (2022).



6.5. ird. Uraren gaur egungo industria-eskaria biztanle bakoitzeko, udalerriaren arabera. Iturria: geuk egina, URA - Uraren Euskal Agentziaren (2020) eta INEren (2018) datuetan oinarrituta.

Industria-sektoreen arabera, ur-eskatzaila nagusi gisa nabarmentzen dira metalurgiaren eta produktu metalikoen fabrikazioaren sektoreko eta papergintzaren sektoreko

enpresa-taldeak eta edizioaren eta arte grafikoen sektoreko enpresa-taldeak, % 7,2 eta % 83,7 baitagokie, hurrenez hurren (EUSTAT, 2021).



6.6. ird. Industria-eskaria sektoreen arabera Gipuzkoan, 2021ean. Iturria: EUSTAT (2022).

### 6.2.3. ENERGIA EKOIZTEKO ESKARIA

Urak Gipuzkoan dituen energia-erabilerei dagokiez, ekoizpen hidroelektrikoan zentratu dira batez ere. Minizentral hidroelektrikoek tradizio handia dute lurraldean, industria-kokalekuei eta landa-eremuen elektrifikazioari lotuta nagusiki. Guztira 65 minizentral daude lurraldeko 6 arroetan banatuta, 32,8 MW-eko potentzia instalatu totalarekin, eta 123,5 MWh-ko urteko batez besteko ekoizpena dute.

Gipuzkoan energia hidroelektrikoa sortzeko urteko eskari osoa 1.850 hm<sup>3</sup> urte<sup>-1</sup> ingurukoa da. Eskaririk handiena Oriako eta Debako ustiatze-sistemetan biltzen da, eta, neurri txikiagoan, Urumeako arroan.

GAUR EGUNGO ENERGIA EKOIZTEKO ESKARIA (hm <sup>3</sup> /urte)						
Arroa	Zentral-kop.	Potentzia instalatua (kW)	Batez besteko emaria (m <sup>3</sup> /s)	Urteko batez besteko ekoizpena (kWh)	Kontuan hartutako urteko bolumen turbinatua (hm <sup>3</sup> /urte)	Urteko bolumen turbinatua (hm <sup>3</sup> )
Deba	15	7.806	39,93	28.926	515,48	503,20
Urola	12	2.125	11,38	6.089	190,55	154,36
Oria	27	16.505	75,61	65.981	835,96	806,27
Urumea	7	3.684	25,83	15.204	348,27	365,39
Oiartzun	2	751	0,68	1.711	5,90	6,42
Bidasoa	2	2.001	0,94	5.598	14,96	14,96
<b>GIPUZKOA</b>	<b>65</b>	<b>32.872</b>	<b>154,36</b>	<b>123.509</b>	<b>1.911,12</b>	<b>1.850,60</b>

6.4. taula. Gaur egungo ur-eskaria energia hidroelektrikoa ekoizteko. Iturria: URA - Uraren Euskal Agentzia (2022).

### 6.2.4. NEKAZARITZA- ETA ABELTZAIN-TZA-ESKARIA

Nekazaritza-erabileraren barruan sartzen dira laboreak ureztatzea eta abeltzaintza-ekoizpenerako erabilera. Lurraldean dauden nekazaritza- eta abeltzaintza-ustiategi gehienak tamaina txikiak eta estentsiboak

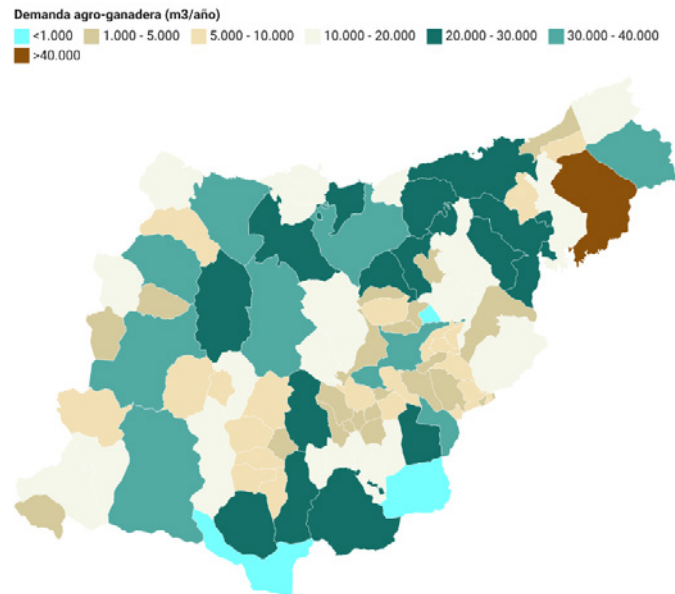
dira. Nekazaritza- eta abeltzaintza-eskaria, hiri-sareak hornitutako eskariak kontuan hartuta, 3,92 hm<sup>3</sup> da guztira; horietatik 1,44 hm<sup>3</sup> ureztatzeari dagozkio, eta 2,48 hm<sup>3</sup> abeltzaintza-kontsumoari.

GAUR EGUNGO NEKAZARITZA- ETA ABELTZAIN-TZA-ESKARIA (hm <sup>3</sup> )				
Arroa	Abeltzaintza, hargune propioarekin	Abeltzaintza, hiri-sareari konektatua	Ureztatzea, hargune propioarekin	Ureztatzea, hiri-sareari konektatua
Deba	0,10	0,22	n.s.(*)	0,05
Urola	0,08	0,13	n.s.(*)	0,02
Oria	0,22	0,59	0,34	0,14
Urumea	0,02	0,14	0,09	0,01
Oiartzun	0,03	0,08	n.s.(*)	0,02
Bidasoa	0,03	0,84	0,28	0,49
<b>GIPUZKOA</b>	<b>0,48</b>	<b>2,00</b>	<b>0,71</b>	<b>0,73</b>

6.5. taula. Uraren gaur egungo nekazaritza- eta abeltzaintza-eskaria, arroaren arabera. Iturria: URA - Uraren Euskal Agentzia (2022). (\*) e.e.: ez-esanguratsua.

Sektore honen lurraldeko eskari osoa 3,92 hm<sup>3</sup>/urte da. Arroen arabera, eskari handienak Bidasoko arroetan daude (1,64 hm<sup>3</sup>, eskari osoaren % 41,8), baita Oriakoan ere (1,29 hm<sup>3</sup>, eskari osoaren % 32,9). Udalerriaren arabera,

nekazaritza- eta abeltzaintza-eskari handiena duena Oiarztzun da (22.998 m<sup>3</sup>/urte hiri-horniduran eta 18.242 m<sup>3</sup>/urte hargune propioetan).



**6.7. ir.** Uraren gaur egungo eskaria nekazaritza- eta abeltzaintza-sektorean, udalerriaren arabera. Iturria: geuk egina, URA - Uraren Euskal Agentziaren (2020) eta INEren (2018) datuetan oinarrituta.

### 6.2.5. BESTELAKO ESKARIAK

**A** tal honetan bildu dira kontsumo-eskari esanguratsurik ez duten erabilerak. Talde honen barruko eskari-behar nagusiak lurraldeko golf-zelaiei lotuta daude.

Jarduera horrek gaur egun lurraldean duen eskaria 0,18 hm<sup>3</sup> ingurukoa da urtean.

GAUR EGUNGO BESTE ERABILERA BATZUETARAKO ESKARIA (hm <sup>3</sup> /urte)		
Arroa	Hiri-sarea	Sare propioa
<b>Deba</b>	0,004	-
<b>Urola</b>	0,002	-
<b>Oria</b>	0,027	0,019
<b>Urumea</b>	-	0,055
<b>Oiarztzun</b>	-	-
<b>Bidasoa</b>	0,007	0,063
<b>GIPUZKOA</b>	0,04	0,137

**6.6. taula.** Gaur egungo beste erabilera batzuetarako ur-eskaria Gipuzkoan. Iturria: URA - Uraren Euskal Agentzia (2022).

### 6.3. UR-ESKARIAREN BILAKAERA EPE LABURREAN

**P**lan hidrológicoaren esparruan, EAE mailako etorkizuneko ur-eskaria zenbatetsi da etorkizuneko agertoki desberdinetarako. Atal honetan, Gipuzkoarako eta 2039rako eskarien emaitzak laburbildu dira.

Hiri-eskari gordinaren kasuan, hazkunde arinak proiektatzen dira, lurraldearen bilakaera sozioekonomikotik eratorriak (BPGd, biztanleria, uraren prezioen bilakaera, turismo-sektorearen bilakaera, abeltzaintza-aziendaren hazkunde-tasak, etab.), baita giza kontsumoaren bilakaeratik eratorriak ere (proiektatutako tenperatura-igoera dela-eta, kontsumorako, ureztatze eta abarretarako hiri-eskaria handitzea espero da). Hala ere, aurreikusten da igoera horiek planifikatutako banaketa-sareetako hobekuntzekin konpentsatuta egotea, hobekuntza horiek isurketa kontrolatugabeak % 25 arte murriztuko dituztela proiektatzen

baita. Emaitza garbia lurraldeko ur-eskariaren murrizketa izango litzateke.

Nekazaritzako, industriako eta bestelako erabilere-tako eskarien bilakaerari dagokionez, nazioartean ustiapen-sektoreei buruz gaur egun dauden ziurgabetasun sozioekonomikoak direla-eta, nahiago izan da zenbait segurtasun-marjina mantentzea, gutxienez epe laburrean eskariaren aurreikuspena mantenduz.

Hiri-eskariaren igoeraren eta isurketa kontrolatugabeen murrizketaren arteko azken balantzeak behar dira orokorra erakusten du arro guztietan. Arroaren arabera, 2039rako aldakuntza-tasak (AT) balio negatiboak ditu arro guztietan, Urolako arroan izan ezik, bertan eskaria +% 4,16 izotzea aurreikusten baita.

ARROA	GAUR EGUN	2039	AT (GAUR EGUNGOA-2039)
Deba	10,48	9,99	-4,68%
Urola	5,05	5,26	+4,16%
Oria	15,3	14,92	-2,48%
Urumea	20,38	19,68	-3,43%
Oiartzun	7,75	5,66	-26,97%
Bidasoa	10,2	9,06	-11,18%
<b>GIPUZKOA</b>	<b>69,16</b>	<b>64,57</b>	<b>-6,68%</b>

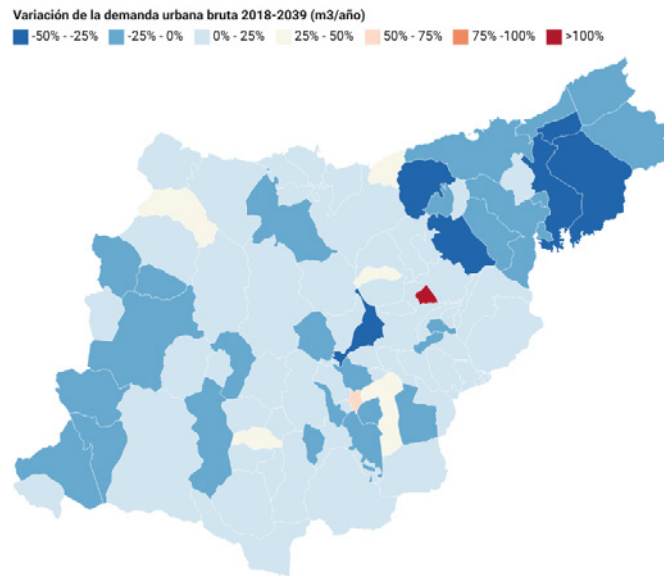
**6.7. taula.** Gaur egungo eta etorkizuneko hiri-uraren eskaria (2039) eta aldakuntza-tasa (%) arro bakoitzean. Iturria: URA - Uraren Euskal Agentzia (2022).

2039ra proiektatutako arro bakoitzeko kontsumoaren datu horiek udal-mailara ekarri dira berriro. Donostian hiri-eskari gordin gaur egungo 16,09 hm<sup>3</sup>/urte baino zertxobait txikiagoa izatea espero da, urteko 15 hm<sup>3</sup> inguruko balioarekin (15,45 hm<sup>3</sup>/urte). Bidasoko arroko udalerrietan, urteko eskari hauek aurreikusten dira: 5,18 hm<sup>3</sup>/urte inguru Irunen eta 1,31 hm<sup>3</sup>/urte inguru Hondarribian. Urumea-Oiartzun sistemetan, eskari handienak dituzten udalerririk Errenteria (2,92 hm<sup>3</sup>/urte) eta Lasarte-Oria (1,31 hm<sup>3</sup>/urte) izango dira; Oriako arroan, berriz, eskari handienak izango dituzten udalerririk Zarautz (1,98 hm<sup>3</sup>/urte) eta Tolosa (1,29 hm<sup>3</sup>/urte) izango dira. Azkenik, Debako arroan (Eibarren eta Arrasateren eskariak 1,52 hm<sup>3</sup>/urte eta 1,49 hm<sup>3</sup>/urte izango dira, hurrenez hurren) eta Urolako arroan (Azpeitiaren eskaria 1,01 hm<sup>3</sup>/urte eta Azkoitiarena 0,91

hm<sup>3</sup>/urte izango dira), eskaririk handienak 2039an biztanle-kopuru handiena izango duten udalerrienak izango dira.

Eskari horiek, ordea, gaur egungoak baino txikiagoak izango dira udalerririk gehienetan. Hiri-eskari gordinaren egungo agertokiarekiko jaitzierarik handienak Andoainen (-% 41,13), Lezon (-% 33,72) eta Usurbilen (-% 30,98) espero dira, batez ere isurketa kontrolatugabeen ehuneko murriztearekin lotuta. Eskaria gehien igoko dela aurreikusten da Irura (+% 100,10), Alzaga (+% 66,58) eta Mendaro (+% 45,36) udalerrietan, 2039rako etxeko eskariak ere gora egitea espero baita, biztanle-kopuruak denbora-tarte horretan gora egin izanaren ondorioz.





**6.8. ird.** Hiri-eskari gordin osoaren aldakuntza (%) 2039an udalerrriaren arabera, gaur egungo agertokiarekin alderatuta. Iturria: geuk egina, URA - Uraren Euskal Agentziaren datuetan oinarrituta.

## 7. ARRISKUAK BALIABIDE HIDRIKOEN ERABILGARRITASUNEAN: UR-ESKASIA

Uraren zikloaren aldaketek eragina dute eskura dauden baliabide hidrikoen kantitatean eta kalitatean, baita oinarrizko baliabide hori behar duten jarduera sozioekonomikoetan ere, hala nola hiri-horniduran, nekazaritzan, industria-ekoizpenean, etab. (Estrela-Sagrelles, 2020). 6. kapituluari, 6.1. irudian, baliabide hidrikoen erabilgarritasuna baldintzatzen duten faktore nagusiak laburbiltzen dira, bai endogenoak (klima-faktoreak) bai exogenoak (ur-eskaria kantitateari nahiz kalitateari dagokienez eta azpiegituren kudeaketa eta eskariak). Faktore horien etorkizuneko bilakaerak, klima-aldaketaren agertokietan, ur-eskariaren mailaren eta uraren erabilgarritasun naturalaren arteko desoreka-egoerak eragin ditzake, eta giza kontsumorako nahiz sektore sozioekonomiko desberdinetarako arriskuak planteatzen ditu. Egoera horretan, eskura dauden baliabideek ezin diete erantzun ingurumen-eskariari eta erabilera sozioekonomiko desberdinen eskariari –kalitateari, kantitateari edo ura eskuratzeko zailtasunari dagokionez–, eta estres hidrikoa dagoela esaten da. Erabilgarritasunari soilik erreferentzia egiten zaionean kantitateari dagokionez, ‘ur-eskasia’ esaten zaio. Gaur egun, ur-eskasiak urtero eragiten dio, batez beste, Europako lurraldearen % 20ri eta bertako biztanleriaren % 30ari; udan, kopuru horiek % 53raino igotzen dira Mediterraneo eskualdeetan (EEA, 2018).

Agertoki desberdinek aldaketa garrantzitsuak proiektatzen dituzte etorkizunerako, klima-aldaketaren ondorioz, Europa osoko uraren erabilgarritasunean. Proiektzio horiek adierazten dute ur-eskasiaren baldintzak modu irregularran izango direla, baina maiztasun, iraupen, intentsitate eta inpaktu gero eta handiagoarekin (EEA, 2021). Baldintza horiek kontinentearen zati handienera zabaltzea aurreikusten da, baita gaur egun baliabide ugari dituzten eskualdeetara ere. Eskasia-baldintzak ez daude baliabidearen erabilgarritasunaren mende soilik; ur-eskariaren eta kontsumoaren aldaketek eta horien denboran zeharreko banaketak ere mugatuko dute, eta horiek biztanleriaren eta aldaketa sozioekonomikoen mende egongo dira neurri handi batean. Eskasia eta lehortearen aurreikusten dituzten

klima-agertoki horietan, funtsezkoa izango da baliabide hidrikoak behar bezala kudeatzea, ur-erabilgarritasunaren eta kontsumo-erabilera desberdinak (hirikoa, nekazaritzakoa eta industriakoa) hornitzeko beharrezkoa den eskari osoaren arteko orekari eusteko.

Gipuzkoan, urtean 82,75 hm<sup>3</sup> ur erabiltzen dira kontsumo-erabilera nagusietarako; erabilgarri dauden baliabideak, aldiz, urtean 4.200 hm<sup>3</sup> inguru dira. Beraz, ur-eskaria urteko ur gezako baliabide berriztagarrien % 2,0 da. Balantze horiek arrotan mailan aztertuz gero, eskaria baliabideen % 1,4 eta % 10,4 artekoa da. Hau da, sistema guztiek, oro har, nahikoa baliabide dute erabilera eta eskari desberdinak hornitzeko. Hala ere, guztizko ekarpenen urte arteko aldakortasuna oso handia ez den arren, muturrerako gertakariak eta eskasia-arazoak sor ditzake egoera jakin batzuetan eta lurraldeko puntu batzuetan. Kantauri Ekialdeko Demarkazioaren Plan Hidrologikoaren esparruan egindako eskariaren eta baliabidearen arteko balantzearen arabera, lurraldeko hornidura-sistema nagusiek, oro har, horniduraren eta zerbitzuaren berme-baldintzak betetzen dituzte, eta eskaria bermatuta geratzen da dauden baliabide-iturriekin. Egia da sistema jakin batzuetan zailtasun arinak antzematen direla agorraldi-egoeretan eta horrek zaildu egiten duela eskariaren hornidura-zerbitzuaren eta gutxienezko emari ekologikoak mantentzearen arteko oreka bermatzea.

Kapitulu honetan, klima-aldaketaren agertokietan Gipuzkoako arroetan ur-eskasia gertatzeko arriskua zehazten da. Horretarako, baliabidearen erabilgarritasuna zehazten da agertoki eta inpaktu-aldi desberdinetarako, balantze hidrikotik eta baliabide-erabilgarritasunaren aldaketekin lotutako ur-eskasiatik abiatuta, eskariaren aldaketak kontuan hartu gabe. Ariketa prospektiboa da, hipotesi sinplifikatu batzuetan eta urteko batez besteko datuetan oinarritua. Ariketa honen mugetako bat da ez dituela ur-eskasiaren urtaroko arriskuak zehazten, urteko analisisan ezkatututa gera daitezkeenak arrisku handiagoa eragin dezaketen arren.

## 7.1. KLIMA-ALDAKETAREN INPAKTUAK BALIABIDE HIDRIKO BERRIZTAGARRIEN ERABILGARRITASUNEAN

**A**roen berezko natura-baliabideak ibaiaren ibilgutik igarotzen den ur-bolumen osoari dagozkio, prezipitazioa arrora bertara erori ondoren eta ebapotranspirazio- eta infiltrazio-prozesuak gertatu ondoren. Aurreko ataletan erakutsi da azterketek, oro har, prezipitazioaren eta urteko jariatzearen jaitsiera eta batez besteko tenperaturaren igoera adierazten dutela klima-aldaketaren agertoki desberdinetarako, eta horrek ebapotranspirazioa handitzea eta, horren ondorioz, baliabide hidrikoen erabilgarritasuna murriztea ekarriko lukeela.

Uraren erabilgarritasunaren aldaketak balantze hidrikoaren ekuazioaren osagai desberdinen arteko oreka-erlazioaren aldaketen bidez zehaztu daitezke. Ekuazio hori sistema bateko masaren kontserbazioaren printzipioetan oinarritzen da, eta adierazten du unitate hidrologiko batean (arroa) biltegitratutako uraren aldaketa-tasa ( $\Delta S$ ) orekatu egiten dela bertara sartzen den eta bertatik ateratzen den ur-bolumenaren kantitatearekin.

Balantze hidrikoaren ekuazioko ur-sarrerak dira, alde batetik, prezipitazioa ( $P$ ), eta, bestetik, beste lurralde edo arro batzuetatik jasotako gainazaleko eta lurpeko ekarpenak ( $QSI + QVI$ ). Ekuazioko irteerek, aldiz, barnean hartzen dituzte benetako ebapotranspirazioa ( $ETR$ ), arroko gehiegizko ura ibaien emari gisa (azaleko jariatzea,  $ESC$ ) eta lurpeko uren infiltrazio bidezko birkarga ( $I$ ). Beraz, edozein ur-masarentzako eta edozein denbora-tartetarako balantze hidrikoa, oro har, honela adieraz daiteke:

$$P + QSI + QVI - BET - AZJ - I - \Delta S = 0$$

Aztertutako arroek beste arro batzuetatik datozen ur-sarrerak dituztela kontuan hartuta, ekuazio horrek aukera ematen du baliabide erabilgarriak ( $B = AZJ + I + \Delta S$ ), zehazteko, hala nola prezipitazioaren eta benetako ebapotranspirazioaren arteko aldea:

$$B = AZJ + I + \Delta S = P - ETR$$

Epe luzeko batezbestekoei dagokienez (kasu honetan, 30 urteko aldietarako), baldintzak geldikorrek direla joz, suposa daiteke urteko aldi baterako biltegitratzearen aldaketa marjinala eta zeroren berdina dela. Hala, arro bateko epe luzerako ur-balantzea hau da:

$$B = AZJ + I = P - BET$$

Arro bateko ur-balantzearen adierazpen sinplifikatu horri esker, giza jardueretarako baliabide gisa erabil daitezkeen ura gutxi gorabehera estimatu daiteke, eta erabilgarri dauden baliabideen estimazio azkarra egin daiteke.

Erreferentzia-aldian (1961–2000) baliabidearentzat eskuragarri dauden datuetatik eta klima-aldaketak baliabide hidrikoetan duen afekzioari buruz eskuragarri dauden eskualdeko proiektioetatik (CEDEX, 2017) abiatuta, urteko batez besteko baliabidearen erabilgarritasuna zehaztu ahal izan da klima-aldaketaren agertoki desberdinetarako eta 2011–2040, 2041–2070 eta 2071–2100 denbora-tarte desberdinetarako.

Arroa	2010–2040				2040–2070				2070–2100			
	P (mm)	BET (mm)	B (mm)	% B/Berref	P (mm)	BET (mm)	B (mm)	% B/Berref	P (mm)	BET (mm)	B (mm)	% B/Berref
Deba	1.309,5	554,0	755,5	-3,0	1.245,6	556,6	689,0	-12,0	1.341,0	561,1	779,9	-10,9
Urola	1.400,1	578,1	822,0	-7,2	1.334,7	581,9	752,8	-15,7	1.350,3	586,9	763,4	-14,7
Oria	1.561,1	584,3	976,8	-2,7	1.491,6	590,3	901,2	-10,7	1.507,5	594,8	912,7	-9,9
Urumea	1.825,1	620,9	1.204,2	-2,2	1.746,6	629,7	1.116,9	-9,5	1.776,5	634,5	1.142,0	-7,8
Oiartzun	1.883,6	616,4	1.267,2	-2,2	1.838,7	625,3	1.213,3	-7,1	1.836,7	629,7	1.207,0	-7,3
Bidasoa	1.865,3	625,8	1.239,5	-2,3	1.783,5	632,3	1.151,3	-9,6	1.814,3	636,8	1.177,5	-7,8

**7.1. Taula.** Ereduen multzoaren batez besteko balioak RCP4.5 agertokian arro bakoitzerako, eta denbora-tarte bakoitzari dagozkion prezipitazioa ( $P$ ), benetako ebapotranspirazioa ( $BET$ ) eta baliabide erabilgarriak ( $B$ ). Halaber, denbora-tarte bakoitzean erabilgarri dauden baliabideen aldaketa-tasa (% B/Berref) 1961–2000 erreferentzia-aldiarekiko. Kontuan hartutako sei ereduen batez besteko balioak.

Arroa	2010-2040				2040-2070				2070-2100			
	P (mm)	BET (mm)	B (mm)	% B/Berref	P (mm)	BET (mm)	B (mm)	% B/Berref	P (mm)	BET (mm)	B (mm)	% B/Berref
<b>Deba</b>	1.277,6	553,6	723,9	-7,6	1.230,5	582,3	689,0	-17,4	1.127,8	575,5	552,3	-28,5
<b>Urola</b>	1.370,9	578,9	791,9	-11,2	1.323,3	592,0	731,3	-17,5	1.218,7	603,9	614,8	-29,8
<b>Oria</b>	1.529,7	586,3	943,4	-6,5	1.481,9	607,4	874,5	-13,0	1.365,5	615,0	750,5	-24,8
<b>Urumea</b>	1.792,8	624,3	1.168,5	-5,4	1.668,5	640,5	1.028,0	-15,4	1.629,9	661,2	968,7	-20,8
<b>Oiartzun</b>	1.858,2	619,9	1.238,2	-4,8	1.811,9	635,7	1.176,3	-9,2	1.689,3	655,7	1.033,6	-19,8
<b>Bidasoa</b>	1.835,7	628,6	1.207,1	-5,2	1.793,9	642,5	1.151,4	-9,2	1.660,0	710,1	950,0	-23,9

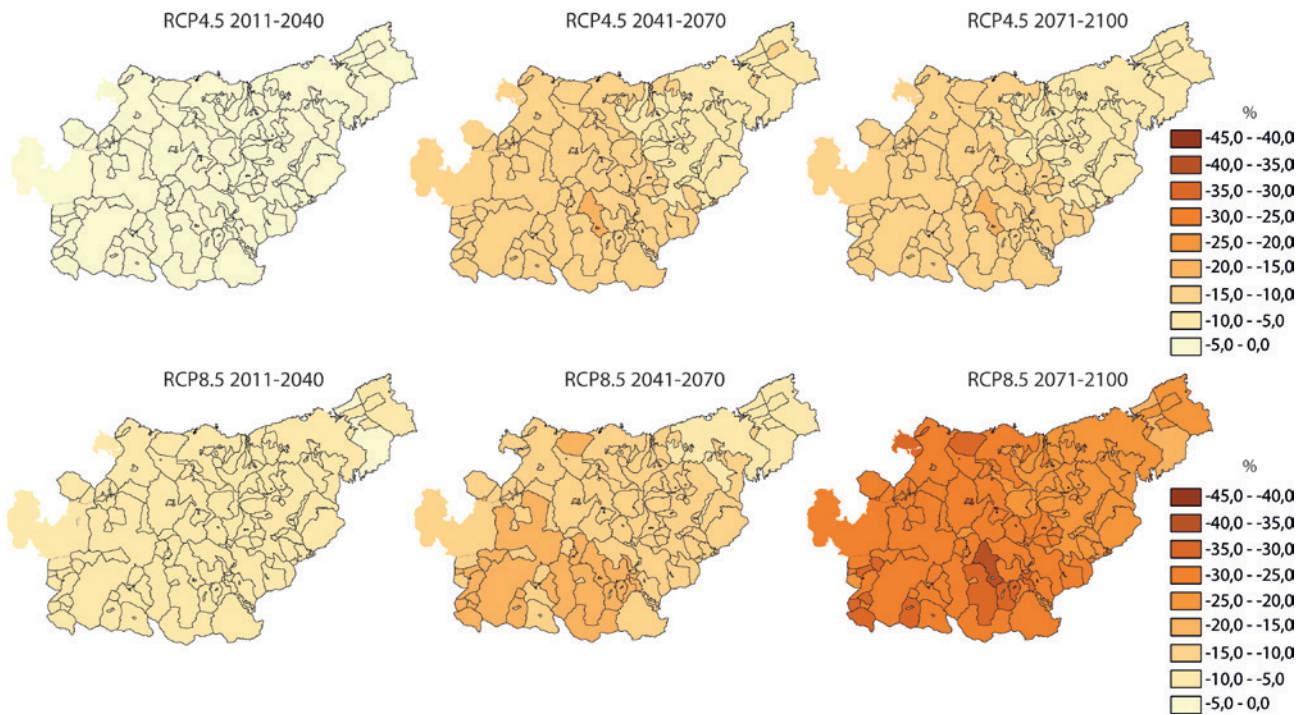
**7.2. Taula.** Ereduen multzoaren batez besteko balioak RCP8.5 agertokian arro bakoitzerako, eta denbora-tarte bakoitzari dagozkion prezipitazioa (P), benetako ebapotranspirazioa (BET) eta baliabide erabilgarriak (B). Halaber, denbora-tarte bakoitzari dagozkion baliabide erabilgarrien aldaketa-tasa (% B/Berref) 1961-2000 erreferentzia-aldiarekiko. Kontuan hartutako sei ereduen batez besteko balioak.

Denbora-tarte eta klima-aldaketaren agertoki desberdinei aplikatutako balantzearen emaitzek baliabide hidrikoen erabilgarritasuna murrizteko joera erakusten dute Gipuzkoako arro guztietan, eta murrizketa hori areagotu egiten da XXI. mendeak aurrera egin ahala. RCP8.5 agertokian RCP4.5 agertokian baino handiagoa da, eta alde hori areagotu egiten da azken inpaktu-aldirako. Emaizta horiek koherenteak dira klima-aldaketak baliabide hidrikoetan duen inpaktuaren analisiarekin (4. kapituluaren aipatu da). Bertan erakusten da balantze erraz honetan baliabidearen erabilgarritasuna zehazten duten aldagaien -prezipitazioaren eta benetako ebapotranspirazioaren- gaineko inpaktua.

Gipuzkoan erabilgarri dagoen baliabidearen urteko batez besteko murrizketa honako hau da, arro bakoitzaren azaleraren arabera haztatuta eta RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietan, hurrenez hurren: -% 4,5 eta -% 7,8 2011-2040 aldirako; -% 11,9 eta -% 15,7 2041-2070 aldirako; eta, azkenik, -% 8,6 eta -% 26,8 2071-2100 aldirako. Agertoki eta denbora-tarte guztietan, baliabide erabilgarriaren jaitsierarik handienak Urolako arorako kalkulatu dira, eta, ondoren, Debakorako. Jaitsierarik txikienak Oiartzungo arroan gertatu dira, eta, ondoren, Urumeako arroan.

7.1 irudian baliabide-murrizketak erakusten dira, giza kontsumorako ur-hornidurako sistemaren arabera (Eusko Jaurlaritzak, 2023). Nahiz eta hori ez den sistema horietako baliabidearen benetako erabilgarritasunaren adierazlea -hornidura-sistema nagusiak balantze simple hauetan kontuan hartzen ez diren baliabideak eskaintzen dituzten urtegiekin lotuta baitaude-, aukera ematen du baliabideen erabilgarritasunaren bilakaera ezagutzeko sistema txiki independenteetan edo zuzeneko erauzketa duten erabilertarako. Murrizketa nagusiak Debako eta Urolako arroetako sistemarako eta Oriako goialderako proiektatu dira, batez ere Debagoieneko eta Goierriko eskualdeetan, eta sistema batzuek -% 45 arteko murrizketak dituzte RCP8.5 agertokian eta 2071-2100 denbora-tartean. Emaizta horiek, hain sistema txikiak estrapolatuz gero, zuhurtziaz hartu behar dira, ziurgabetasuna handia delako eta ziurgabetasuna areagotzen delako eskala geografikoa murriztu ahala.

Ez dira kontuan hartu hileko balantzeak, sistema txiki batzuetan garrantzitsuak izan daitezkeenak; izan ere, 4. kapituluaren ikusi da udarako ekarpenen murrizketa handiagoak proiektatu direla (% -40rainokoak izan daitezke). Horrek berekin ekarriko luke udako hilabeteetan baliabidearen erabilgarritasuna gehiago murriztea, orduan eskaria ere handitu egiten baita hornidura-sistema askotan.



**7.1. ir.** Baliabide hidriko erabilgarrien (B) banaketa espaziala, hornidura-unitateetan oinarrituta, 2011-2040, 2041-2070 eta 2071-2100 inpaktu-aldietarako eta RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako. Aldaketa-tasa 1961-2000 erreferentzia-aldiko balioekiko. (6 ereduaren batezbestekoak).



## LURPEKO URAK

7.1. atalean aplikatutako balantze hidrikoaren ekuazioan, infiltrazioaren bidez erabilgarri dauden lurpeko baliabideak azaleko urekin batera zehaztu dira. CEDEXek egindako proiektioetan (2017), akuiferoak birkargatzeari buruzko informazioa dagoenez, baliabide horien erabilgarritasunaren aldaketa aztertu da.

Proiektioek (CEDEX, 2017) lurraldearen urteko batez besteko birkargaren murrizketa hauek adierazten dituzte, hurrenez hurren, RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako: -% 3,0 eta -% 5,2 2011–2040 aldirako; -% 9,0 eta -% 9,6 2041–2070 aldirako; eta -% 8,2 eta -% 19,5 2071–2100 aldirako. CAMREC aplikazioko (Barranco et al., 2018) ekarpen-murrizketaren datuetan oinarrituta, birkargaren murrizketa-tasak zehaztu dira lurpeko ur-masa bakoitzarentzat.

Ur-masa	RCP4.5			RCP8.5		
	2011–2040	2041–2070	2071–2100	2011–2040	2041–2070	2071–2100
<b>Arantzazu</b>	-% 3,3	-% 10,3	-% 10,1	-% 6,8	-% 12,6	-% 24,1
<b>Troia</b>	-% 3,9	-% 10,7	-% 10,2	-% 6,5	-% 12,1	-% 23,1
<b>Bizkaiko Sinklinorioa</b>	-% 3,9	-% 10,7	-% 10,2	-% 6,3	-% 11,6	-% 23,2
<b>Iparraldeko antiklinorioa</b>	-% 4,0	-% 11,1	-% 10,3	-% 6,3	-% 11,9	-% 24,0
<b>Hegoaldeko antiklinorioa</b>	-% 3,9	-% 10,8	-% 10,3	-% 6,4	-% 12,6	-% 24,1
<b>Izarraitz</b>	-% 3,1	-% 10,1	-% 9,2	-% 5,9	-% 11,4	-% 23,0
<b>Aralar</b>	-% 3,0	-% 9,7	-% 9,0	-% 6,2	-% 10,6	-% 21,3
<b>Gatzume-Tolosa</b>	-% 2,7	-% 8,5	-% 8,0	-% 5,1	-% 9,5	-% 19,6
<b>Zumaia-Irun</b>	-% 2,3	-% 7,6	-% 6,9	-% 4,2	-% 6,0	-% 16,6
<b>Andoain-Oiartzun</b>	-% 1,9	-% 6,1	-% 5,4	-% 3,3	-% 5,5	-% 12,7
<b>Jaizkibel</b>	-% 1,9	-% 6,9	-% 5,7	-% 3,7	-% 6,3	-% 14,0
<b>Mazizo paleozoikoak</b>	-% 2,1	-% 6,0	-% 5,4	-% 3,3	-% 5,7	-% 12,1

**7.3. Taula.** Lurpeko ur-masen birkargaren urteko batez besteko aldaketa-tasa klima-aldaketaren ondorioz. Datuen iturria: CEDEX (2017), 6 eredu bategin bategin.

## 7.2. UR-ESKASIAREN ARRISKUA KLIMA-ALDAKETAKO AGERTOKIETAN

PCCren Seigarren Ebaluazio Txostenak (IPCC-AR6, 2022) arriskua definitzen du giza sistemaz edo sistema ekologikoz ondorio kaltegarriak gertatzeko aukera gisa. Ondorio kaltegarriek barnean hartzen dituzte bizitzaren, ekonomiaren eta osasunaren gaineko inpaktuak, baita inpaktu sozialak eta kulturalak eta azpiegituren, zerbitzuen edo espezieen eta ekosistemen gainekoak

ere. Atal honetan aztertzen da ea baliabide erabilgarrietan aurreikusitako murrizketak eskasiaren arrisku-egoerak eragingo ote dituen; hau da, aztertzen da noiz gerta daitekeen baliabide erabilgarriaren kantitatea gai ez izatea uraren tokiko eta aldi baterako ur-premiei erantzuteko, beraz, uraren erabilera desberdinetan eragina izatea.

## 7.2.1. UR-ESKASIA

**L**ehenik eta behin, gaur egungo klima-aldaketaren agertoki desberdinetarako ur-eskasiaren baldintzak zehazten dira. Horretarako, alderatu behar dira, alde bate-tik, jarduera sozioekonomiko guztiek kontsumitutako ura, eta, bestetik, eremu eta epe jakin bati dagozkion ur gezaren baliabide berriztagarriak. Ikusi dugu klima-aldaketak eragina izango duela baliabide hidriko naturalen erabilgarritasunean, murriztuko baitu. Klima-aldaketak ere eragina izan dezake ur-eskarian, baina baita lurzoruaren erabile-ren aldaketek, jarduera ekonomikoak eta biztanleriaren bilakaerak berak ere. Dokumentu honen 6. kapituluari adierazi den bezala, EAEko ur-eskariari buruz egindako az-terketetan oinarrituta (URA, 2020), nahiz eta klima-aldake-taren agertoki desberdinetarako proiektatutako tenpera-turaren igoerak ur-eskaria handitzea eragin dezakeen, epe ertainera (2039rako) eskariaren murrizketa garbia gerta-tzea espero da, hornidura-sareak hobetzearekin lotutako isurketa kontrolatugabeen murrizketaren ondorioz.

Estres hidrikoaren arriskua aztertzeke moduetako bat da giza jarduerak –uraren eskariaren eta kontsumoaren bidez– lurralde jakin batean eta denbora-tarte jakin ba-terako erabilgarri dagoen ur gezaren guztizko baliabide

berriztagarrien gainean egiten duten presioa erakusten duten adierazleak erabiltzea. Europa mailan gehien era-biltzen diren adierazleetako batzuk hauek dira: WEI (Water Exploitation Index) eta WEI+ (Water Exploitation Index +, kontsumo-ratioa). WEI indizea ur-deribazioen (eskari gor-dina) eta baliabide hidriko berriztagarri potentzialaren arteko zatidura da; WEI+ indizea, berriz, kendutako uraren (Erauzketa - Itzulerak) eta baliabide hidriko berriztaga-rrri potentzialaren arteko ratioa da. Beraz, WEI indizearen balioak WEI+ indizearenak baino handiagoak dira beti, eta bien arteko aldea da itzulera-fluxuak kontuan hartzea edo ez hartzea. Indize horiek uraren erabilera-maila eta uraren eskasiaren edo estres hidrikoaren baldintzak erakusten di-tuzte, hurrenez hurren, baliabide-kantitatea soilik kontuan hartuta, eta ez kalitate nahikoa ez izatearen ondoriozko uraren erabilerearen mugak. WEI adierazlearen 1etik gorako balioek adierazten dute ura erabiltzen dela eta sistema-ra itzultzen dela ustiapen-sistemek berriro erabil dezaten. WEI+ indizearen % 10etik beherako balioek 'estres hidri-ko baxua' adierazten dute; % 10 eta % 20 arteko balioek 'estres hidriko moderatua'; % 20tik gorako balioek 'estres hidrikoa'; eta % 40tik gorako balioek 'estres hidriko larria' (Feargemann, 2012).

$$WEI+ = \frac{\text{Erauzketa} - \text{Itzulerak}}{B \text{ hidriko berriztagarria} + \text{ezohiko } B - \text{Ingurumen beharrak}}$$

Guztizko baliabide hidriko naturalak ez daude erabat erabilgarri ustiatzeko eta kontsumitzeko erabiltzeko. Ba-liabide horien zati batek emari ekologikoen mantentzea bermatu behar du. Beraz, natura-baliabide potentzial era-bilgarria natura-baliabidearen zati bat da; ingurumen-mu-rrizketa horiek kontuan hartu ondoren geratzen dena, hain zuzen. Natura-baliabide potentzialez (7.1. atalean zehaztuak) gain, ezohiko baliabideak ere kontuan hartu behar dira (efluente araztuak berrerabiltzetik datozenak), baita arro arteko transferentzietatik eratorritako kanpoko baliabideak ere. Gaur egungo ur-eramate nagusia An-tzania-Oriakoa da, kontsumoari lotuta ez dauden erabi-leretara bideratzen dena, hala nola energia elektrikoaren ekoizpenerako.

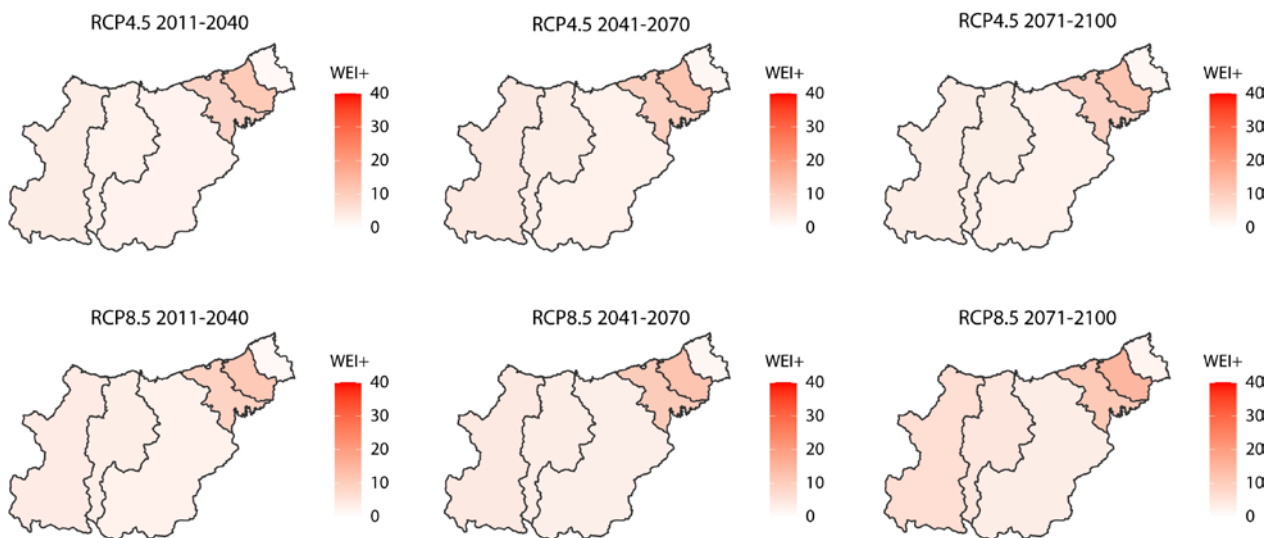
Arro desberdinetarako proiektatutako baliabide berriz-tagarrien urteko murrizketetan eta horietako bakoitzerako

ur-eskarietan (eskari gordinean eta garbian) oinarrituta, indize horien balioak arro bakoitzeko kalkulatu dira, bai egungo agertokirako bai klima-aldaketaren agertoki des-berdinetarako. Indize horiek klima-aldaketaren agertoki desberdinetarako zehazteak –aldaketa sozioekonomikoe-tatik (biztanleriaren bilakaera, lurzoruaren erabilere aldaketak edo beste faktore sozioekonomiko batzuk) erato-rritako eskaeraren aldaketak kontuan hartu gabe– aukera ematen du klima-aldaketak ur-eskasia duen efektua bes-te faktore antropiko batzuetatik isolatzeko. Arro guztiak bereizita hartu dira kontuan, baina Urumea eta Oiartzun sistemak batera tratatu ohi dira, sistema horrek Urumeako arroan dagoen Añarbe sistemako ur-hornidurak jasotzen baititu. Hala eta guztiz ere, ariketa sinplifikatu honetan nahiago izan da analisia arroaren mailan mantentzea, ho-rietako bakoitzeko baldintzak erakusteko arroen gaineko kudeaketa kontuan hartu gabe.

	Arroa	Deba	Urola	Oria	Urumea	Oiartzun	Bidasoa
	<b>Eskari garbia (hm<sup>3</sup>/urte)</b>	8,6	4,8	18,0	23,6	8,2	9,7
<b>P. referencia</b>	<b>B naturala (hm<sup>3</sup>/urte)</b>	419,1	311,6	893,3	345,3	111,1	894
	<b>B erabilgarriak (hm<sup>3</sup>/urte)</b>	255,6	201,4	747,0	291,1	179,4	772,5
	<b>WEI</b>	4,3	2,8	3,0	9,9	14,6	1,7
	<b>WEI+</b>	3,4	2,4	2,4	8,1	10,3	1,2
<b>RCP4.5 2071-2100</b>	<b>B naturala (hm<sup>3</sup>/urte)</b>	416,3	257,6	805,4	318,6	102,9	824,2
	<b>B erabilgarriak (hm<sup>3</sup>/urte)</b>	252,8	147,4	659,1	264,4	71,2	702,7
	<b>WEI</b>	5,4	4,0	3,4	11,2	16,2	1,9
	<b>WEI+</b>	4,2	3,3	2,8	9,2	11,4	1,4
<b>RCP8.5 2071-2100</b>	<b>B naturala (hm<sup>3</sup>/urte)</b>	294,8	207,5	662,3	270,3	88,2	665
	<b>B erabilgarriak (hm<sup>3</sup>/urte)</b>	131,3	97,3	516,0	216,1	56,5	543,5
	<b>WEI</b>	8,4	5,9	4,3	13,3	20,6	2,4
	<b>WEI+</b>	6,6	4,9	3,5	10,9	14,5	1,8

7.4. Taula. Eskari garbia, natura-baliabideak eta erabilgarriak, eta WEI eta WEI+ ustiapen-indizeen kalkulua arro desberdinetarako, 2071-2100 erreferentzia- eta inpaktu-aldirako eta RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako.

Erreferentzia-aldirako emaitzek adierazten dute arro bakar batek ere ez duela 1etik gorako WEI indizearen baliorik. WEI+ indizeari dagokionez, arroetako bakar batek ere ez du 10etik gorako baliorik, eta horrek esan nahi du estres hidrikoaren maila baxuan daudela.



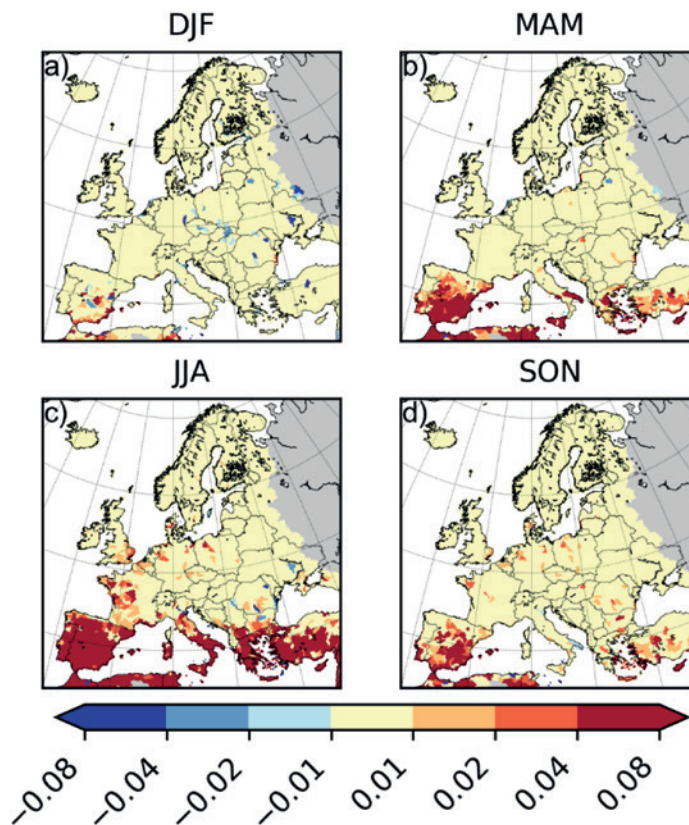
7.2. ir. WEI+ indizea 2011-2040, 2041-2070 eta 2071-2100 inpaktu-aldietarako eta RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako.



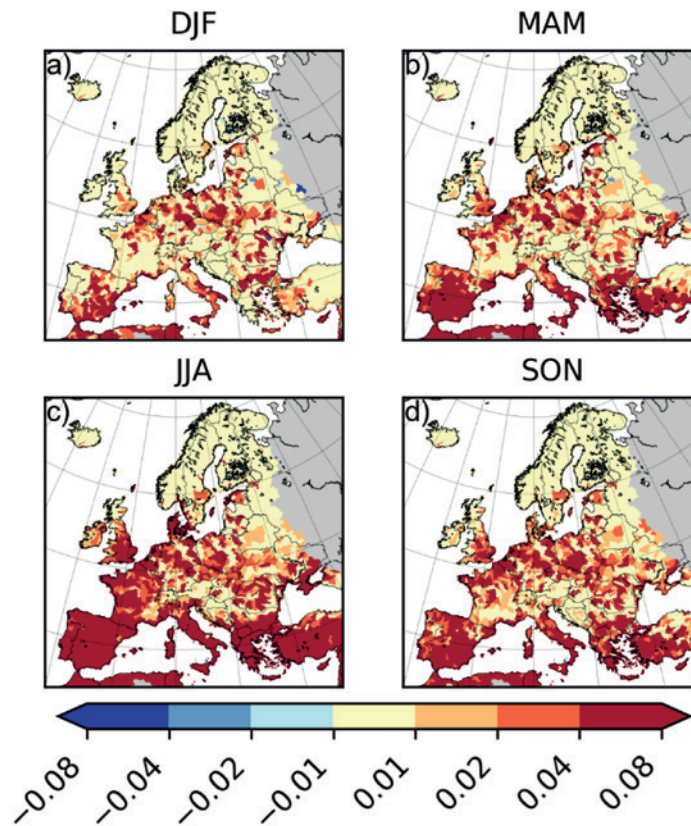
Klima-aldaketaren agertokietako emaitzek WEI+ indizearen hazkunde txiki bat erakusten dute arro guztietarako. Igoera erlatiboak +% 4koak dira RCP4.5 agertokirako 2011–2040 denbora-tartean, eta +% 45ekoak RCP8.5erako 2071–2100 denbora-tartean. Kopuru absolutuetan, arro guztietako igoerak 0,05 baino txikiagoak dira. Igoera horiek gorabehera, WEI+ indizearen balioak 20tik nahiko behera mantentzen dira agertoki eta arro guztietan. Emaitzek adierazten dute Urumearen eta Oiartzunen arroak bakarrik egon litezkeela estres hidriko moderatuko egoeran 2071–2100 aldian eta RCP8.5 agertokian. Gainerako arroetan eta kontuan hartutako gainerako aldietan, estres hidriko baxuaren baldintzak mantentzen dira. Hala ere, kontuan hartu behar da proiektatutako WEI+ indizearen balioak % 10etik oso gertu daudela. Balio horiek, proiektzioei lotutako ziurgabetasunak kontuan hartu gabe, zaildu egiten

dute etorkizunean egoera horretan jarraituko duten ala ez hausnartzea. Emaitza horiek bat datoz Europa mailako azterketa batean erakutsitakoekin; izan ere, gure arroetan WEI+ pixka bat igotzea aurreikusten bada ere, ez da epe luzerako estres hidrikoko egoerarik proiektatzen.

Ur-eskaintzaren eta -eskariaren arteko balantze horiek urteko eskala batean egin dira. Hala ere, klima-aldaketaren proiektzioek adierazten dute baliabide hidriko naturalak gehiago murrizten direla urteko hilabete jakin batzuetan (batez ere udan). Ur-eskaria handitu ohi den hilabete horietan, eskasia-baldintzak larriagotu daitezke. Europa mailako azterketa batean WEI+ adierazlearen igoerak aurreikusten dira gure arro guztietan, udan eta udazkenean handiagoak direnak, eta bereziki esanguratsuak direnak 2071–2100 inpaktu-aldirako RCP8.5 agertokian.



**7.3. ird.** WEI+ adierazlearen urtaroko aldaketak, kontrol-aldiarekiko (1981–2010) temperatura globalaren +2 °C-ko igoerako klima-aldaketaren agertokian (11 CORDEX eredu bategin bategin). Iturria: Bisselink et al. (2018).



7.4. ird. WEI+ adierazlearen urtaroko aldaketak 2071-2100 inpaktu-aldian eta RCP8.5 agertokian kontrol-aldiarekiko (1981-2010) (11 CORDEX eredu bategarritasuneko). Iturria: Bisselink et al. (2018).

Kontuan izan behar da WEI+ indizea intereseko adierazle kuantitatiboa izan daitekeela, baina kontuan hartu behar dira haren mugak. Europako Batzordearen 'Water Scarcity and Drought Expert Group'ek egindako adierazlearen definizio-dokumentuan adierazten den bezala,

uraren biltegitarte artifizialak kudeaketan zeregin garrantzitsua duen eremuetan nekez aplika daitezke kudeaketan formulazio edo adierazpen sinpleen bidez. Era berean, espazio- eta denbora-eskalek ere ziurgabetasun garrantzitsuak gehitzen dituzte.

## LURPEKO UREI DAGOZKIEN BALIABIDE HIDRIKOAK

Lurpeko ur-masa bakoitzerako balantze bat egin da erazketaren -jatorria lurpean duten eskarien bolumen gisa identifikatua- eta baliabide erabilgarriaren artean; horrela, lurpeko ur-masa bakoitzaren ustiapen-indizea (UI) lortu da. Kalkulu horiek egungo agertokirako nahiz proiektatutako agertokietarako egin dira, birkargarako proiektutako murrizketen arabera. Gaur egun, indize hori baxua da aztertutako masa guztietan, akuiferoetatik ur gutxi erazuten baita.

Klima-aldaketaren ondorioz lurpeko baliabide hidrikoak murrizteak oso aldaketa txikia dakar, agertoki desberdinetan, lurpeko ur-masen ustiapen-indizean. Masa guztietan eta aztertutako agertoki guztietan ustiapen-indizea 0,4tik behera mantentzen da, eta, horrela, estres hidriko eskaseko ustiapen-maila baxuko baldintzak mantentzen dira.

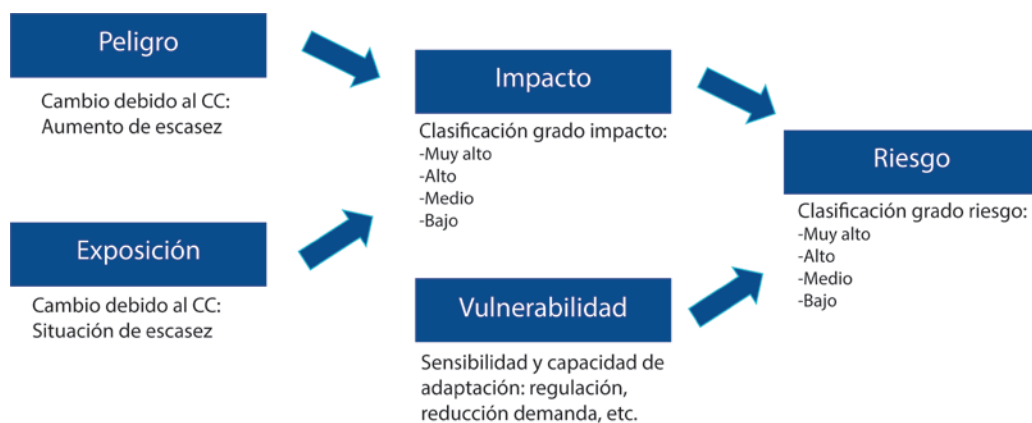
Ur-masa	Actualidad			RCP4.5 2071-2100		RCP8.5 2071-2100	
	B. erabilgarria (hm <sup>3</sup> /urte)	Erauzketak (hm <sup>3</sup> /urte)	UI	B. erabilgarria (hm <sup>3</sup> /urte)	UI	B. erabilgarria (hm <sup>3</sup> /urte)	UI
<b>Arantzazu</b>	40,1	4,26	0,11	35,50	0,12	29,13	0,15
<b>Troia</b>	2,7	0,007	0,00	2,36	0,00	1,94	0,00
<b>Bizkaiko Sinklinorioa</b>	144,9	1,42	0,01	126,58	0,01	103,23	0,01
<b>Iparraldeko antiklinorioa</b>	43,3	0,68	0,02	37,89	0,02	30,70	0,02
<b>Hegoaldeko antiklinorioa</b>	373,6	5,23	0,01	328,49	0,02	268,04	0,02
<b>Izarraitz</b>	46,6	3,41	0,07	41,71	0,08	34,23	0,10
<b>Aralar</b>	47,2	2,39	0,05	41,95	0,06	34,78	0,07
<b>Gatzume-Tolosa</b>	146,8	0,85	0,01	133,15	0,01	113,36	0,01
<b>Zumaia-Irun</b>	41,1	0,56	0,01	37,41	0,01	32,22	0,02
<b>Andoain-Oiartzun</b>	43,1	14,07	0,33	40,04	0,35	35,91	0,39
<b>Jaizkibel</b>	9,4	0,4	0,04	8,60	0,05	7,59	0,05
<b>Mazizo paleozoikoak</b>	251,1	0,33	0,00	234,96	0,00	214,93	0,00

7.5. taula. Baliabide erabilgarriak eta ustiapen-indizea gaur egun eta hiru inpaktu-alditan, RCP4.5 agertokian.

## 7.2.1. UR-ESKASIA IZATEKO ARRISKUA

**K**lima-aldaketaren testuinguruan, arriskuak klima-arriskuen eta arrisku horiek eragindako sistema naturalen eta giza sistemen esposizioaren eta kalteberatasunaren arteko interakzioetatik datoz. Ur-eskasia izateko arriskuaren kasuan, ondorio kaltegarriak edo honako hauen interakzioaren ondoriozko galerak izateko

probabilitatea da: arriskua (etorkizunean ager daitezkeen eskasia-egoerak), eskasiarekiko esposizioa (biztanleria eta industriak eskasia gerta daitezkeen eremuetan) eta eskasiarekiko kalteberatasuna. Arriskuaren osagaiak definitzeko eta aztertzeko adierazleak erabili ohi dira.



7.5. ird. Klima-aldaketari lotutako arriskua zehazteko proposatutako metodologiaren eskema. Segrelles & Pérez-Martín-en irudi egokituia (2021).

Klima-arriskuak gertakari baten gertatze potentzial gisa definitzen dira. Kasu honetan, arriskuak etorkizuneko eskasia-egoeren agerpen posiblea dira. Beraz, arriskua ur-eskasiaren indizeen bidez defini daiteke, hala nola WEI+ indizearen bidez. Adierazle horrek aurreko atalean erakutsitako agertoki desberdinetarako dituen emaitzekin bat etorritik, arriskua txikia da arro guztietan eta aztertutako agertoki guztietarako.

IPPCren definizioen arabera, esposizioa definituko dute ur-eskasiaren arriskuen eragin negatiboa duten eremuetan kokatutako elementuek (biztanleria, industria, etab.). Kontuan hartuz aztertutako agertokietan arroetako bakar bat ere ez dagoela estres hidrikoko egoeran, arriskuarekiko esposizioa txikia da horietan guztietan. Esposizioa handia da soilik nagusiki industria-eskariei erantzuten dieten eta gaur egun batez ere agorraldi-denboraldian arazoak dituzten gainazaleko harguneetan. Beraz, arriskua eta esposizioa txikiak direnez, lurralde historikoko arroetan ur-eskasiak eragindako inpaktua oro har txikia izatea espero da.

Metodologia horri jarraituz, kalteberatasunak adierazten du sistemak (sozialak eta ekonomikoak) klima-aldaketaren eragin negatiboa izateko duten joera. Era berean, barnean hartzen ditu kaltearekiko sentikortasuna edo suszeptibilitatea eta horri aurre egiteko eta egokitzeko gaitasun-falta. Mota horretako analisisian erabilitako sentikortasun-adierazleetako batzuk hauek dira: pertsona bakoitzeko ur-kontsumoa, BPGd-a, biztanleria, ur industrialaren erabilera, etab. Erabilitako egokitzeko gaitasunaren adierazleen artean urtegien guztizko edukiera dago, esate baterako. Kontuan hartuz sistema guztietako ur-eskaria murrizten ari dela –banaketa-sareen hobekuntzengatik, industria-prozesu eraginkorrangoengatik, urtegien edukieragatik eta horien batez besteko egoera historikoarengatik– eta sistema defizitario jakin batzuen artean ura eramateko ahalmenagatik, arro desberdinen kalteberatasuna txikia da, oro har. Urtegietatik isolatutako hornidura-sistemetan eta iturburuaren edo erreken mendekoetan, egokitzeko gaitasun txikiagoa dutenez, kalteberatasuna handiagoa izatea espero da. Txosten honen helburuen artean ez dagoenez, ez da aztertu hornidura-sareekin lotutako kalteberatasuna, hau da,

haustura- edo istripu-egoerekiko kalteberak diren sistemen kalteberatasuna, biztanleriaren eta sektore sozioekonomikoen horniduran eragin larria izango lukeena.

Proiektzioen arabera, arro guztiek bi agertokietarako eta hiru inpaktu-aldietarako duten arriskua txikia da. Gaur egun, ez da presio esanguratsurik sortzen erauzketagatik, eta ez dago inpakturik; beraz, esposizioa eta kalteberatasuna txikiak dira. Horrekin guztiarekin, Gipuzkoako arro guztietako arriskua txikia da hiru inpaktu-aldietarako (2011–2040, 2041–2070, 2071–2100) eta RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako baliabide erabilgarriak murriztearen ondoriozko ur-eskasia egoeran. Arriskua handitu egiten da tamaina txikiak diren eta iturburuaren, errekaen edo gainazaleko harguneen mende dauden hornidura-sistemetan, eta hiri-sareekin konektatuta ez dauden industria-erabilereetan, baldin eta gaur egun arazoak badituzte agorraldietan. Azkenik, azpimarratu behar da arriskua ez dela urtaroko eskala batean aztertu. Kontuan hartuz gero klima-aldaketaren proiektzioek ur-erabilgarritasunaren urtaroko aldakuntza handiagoak adierazten dituztela, eskala horretan arrisku-egoera handiagoak gerta litezke, batez ere agorraldian zehar.

Nahiz eta urtean eta klima-eskaletan Gipuzkoako hornidura-sistemen eskasia-arriskua oro har txikia izan, lehorte meteorologiko luzeen egoera puntualetan arrisku-egoerak gerta daitezke lurraldearen hegoaldean tamaina txikiak sistema jakin batzuetan. 2023ko urtarriletik maiatzera bitartean, lurraldeko puntu batzuetan metatutako prezipitazioak normalak baino askoz txikiagoak izan dira. Adibidez, Urkulu eta Legazpiko plubiometroetan, datuen serie historikoko (50 urte baino gehiago) aldirik lehorrena izan da beste urte batzuetako aldi berarekin alderatuta. Horren ondorioz, Arriaran, Barrendiola eta Urkulu urtegiak maiztaren amaieran aurrealtea- edo alerta-egoeran zeuden; nolana ere, hornidura hilabete batzuetarako bermatuta zegoen euririk ezean ere.

Beraz, beharrezkoa izango da sistema horien arrisku-analisietan sakontzea, lehortearen agertoki puntual horietan eta lurraldearen hegoaldeko hornidura-sistema txikietan, eta egokitzapen-neurri egokiagoak diseinatzea.

## 8. ONDORIOAK

Ura funtsezkoa da Lurreko bizitzarako eta oinarritzko baliabidea sistema sozioekonomiko gehienetarako. Klima-aldaketaren ondoriozko ziklo hidrolotikoko aldaketek –tenperaturaren eta prezipitazio-patroien aldaketak edo muturreko fenomeno meteorologikoak (uholdeak, lehorteak..) barne– uraren baliabidearen erabilgarritasuna eta kalitatea alda ditzakete, eta afekzioak eragin ditzakete ekosistemetan eta baliabidearen kudeaketa jasangarrian. Horregatik, klima-aldaketak baliabide hidrikoetan dituen inpaktuen eta arriskuen analisia bereziki interesgarria da.

Txosten honen helburua izan da Gipuzkoa mailan klima-aldaketak baliabide hidrikoetan duen inpaktua eta lurraldeko arroen kalteberatasuna eta arriskua aztertzea. Helburu horrekin, lehenik eta behin, lehendik dauden serie hidrometeorologiko historikoak aztertu dira, bai eta haien etorkizuneko bilakaera ere, berotegi-efektuko gasen isuriari bi agertokitarako (RCP4.5 eta RCP8.5) klima-aldaketaren erudetan oinarrituta. Proiektatutako aldaketetatik

abiatuta, uraren tenperaturaren igoerak ur-masen egoerarako duen arriskua aztertu da (ur hotzetako arrain-espezieen habitata galtzeko arriskua, oxigeno disolbatua murrizteko arriskua eta makroornogabeen espezieetan afekzioa sortzeko arriskua) eta ur-eskasia izateko arriskua, baliabidearen erabilgarritasunaren eta eskariaren arteko harremana aldatzeagatik.

Azterketa honetan aurkeztutako emaitzak klima-proiektioei lotutako klima-aldaketaren inpaktu-azterketek berezkoak dituzten zenbait magnitudetako ziurgabetasunen mende daude. Kontuan hartu behar da prezipitazioaren –hidrologiarekin lotutako aldagai nagusiaren– proiektioek tenperaturarenak baino aldakortasun handiagoa dutela; ziurgabetasun hori handitzen da, gainera, espazio-eskala murriztean (CEDEX, 2017). Ereduen aldakortasuna islatzeko eta ziurgabetasunak islatzeko, lan honetan inpaktua ebaluatu da, klima-proiektioen multzo ahalik eta zabalena eta askotarikoena kontuan hartuta.

### 8.1. KLIMA-ALDAKETAREN INPAKTUA BALIABIDE HIDRIKOETAN

Oro har, prezipitazioaren jaitsiera eta batez besteko tenperaturaren igoera aurreikusten dira klima-aldaketaren agertoki desberdinetarako; horrek ebapotranspirazioa handitzea eta, horrenbestez, lurraldeko baliabide hidrikoen erabilgarritasuna murriztea ekarriko luke. Murrizketak handiagoak dira XXI. mendeak aurrera egin ahala eta RCP8.5 agertokirako; bi isuri-agertokien arteko aldea argiagoa da epe luzerako (2071–2100).

Proiektioek, batez beste, Gipuzkoako baliabide hidrikoen murrizketa erakusten dute; aldaketa horiek epe laburreko -% 2,5etik epe luzeko -% 30era bitartean aldatzen dira, isuriari agertokiaren arabera, eta murrizketa hori pixkanaka gertatzen da mendean zehar.

#### 8.1.1. LURZORUAREN HEZETASUNA

Egindako analisiek lurzoruaren hezetasunaren beharrezko joerak adierazten dituzte mendean zehar. Lurralde osoarako RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako proiektatutako batez besteko aldaketak hauek dira, hurrenez

hurrenez: -% 5,6 eta -% 5,7 2011–2040 aldirako; -% 7,0 eta -% 8,7 2041–2070 aldirako; eta -% 10,3 eta -% 17,8 2071–2100 aldirako. Ez da alde handirik ikusten lurralde historikoko arroen artean.

### 8.1.2. AKUIFEROEN BIRKARGA

**A**kuiferoei dagokienez, urteko birkargaren jaitsierak proiektatu dira mendeak aurrera egin ahala. Lurralde historiko osorako, honako aldaketa hauek adierazten dira RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako, batez beste: -%

2,8 eta -% 5,2, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; -% 8,7 eta -% 9,6 2041-2070 aldirako; eta -% 8,1 eta % 19,5 2071-2100 aldirako.

### 8.1.3. JARIATZEA ETA EKARPENAK

**G**oialdeko jariatzearen beheranzko joera aurreikusten da RCP8.5 agertokirako, RCP4.5 agertokiarekin alderatuta eta XXI. mendeak aurrera egin ahala. Proiekzioen emaitzek jariatzearen murrizketa aurreikusten dute RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako: -% 2,5 eta -% 6,4, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; -% 10,9 eta -% 12,5 2041-2070 aldirako; eta -% 10,0 eta -% 25,4 2071-2100 aldirako.

Emari minimoen kasuan, ereduen batezbestekoek -% 3,0 eta -% 60,0 bitarteko jaitsierak proiektatzen dituzte inpaktu-aldi guztietarako eta bi RCPetarako, eta areagotu egiten dira mendeak aurrera egin ahala. Emari maximoei dagokienez, ereduen multzoak hazkundeak proiektatzen

ditu, 2011-2040 aldirako eta RCP4.5 agertokirako izan ezik, kasu horretan jaitsierak proiektatzen baitira. Proiektatutako aldaketak handiagoak dira 2041-2070 aldirako eta, aldi horretan, RCP4.5 agertokirako handiagoak dira RCP8.5 agertokirako baino.

Azkenik, ekarpenei dagokienez, proiektzioek, oro har, jaitsiera handiagoak adierazten dituzte XXI. mendeak aurrera egin ahala. Ereduen batezbestekoak jaitsierak adierazten ditu RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako: -% 3,1 eta -% 6,8, hurrenez hurren, 2011-2040 aldirako; -% 12,0 eta -% 13,7 2041-2070 aldirako; eta -% 11,2 eta -% 29,3 2071-2100 aldirako.

### 8.1.4. LEHORTEEN ERREGIMENA

**K**antauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoari dagokionez, CEDEXen azterketak (2017) adierazten du, oro har, lehortearen maiztasunaren iraupena 2 urtez handituko dela aztertutako etorkizuneko proiektzio gehiengatzen. Hala ere, eredu batzuek ez dute igoyerarik adierazten lehortearen maiztasunean etorkizuneko agertokietan, eta intzidentziaren beherakada ere erakusten dute. 5 urte

iraupeneko lehorteetan, ereduen ziurgabetasuna handiagoa da, eta ez da hain nabarmena errepikatze-denborako beherakada hori. Ez dago alde handirik aztertutako bi agertokien artean (RCP4.5 eta RCP8.5). Laburbilduz: ezin da esan klima-aldaketak lehortearen eragina areagotuko duenik, baina badirudi etorkizuneko lehorteak intentsitate handiagokoak izango direla.

## 8.2. KLIMA-ALDAKETAREN INPAKTUAK UR-MASEN EGOERAN

**K**lima-aldaketak tenperaturan eta prezipitazioan –eta, horrekin batera, ziklo hidrologikoan– eragindako aldaketek uraren ezaugarri fisikoak eta kimikoak ere alda ditzakete, uraren kalitatean eraginez. Eragina jasan dezaketen uren kalitatea adierazten duten aldagaietako batzuk dira, besteak beste, uraren tenperatura, oxigeno disolbatua, pH-a, mantenugaien kontzentrazioa eta beste kutsatzaile batzuen kontzentrazioa. Ur-masetan eragindako inpaktu horiek alterazio larriak eragin ditzakete ekosistema urtarretan (aldaketak espezieen banaketan, fenologian, fisiologian eta morfologian). Ekosistema horien arriskua espezie desberdinen sentikortasunaren eta egokitzeko gaitasunaren arabera izango da.

Lurraldeko eskuragarri dauden proiektioek uraren tenperaturaren igoera aurreikusten dute klima-aldaketaren agertoki desberdinetarako. Tenperaturaren igoerari lotutako arriskugarritasunetik abiatuta, ur hotzetako arrain-espezieen habitata galtzeko arriskua, oxigeno disolbatua murrizteko arriskua eta makroornogabeen espezieetan afekzioa sortzeko arriskua ebaluatu dira. Zehazki, Gipuzkoako arroetarako emaitza nagusiak laburtu dira, Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan

Hidrologikoaren esparruan egindako analisietatik abiatuta (URA, 2022).

Oxigeno disolbatuaren murrizketari dagokionez, epe laburrean arrisku txikia aurreikusten da, eta areagotu egingo da RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako XXI. mendeak aurrera egin ahala. Aurreikusten da inpaktu garrantzitsuenak lurraldearen barnealdeko ibaiadarretako zati altuetan gertatzea. Proiektatutako murrizketa gorabehera, horrek ez luke inola ere ur-masen egoera ona galaraziko.

Adierazle biologikoei dagokienez, ur hotzeko espezieen habitata murrizteko eta/edo galtzeko arriskua handia da epe labur eta ertainean bi agertokietan, eta oso handia da epe luzerako RCP8.5 agertokian. Epe laburrean ornogabeetan afekzioa sortzeko arriskua txikia da oro har bi agertokietan, eta handia eta oso handia izatera pasatzen da epe ertainean RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietan, hurrenez hurren. RCP4.5 agertokiko azken analisi-aldian, arrisku-maila oso handira iristen da Debako eta Urolako arroetan eta Oriako goiko tartean; RCP8.5 agertokian, berriz, tarte guztiek dute arrisku-maila oso handia.

## 8.3. KLIMA-ALDAKETAREN INPAKTUAK BALIABIDE HIDRIKOEN ERABILGARRITASUNEAN

**B**aliabide hidrikoen murrizketaren inpaktu nagusietako bat ur-eskasia da; hau da, baliabide erabilgarriaren kantitatea nahikoa ez izatea erabilera desberdinetarako ur-premiak asetzeko (etxeak, nekazaritza, industria, etab.). Ur-eskasiaren inpaktua neurtzeko, bi indize erabili dira: WEI+ indizea (Water Exploitation Index +) arro-mailan eta ustiapen-indizea (UI) lurpeko ur-masen mailan. Indizeen igoera arinak aurreikusten diren arren, aztertutako agertoki guztiek estres hidriko txikiko egoera adierazten dute hiru inpaktu-aldietarako.

Inpaktu potentzial horretatik abiatuta, arro desberdinetako ur-eskasiaren arriskua aztertu da. Bi isuri-agertokietan eta hiru inpaktu-aldietarako, ur-eskasia izateko

arriskua txikia da arro guztien kasuan. Arrisku handiagoa aurreikusten da soil-soilik tamaina txikiko hornidura-sistemetan (iturburuen, errekaen edo gainazaleko harguneen mende daudenetan) eta hiri-sareekin konektatu gabeko industria-erabileretan; izan ere, gaur egun ere arazoak daude, batez ere agorraldian zehar.

Egindako arrisku-analisiaren mugetako bat da baliabidearen eta eskariaren arteko urteko balantzeak kontuan hartzea. Kontuan hartuz klima-aldaketaren proiektioek urtaroko aldakuntza handiagoak adierazten dituztela ur-erabilgarritasunean, urtaroko eskasiaren arriskua handiagoa izan liteke, batez ere agorraldian.

**T**xosten honetan, klima-aldaketak baliabide hidrikoetan izango duen eragina eta honek ur-masen egoeran eta erabilera sozioekonomiko desberdinetarako ur gezaren erabilgarritasunean izango duen eraginari buruzko azterlana azaltzen da. Baliabide hidrikoak murriztea aurreikusten da, eta XXI. mendean aurrera egin ahala ere areagotu egingo da. Azken inpaktu aldian (2071-2100) nabarmenagoa izango da, eta RCP8.5 agertokiaren azpuan handiagoa, RCP4.5 agertokiaren kasuan baino. Prezipitazioen aldakortasun handiagoa eta, beraz, baliabidearen erabilgarritasunarena ere aurreikusten dira. Hala ere, kontuan hartu behar da proiektzioen arabera emaitzal oso desberdinak direla, eta horrek adierazten du ziurgabetasun-maila handia dutela. Hala, ur-baliabideen urteko batez besteko murrizketa, eredu guztien baztez bestekoa kontuan hartuta, -% 27,0koa da RCP8.5 agertokiaren azpiko azken aldirako. Hala ere, egoera horren murrizketak -% 10,0, eredu baikorrenean, eta -% 45,0 eredu ezkorrenekoan bitatekoak dira.

Aztertutako ur-masen egoerari eragiten dion klima-aldaketaren arrisku nagusia uraren tenperatura igotzea da. Ur gezako ekosistemen gaineko arriskua handitu egiten

da mendeak aurrera egin ahala, eta handiagoa da RCP8.5 agertokian RCP4.5 baino. Uraren tenperatura murrizten laguntzen duten egokitze-neurriek klima-aldaketak ur-masen eta horiekin lotutako ekosistemen egoeran duen eragina murrizten lagunduko dute.

Klima-aldaketaren egertokieran ez da inpaktu orokorrik aurreikusten baliabide naturalak murrizteari lotutako erabilera sozioekonomikoetarako uraren eskuragarritasunean. Arriskua areagotu egiten da iturburuaren, erreken edo azaleko kaptazioen mende dauden hornidura-sistema txikientzat, bai eta hiri-sareetara kotektatu gabeko industria-erabilerentzat ere, baldin eta, gaur egun, arazoal badaude, bereiziki agorraldian. Batez besteko egoera klimatologikoetan arriskua txikia bada ere, lehorre-egoera luzeetan sistema txikietako erabilgarritasunaren eta eskariaren arteko desorekak gerta daitezke. Proiektatutako prezipitazioa aldakortasun handia duenez, aldi lehor luzeagoekin eta jarraian eurite handiekin. Hori dela eta, egokitze-neurrietako bat izan liteke eskasia-egoeretan dauden sistemak indartzeko hornidura-neurri alternatiiboak aztertzea.







/G

Klima-aldaketaren inpaktua  
eta harekiko kalteberatasuna  
**Gipuzkoan: txostena**



# ERANSKINAK

Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Jasangarritasun  
Departamentua



Diputación Foral  
de Gipuzkoa  
Departamento de  
Sostenibilidad



**Naturklima**  
Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa

## I. ERANSKINA

### KLIMA-ALDAKETAK GIPUZKOAN DITUEN INPAKTUEN JARRAIPENERAKO ADIERAZLEAK

---

**K**lima-aldaketak Gipuzkoan dituen efektuen egoera eta bilakaera eta ezarritako moldatze-neurrien efektua monitorizatzeko, jarraipena egiteko eta ebaluatzeko aginte-koadroa diseinatzeko helburuarekin, adierazle-sistema bat definitu da. Sistemen inguruan egituratutako adierazle-multzo horrek (ur-baliabideak, nekazaritza eta basozaintza, energia, azpiegiturak eta lurralde-antolamendua eta osasuna<sup>3</sup>), erabakiak hartzea erraztuko du, lurraldearen klima-aldaketaren aurreko erresilientzia hobetzeri eta handitzera bideratuta.

Adierazle horien helburuak honako hauek dira:

- Lurraldearen sistema natural eta sozioekonomikotan klima-aldaketak eragindako arrisku nagusiak identifikatzea, kuantifikatzea eta monitorizatzea.
- Klima-aldaketaren inpaktuak murrizteko egokitzapen-ekintzak eta -politikak identifikatzen eta ezartzen laguntzea.
- Eragile nagusiak sentsibilizatzea klima-aldaketara egokitzeko inplikazio aktiboa lortzeko, batez ere informazioa zabalduz.

Ematen duten informazioaren arabera, adierazleak honela sailkatzen dira: (Eg) egokitzapena, (Es) esposizioa, (I) inpaktua, (A) arriskua eta (K) kalteberatasuna.

<sup>3</sup> Kostaldeko itsas sistemaren egoeraren eta bilakaeraren jarraipenaren adierazleak IV. atalean aurkeztu dira: Itsasoko eta kostaldeko adierazleen bilakaerari buruzko txostena.

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>KLIMA-ALDAGAIK</b>														
	Urteko batez besteko tenperatura	A	12,7	14,0	13,1	13,1	14,1	13,7	13,6	13,5	13,3	13,9	13,2	14,5
	Eguneko tenperatura minimoen batezbestekoa	A	8,7	9,9	8,9	9,1	10,0	9,6	9,5	9,3	9,1	9,9	9,4	10,2
	Eguneko tenperatura maximoen batezbestekoa	A	17,6	18,8	18,2	17,5	19,0	18,7	18,5	18,6	18,7	19,0	17,7	19,6
	Eguneko tenperatura minimoen minimoa	A	-4,8	-3,0	-5,2	-2,6	-3,1	-3,8	-1,7	-4,7	-2,8	-1,1	-3,1	-2,8
	Eguneko tenperatura maximoen maximoa	A	36,1	38,4	39,6	37,6	35,6	37,4	38,2	37,0	38,9	38,9	34,2	40,5
	Egun hotzen kopurua	A		173	202	203	180	181	194	196	190	183	200	169
	Egun beroen kopurua	A		8	15	8	4	12	14	12	6	10	3	19
	Bero-boladen kopurua	A	0	0	1(3 EGUN)	0	0	1(4 EGUN)	0	0	1(5 EGUN)	0	0	3
	Izozte-egunen kopurua	A	25	11	21	12	5	12	6	20	14	9	6	15
	Urteko batez besteko prezipitazioa	A	1.411,3	1.277,0	1.327,5	2.049,7	1.577,9	1.503,2	1.447,8	1.477,5	1.651,6	1.424,1	1.488,9	1.115,4
	Gau tropikalaren kopurua	A		1,2	3,6	4,4	1,4	2,9	1,8	2,7	1,9	2,9	1,4	7,5
	Euri-egunen kopurua	A	186,5	165,0	188,0	210,0	213,0	185,8	198,0	185,0	143,0	187,0	177,0	168,3
	Egun eguzkitsuen/oskarbien kopurua	A	31,7	45	38	33	28	38	33	47	29	44	42	36
	Prezipitazio maximoa 24 ordutan	A	68,6	114,3	54,1	73,5	53,6	88,5	78,0	71,3	81,6	60,2	85,8	104,7
	Ondoz ondoko egun lehorren kopuru maximoa	A		17	20	17	16	22	22	19	15	22	18	18
	Ondoz ondoko egun hezeen kopuru maximoa	A		9	10	13	12	11	10	10	13	19	11	9
	Prezipitazioa >20 mm duten egunen kopurua	A		14	16	30	22	19	16	21	19	21	19	14
	5 egunetan metatutako prezipitazio maximoa	A		220,6	114,9	188,5	136,3	175,6	131,8	155,6	153,3	124,5	211,4	
	Hezetasan erlatiboa	A	82,4	80,8	82,2	83,3	81,1	81,2	81,7	81,8	80,2	79,4	81,2	78,8
	Haizearen batez besteko abiadura	A	10,4	10,0	9,6	10,7	9,8	10,5	10,6	10,2	10,1	10,4	9,8	9,0
	Alerta meteorologikoen kopurua	A	9	9	9	9	9	10	7	12	9	9	9	9
	Hozte-graduaren egunak	I		131,4	164,2	128,3	121,6	150,3	145,0	148,7	118,9	134,0	146,5	84,2
	Berokuntza-graduaren egunak	I		872,40	1.059,3	1.045,4	833,9	929,6	905,1	1.009,4	1.017,2	871,8	932,1	

# I. ERANSKINA

## KLIMA-ALDAKETAK GIPUZKOAN DITUEN INPAKTUEN JARRAIPENERAKO ADIERAZLEAK

BALIABIDE HIDRIKOAK													
Urteko batez besteko emaria													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Endara		0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Oiartzun		0,5	4,0		2,8	2,0	2,2	3,6	2,0	2,7	2,5	2,8	2,5
Añarbe	2,4	2,2	3,3	3,1	3,2	2,3	2,1	3,8	2,2	2,5	2,3	2,6	2,6
Ereñozu	8,6	8,8	14,1	12,4	12,0	8,5	7,2	14,4	7,9	8,7	7,9	10,8	9,1
Estanda	1,0	0,7	2,1	1,1	1,4	0,9	0,6	1,5	0,7	0,8	0,8	1,2	1,0
Agautza	1,7	1,7	3,3	1,9	2,5	1,7	1,4	2,8	1,5	1,5	1,5	1,9	1,7
Amundarain	0,9	0,9	1,5	1,1	1,2	0,8	0,7	1,5	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0
Alegia	6,7	6,3	13,4	7,7	11,3	7,5	5,1	12,7	5,9	6,6	6,0	7,6	7,4
Araxes		3,5	6,6	4,3	4,9	3,7	3,0	6,2	3,3	3,4	3,1	4,0	4,1
Belauntza	1,1	1,3	1,9	1,3	1,7	1,2	1,0	2,0	1,1	1,1	1,1	1,3	
Leitzaran	4,5	4,4	7,5	6,0	6,3	4,6	3,8	7,7	4,1	4,6	4,1	5,0	4,8
Lasarte-Oria	21,3	22,2	40,6	25,8	29,3	21,1	17,5	36,9	18,2	19,7	18,6	25,1	23,0
Aitzu	1,5	1,3	2,6	1,7	2,1	1,5	0,9	2,4	1,2	1,3	1,2	2,2	1,5
Ibaieder	1,3	1,4	2,9	1,5	2,0	1,3	0,9	2,2	1,0	1,0	1,1	1,6	1,4
Matxinbenta	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Aizarnazabal	6,6	7,4	13,0	7,7	9,4	6,7	5,4	11,1	5,3	6,2	6,2	8,4	7,2
San Prudentzio	2,3	2,0	4,7	2,9	3,9	2,6	1,6	4,0	2,1	2,4	2,3	3,2	2,6
Oñati	2,9	2,6	5,3	3,3	4,0	2,9	2,0	4,6	2,3	2,5	2,3	3,5	3,0
Altzola	10,5	9,4	19,0	12,0	15,4	10,4	6,8	16,5	7,6	9,7	9,3	12,8	10,8
Uraren urteko batez besteko maila													
Oiartzun	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ereñozu	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
Estanda	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Agautza	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Amundarain	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3



# I. ERANSKINA

## KLIMA-ALDAKETAK GIPUZKOAN DITUEN INPAKTUEN JARRAIPENERAKO ADIERAZLEAK

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>BALIABIDE HIDRIKOAK</b>													
Uholde-gertakarien kopurua	I	1	0	2	1	2	0	1	3	1	0	2	2
Itsas enbaten gertakari-kopurua	I	1	2	1	4	1	4	3	1	4	5	2	1
Maila piezometrikoa	A												
Elduaiein-3		21,8	19,8	10,7	17,9	17,6	23,9	23,4	15,7	20,3	22,8	22,9	
Kilimon-3		6,2	6,0	5,6	6,4	6,0	6,2	6,0	5,6	6,0	6,1	5,80	
Hernani-C		3,4	3,6	3,3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,5	3,6	3,50	
Legorreta-5		-62,9		-64,5	-63,0					-31,2	-54,8	-57,0	
Aralar-P4		-39,2	-5,0	-55,5	-46,5	-48,6	-47,9	-48,1	-58,2	-48,7	-45,9	-50,0	
DTH-1		109,9	110,0	106,6	107,7	24,2	107,8	108,1	105,4	105,7	105,1	102,8	
Jaizkibel-5			38,2	37,6	36,3	35,7	35,9	38,8	36,1	36,2	36,2	35,8	
Makinetxe		5,3	1,5	1,5	2,4	2,6	15,2	22,9	1,5	2,8	15,0	5,0	
Inurritza-3		2,0	2,0	1,9	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	2,10	
Uren kalitatea. Egoera edo potentzial ekologiko ona edo oso ona duten ur-masen ehunekoa.	K	% 35	% 41	% 63	% 62	% 53	% 53	% 60	% 76	% 67	% 46	% 58	
Trantsizio-uren eta kostaldeko uren egoera ekologikoa. Egoera edo potentzial ekologiko ona edo oso ona duten ur-masen ehunekoa.	I	% 56	% 56	% 33	% 67	% 67	% 78	% 78	% 89	% 89	% 89	% 89	
Ur-eskari osoa biztanleko (litro/biztanle/egun)	EG	179,1	177,4		175,5	170,2	172,5	172,4	168,1	171,0	150,0	165,9	140,0
Uholde-eremuetan eragina jasan dezaketen biztanleen kopurua (bizt./urte)	ES						2.444						3.408
Hondakin-uren araztegien kop. uholde-eremuetan	ES					1							1



		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>NEKAZARITZA ETA BASOGINTZAKO SEKTOREA</b>														
<b>Basoa</b>	K		46.825					47.981		47.721	48.299	47.928	48.046	48.091
<b>Plantazio-basoa</b>	K		76.558					74.865		72.231	72.359	72.827	72.897	72.913
<b>Galeria-basoa</b>	K		956					944		921	921	921	922	921
<b>Babes-figuraren mendeko lurraldearen azalera</b>	EG							44.776,8	44.776,8	44.776,8	44.776,8	44.776,8	44.776,8	44.776,8
<b>Baso-azalera ordenatuaren ehunekoa</b>	K		124.339,0					123.790,0		120.873,0	121.579,0	121.676,0	121.865,0	
<b>Baso-suteek urtean erretako hektareak</b>	I		77,4	87,3	97,8	87,3	294,0	10,7	37,5	10,8	89,7	49,0		
<b>Nekazaritza ekologikoaren azalera (ha)</b>	ES					627,0		666,0	750,0	848,0	1.224,0	6.789,0		
<b>Nekazaritza eta basogintzako lurzorua, jarduera ekonomikoekin</b>	ES		% 63,20					% 62,6		% 61,4	% 61,4	% 61,6	% 61,6	
<b>Basoko izurriek eragindako azalera</b>	I							2.466,0	1.354,0	19.208,0	8.541,0			
<b>Erreferentziako ebapotranspirazioa</b>	I		2,1	2,0	1,9	2,1	2,2	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1	2,0	2,2
<b>Hazkunde-garaiaren iraupena edo luzera</b>	I		330,0	310,0	298,0	350,0	325,0	347,0	323,0	308,0	344,0	357,0	346,0	
<b>Nekazaritza, abeltzaintza eta arrantzako balio erantsi gordinaren ehunekoa</b>	K		% 0,5	% 0,7	% 0,6	% 0,6	% 0,6	% 0,6	% 0,7	% 0,6	% 0,7	% 0,6	% 0,6	
<b>ENERGIA</b>														
<b>Energiaren azken kontsumoa (ktep)</b>	I		1.978,3	1.950,2	1.887,7	1.852,8	1.868,1	1.860,4	1.981,1	1.933,8	1.912,2	1.642,1	1.787,1	
<b>Azken energia-intentsitatea (x10-4)</b>	EG		0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	

# I. ERANSKINA

## KLIMA-ALDAKETAK GIPUZKOAN DITUEN INPAKTUEN JARRAIPENERAKO ADIERAZLEAK

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>AZPIEGITURAK ETA LURRALDE-ANTOLAMENDUA</b>														
<b>Lurzorua erabilerak (ha)</b>														
K	Sastrakadia	8.023,0						7.497,0		10.252,0	9.722,0	9.592,0	9.472,0	9.431,0
K	Belardia	2.957,0						3.472,0		3.572,0	3.523,0	3.509,0	3.502,0	3.501,0
K	Gaineko land. gabeko mendia	2.827,0						2.672,0		2.672,0	2.670,0	2.669,0	2.667,0	2.667,0
K	Nekazaritza	1.876,0						2.454,0		2.454,0	2.447,0	2.440,0	2.437,0	2.522,0
K	Artifiziala	10.024,0						10.612,0		10.610,0	10.609,0	10.624,0	10.625,0	10.624,0
K	Ura	1.144,0						1.097,0		1.098,0	1.093,0	1.093,0	1.093,0	1.092,0
I	Autobideak eta autobiak	2.140,0						2.288,0		2.288,0	2.294,0	2.293,0	2.301,0	2.302,0
I	Meatzaritza-hondakindegia-zaborteak	589,0						575,0		575,0	575,0	580,0	582,0	582,0
K	Belardia heskaekin	523,0						487,0		487,0	517,0	517,0	517,0	514,0
K	Belardiak	37,2						36,9		36,9	36,9	36,8	36,8	36,7
K	Larrea-Sastrakadia	5,8						5,7		5,8	5,7	5,7	5,7	5,7
K	65 urtetik gorako biztanleen ehunekoa	% 19,4		% 19,8	% 20,1	% 20,6	% 21,0	% 21,3	% 21,6	% 21,9	% 22,2	% 22,4	% 23,1	% 23,1
K	4 urtetik beherako biztanleriaren ehunekoa	% 5,1		% 5,1	% 5,1	% 4,9	% 4,8	% 4,7	% 4,5	% 4,3	% 3,1	% 3,1	% 2,2	% 2,2
I	Ibaiekako uholdeek eta itsas oldarraidiek ondasunetan eragindako kalteak	252.542	55.197.517	1.410	3.961.028	13.992.221	3.976.899	2.552.927	3.982.495	949.152	751.409	47.666	5.251.466	
K	Espazio libreen azalera (parkeak, lorategiak eta hirigune berdeak) biztanleko (m <sup>2</sup> /bizi.)		51,3	47,8	47,5	46,3	46,3	47,3	43,2	32,4	371	36,8	42,9	
I	Itsasoko enbategiaren eragindako kalteak		52.018,2	0,0	22.059,0	12.560.394,6	19.596,6	2.113.354,8	23.392,8	11.183,4				
K	Populazio-dentsitatea		354,9	356,3	357,4	357,8	358,9	359,2	360,3	361,0	362,5	364,2	363,4	362,2
K	Lurzorua artifizializatua ehunekoa		6,7%	6,7%	6,7%	6,8%	6,8%	6,8%	6,8%	6,8%	6,9%	6,9%	6,9%	8,5%
I	Hondamendi naturalengatik kalte-ordainak (aseguruen konpentsaziorako partzuergoa)		9.973.190	55.204.529	21.987	14.228.929	4.089.417	2.555.451	7.190.063	978.036	4.186.809	2.025.623	5.389.864	

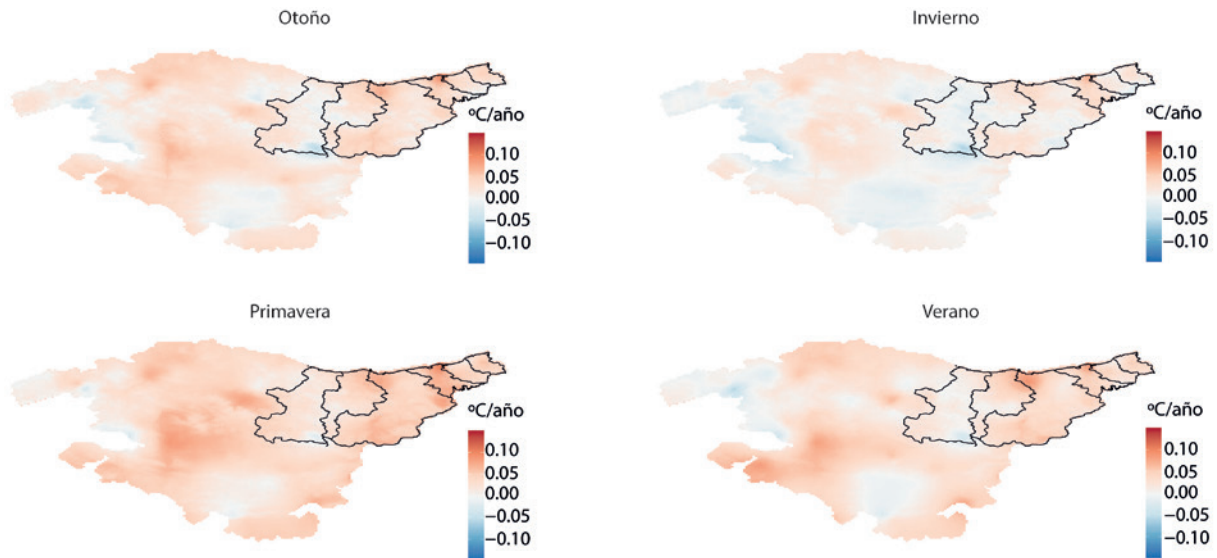
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>OSASUNA</b>													
Paludismoaren, Mendebaldeko Niloko birusaren, Lyme-ren gaixotasunaren eta abarren kasu autoktonoak eta inportatuak	I						88,0	64,0	59,0				
Bakarririk bizi diren >80 urteko pertsonen ehunekoa	K									29%	31%		
Temperatura altuko alerta-kopurua	A	1	3	1	0	1	2	1	0	2	1		2
Temperaturari (altuegiari edo baxuegiari) egotz dakizkiokeen heriotzak	I					49	56	59	45	31	18	15	19
Universal Thermal Climate Index (UTCI)	I	14,9	15,7	17,1	14,0	16,8	16,8	18,9	17,6	16,9	16,5		
Giza osasuna babesteko muga-balioa (O <sub>3</sub> ) gainditzen den egunen ehunekoa (erreferentziako estazioen baliorik txarrenea kontuan hartuta)	A			11%	17%	13%	5%	6%	7%	11%	3%	3%	2%
PM <sub>10</sub> -en eguneko muga-balioa gainditzen den egunen ehunekoa (erreferentziako estazioen baliorik txarrenea kontuan hartuta)	A			13%	11%	7%	1%	1%	2%	4%	2%	3%	4%
PM <sub>2,5</sub> -en eguneko muga-balioa gainditzen den egunen ehunekoa (erreferentziako estazioen baliorik txarrenea kontuan hartuta)	A				21%	19%	23%	24%	19%	13%	12%	24%	8%

## II. ERANSKINA

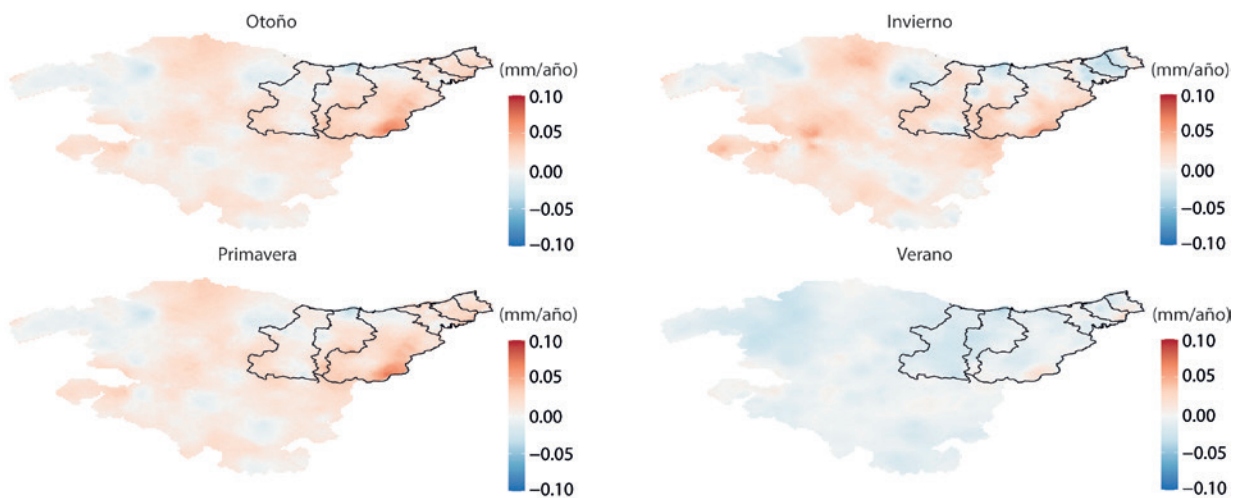
ALDAGAI METEOROLOGIKOETAN  
IKUSITAKO URTARO-JOERAK

## II. ERANSKINA

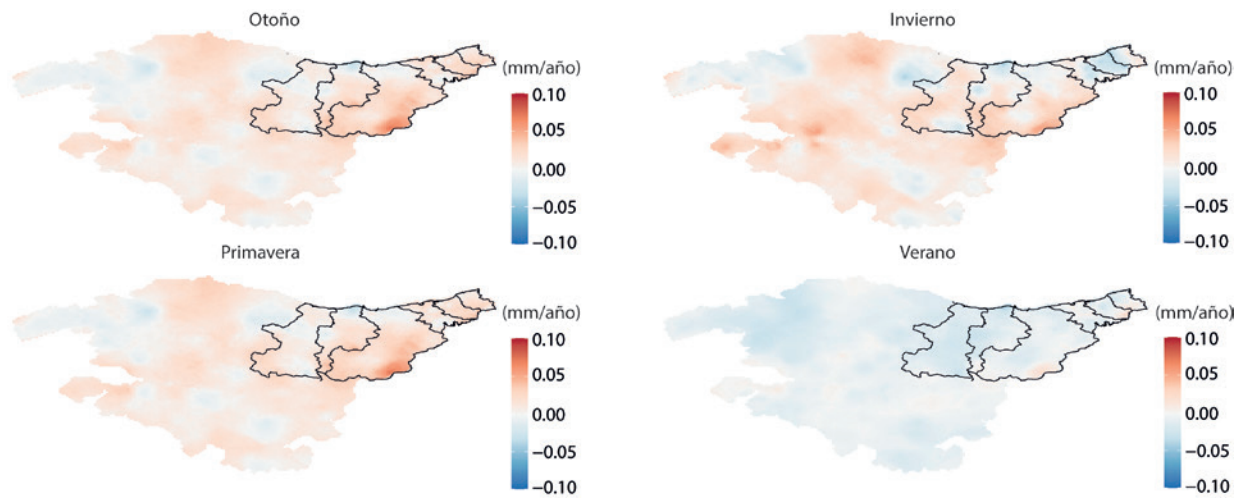
### ALDAGAI METEOROLOGIKOETAN IKUSITAKO URTARO-JOERAK



1. Ird. Batez besteko tenperaturaren urtaroko joera 1971–2016 aldian. Bereizmen handiko klimatologiatik abiatuta zehaztu dira aldaketak, aldi horretarako doikuntza linealetik abiatuta. Datuen iturria: II. Agertokiak proiektua (Klimatek, 2017).



2. Ird. Urtaroko prezipitazioaren joera 1971–2016 aldian. Bereizmen handiko klimatologiatik abiatuta zehaztu dira aldaketak, aldi horretarako doikuntza linealetik abiatuta. Datuen iturria: II. Agertokiak proiektua (Klimatek, 2017).



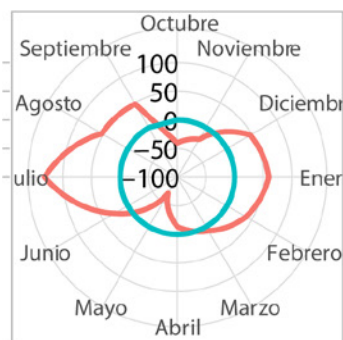
**3. Ird.** Ebapotranspirazioaren urtaroko joera 1971–2016 aldian. Bereizmen handiko klimatologiatik abiatuta zehaztu dira aldaketak, aldi horretarako doikuntza linealetik abiatuta. Datuen iturria: II. Agertokiak proiektua (Klimatek, 2017).

## III. ERANSKINA EMARIAREN HILEKO JOERAK

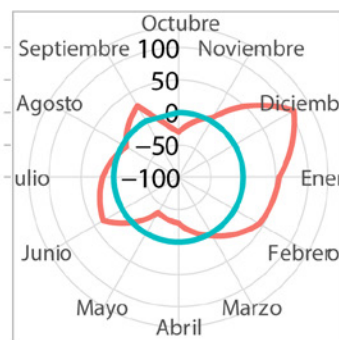
### Gipuzkoako aforalekuetan neurtutako emariaren hileko joerak.

1999/2000 erreferentziako urte hidrologikoarekiko aldaketa-portzentaje gisa adierazitako joerak.

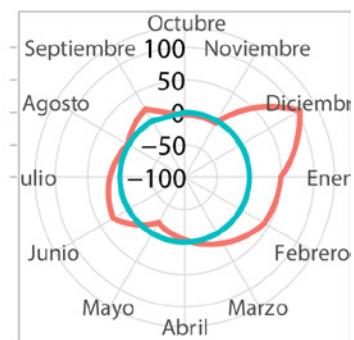
Urkulu



Oñati



San Prudentzio



Aixola



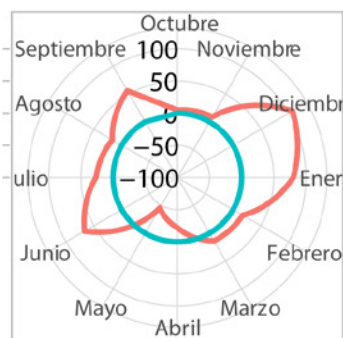
Altzola



Barrendiola



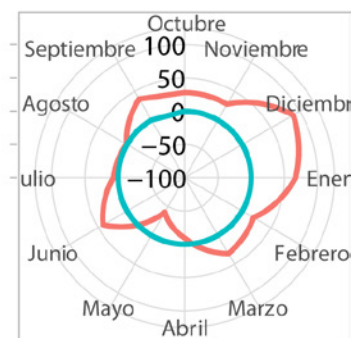
Aitzu



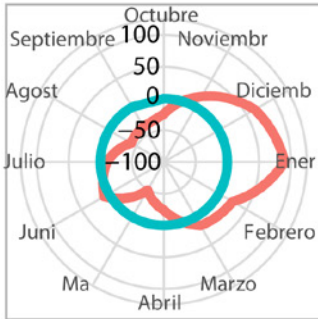
Ibaieder



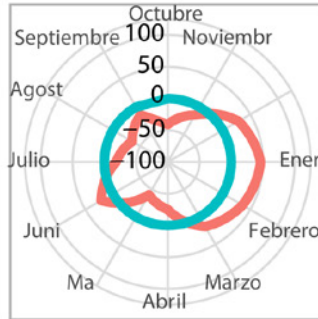
Aizarnazabal



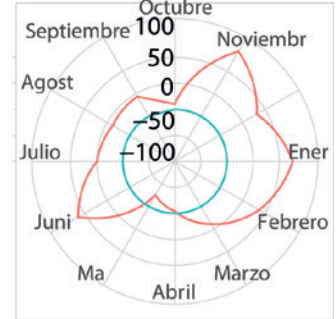
**Urkulu**



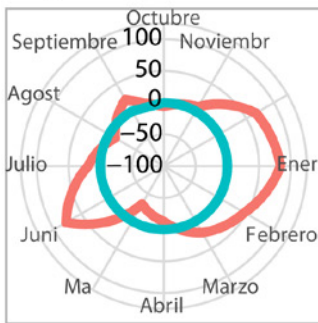
**Estanda**



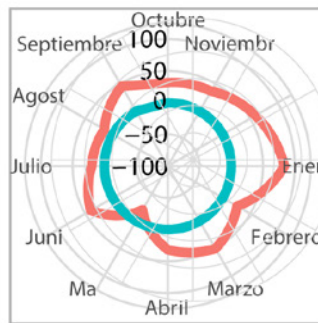
**Añarbe**



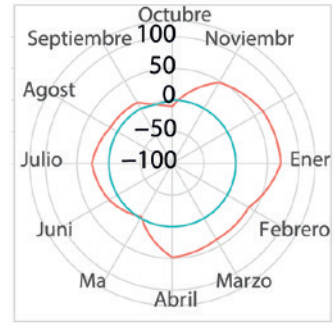
**Alegia**



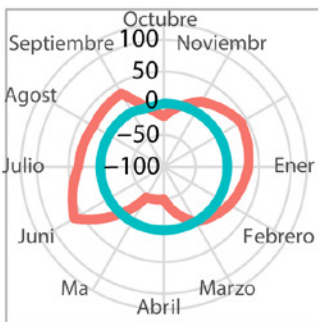
**Belauntza**



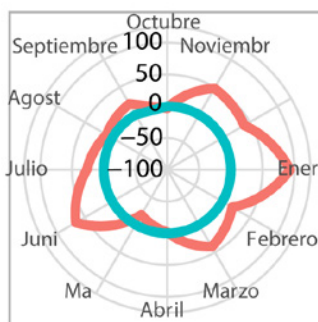
**Endara**



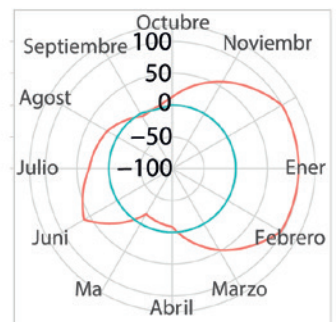
**Lasarte**



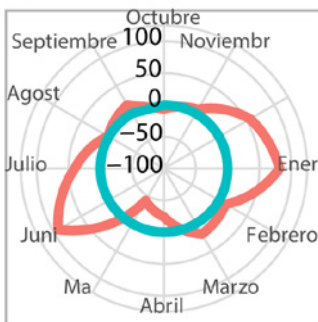
**Leitzarain**



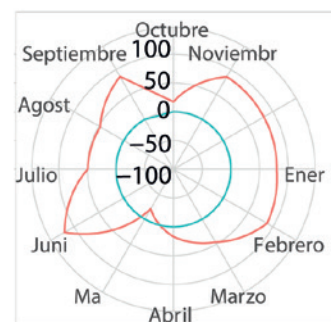
**Ereñozu**



**Agauntza**



**Oiartzun**



## GLOSARIOA

**Akuiferoa:** ura biltegitzeko eta transmititzeko gai den formazio iragazkorra.

**Anomalia:** datu klimatikoei dagokienez, anomaliak dira aldagai batek erreferentzia-balio batekin alderatuta dituen aldaketak, eta, beraz, emaitzak erreferentziazko klimatologia batekiko –adibidez, 1971–2000 aldikoarekiko– aldaketa gisa aurkez daitezke, balio absolutu gisa aurkeztu ordez.

**Urte hidrologikoa:** hamabi hilabeteko epe jarraitua, prezipitazioaren parte handienari dagokion jariatzea barnean hartzeko moduan hautatua. Urte hidrologikoak barnean hartzen du jariatzea maximoa duen urtaroa eta, horrela, minimizatu egiten da urte jakin batekoa izanik hurrengo urteari gehitzen zaion ur-kantitatea. Gipuzkoan, urte hidrologikoa urriaren 1ean hasi eta irailaren 30ean amaitzen dela jotzen da.

**AR5:** Klima-aldaketari buruzko Gobernuarteko Aditu Taldearen 5. Ebaluazio Txostena. 2014an argitaratu zen.

**AR6:** Klima-aldaketari buruzko Gobernuarteko Aditu Taldearen 6. Ebaluazio Txostena. 2021ean argitaratu zen.

**Balantze hidrikoa:** sistema bateko –normalean akuifero edo arro hidrografiko bateko– denbora-tarte jakin bateko ur-ekarpenen eta –deskargen ebaluazioa; balantze hidrologikoa esaten zaio. Zenbakizko kalkuluaren oinarria da arro edo ur-masa baterako guztizko ekarpena (prezipitazioen eta isurien bidezkoa) honako batura honen berdina izan behar dela: ur-irteera totala (lurruntzearen eta ibai-irteeren bidezkoa) gehi biltegitarte metatuaren aldakuntza garbia.

**Uraren kalitatea:** erabilera desberdinak asetzeko gaitasuna, uraren ezaugarrien arabera; normalean parametro fisiko-kimikoen bidez zehazten dira ezaugarri horiek, eta lotutako kontzentrazio-muga batzuk izaten dituzte.

**Klima-aldaketa:** klimaren egoeraren aldakuntza, denbora-tarte luzeetan mantentzen dena. Klimaren propietateen analisi estatistikoak aukera ematen du batez besteko balioan aldaketak identifikatzeko, edo propietate horien aldakortasunean aldaketak identifikatzeko. Aldaketa horiek gutxienez hamar urteko aldietan irauten badute, klima-aldaketari buruz hitz egiten da.

**Ibai baten emaria:** ibai baten sekzioetik denbora-unitate bakoitzeko igarotzen den ur-kantitatea.

**Emari ekologikoa:** ibaien egoera ona edo potentzial ekologiko ona lortzen laguntzen duen emaria; ibai batean

modu naturalean bizi den bitzta urtarrari eusten dio gutxienez, baita ibaiertzeko landarediari ere.

**Arro baten emari espezifiko:** azalera-unitate bakoitzeko emaria.

**Ziklo hidrologikoa:** urak atmosferan, luraren gainazalean, ozeanoetan eta lurpean duen mugimendu jarraituaren deskribapena, fase- edo egoera-aldaketak barnean hartzen dituena; uraren ziklo ere esaten zaio.

**Klima:** zentzu murriztuan, eguraldiaren batez besteko egoera; zehatzago, eguraldiaren deskribapen estatistikoa, batez besteko balioak eta dagozkien magnitudeen aldakortasuna baliatzen dituena hilabeteetatik hasi eta milaka edo milioika urte arteko aldietan. Ohiko batez besteko aldia 30 urtekoa da, Munduko Meteorologia Erakundeak emandako definizioaren arabera.

**Klimatologiak:** batez besteko aldagaiak epe luze batean, normalean 30 urtekoa izaten denean.

**Eskari gordina:** biztanleriari emandako ura, urtegietan edo beste puntu batzuetan hartutakoarekin alderatuta. Barnean hartzen ditu hoditerian, biltegitetan eta goi-banaketan izandako galerak.

**Goi-eskaria:** banaketa-sareei hornitutako ura, erregulazio-biltegitetako kontagailuek neurtua. Barnean hartzen ditu hoditerian izandako galerak eta behe-banaketa, fakturatu gabeko kontsumoak, etxeko kontsumoak, industria-kontsumoak, merkataritza-kontsumoak, etab.

**Behe-eskaria:** hiriko erabiltzaileek kontsumitutako ur-bolumena.

**Muturreko gertakaria:** leku jakin baterako eta urteko sasoi baterako arraroa den gertakaria. “Arraro”ren definizioa alda daiteke, baina, oro har, behaketetatik abiatuta dagokion probabilitate-dentsitate funtzioaren 10/90 perzentilaren azpitik/gainean dagoen gertakari bati dagokio. Muturreko gertakari meteorologiko batek denbora jakin batean irauten duenean, klimari lotutako muturreko gertakari gisa sailka daiteke, bereziki aldi berean dagokion batez besteko balioa edo balio totala muturrekoa bada.

**Klima-agertokia:** klimaren irudikapen onargarria eta sarritan sinplifikatua, barne-koherentzia duten harreman klimatologikoen multzo batean oinarritua, klima-aldaketa antropogenikoaren ondorio potentzialak ikertzeko esplizituki erabilia izateko eraikitzen dena, eta askotan input gisa balio duena inpaktuak simulatzeko. Klima globala isurien



agertoki batekin behartu den zirkulazio orokorreko eredu batekin simulatzearen emaitza da.

**Isurien agertokia:** erradiazioaren aldetik potentzialki aktiboak diren substantzien (adibidez, berotegi-efektuko gasen) isurien etorkizuneko bilakaeraren irudikapen onargarria. IPCC-AR5en lau isuri-agertoki definitu dira, Kontzentrazio-ibilbide adierazgarriak (RCP), 2100. urterako erradiazio bidezko behartze totala definitzen dutenak (2,6 eta 8,5 W m<sup>-2</sup> artean aldatzen dena).

**Jariatzea:** lurraren gainazaletik ur-ibilgu batera (azaleko jariatzea) edo lurpetik (lurpeko jariatzea edo fluxu hipodermikoa) igarotzen den prezipitazioaren zatia.

**Ur-emia neurtzeko estazioa:** ibai edo iturburu baten emaria aldizka neurtzen den ur-ibilgu bateko tokia.

**Urtarokotasuna:** denbora-serie bateko urtaro-aldakuntza serie horren aldaketa aldizkakoaren eta aurreikusgarriaren barnean, urtebeteko edo urtebetetik beherako aldia duena. Denbora-serieen osagaietako bat da, eta joerari eta aldakuntza ziklikoari kontrajartzen zaio.

**Egoera ekologikoa:** Uraren Esparru Zuzentaruak (2000/60/EE) ezarritako kontzeptua, faktore biologikoe-tan (ur-azalera, makroornogabeak, arrainak), fisiko-kimikoetan (tenperatura, pH-a, oxigenoa, kutsatzaileak, etab.) eta hidromorfologikoetan (emaria, ubidearen ezaugarriak, etab.) oinarritua.

**Agorraldia:** ibai baten emari txikiagoa; egoera hori urtero errepikatzen da garai berean, normalean udarekin bat egiten duenean.

**Estres hidrikoa:** ur-eskaria epe jakin batean erabilgarri dagoen baliabide-kantitatea baino handiagoa denean edo uraren erabilera haren kalitate txikiagatik murrizten denean gertatzen den egoera.

**Lurruntzea:** ura egoera likidotik gas-egoerara pasatzeko prozesua, ura atmosferara transferitzea dakarrena.

**Ebapotranspirazio potentziala (ETP):** landarez erabat estalita dagoen eta ur-faltarik ez duen azalera batek atmosferara aska dezakeen ur-kantitate maximoa, kalkulua egiten den uneko baldintza atmosferikoetan.

**Ebapotranspirazio erreala (ETR):** landutako lursail batek benetan kontsumitutako ur-kantitatea, ur-erabilgarritasunen arabera.

**Ebapotranspirazioa:** aldi jakin batean gertatzen diren zuzeneko lurruntzeagatiko gainazal bateko hezetasunaren galera eta landarediaren transpirazioagatiko ur-galera. Milimetrotan adierazten da.

**Esposizioa:** eragin negatiboa jasan dezaketen lekuetan hauen presentzia izatea: pertsonak, biziraupen-baliabideak; espezieak edo ekosistemak; ingurumen-funtzioak, -zerbitzuak eta -baliabideak; azpiegitura edo aktibo ekonomiko, sozial edo kulturalak. Dokumentu honetan erreferentzia egiten zaie dituzten ezaugarri, kokapen eta erlazioengatik klima-aldaketaren ondorioak jasan ditzaketen aztertutako baliabide hidrikoei eta lotutako elementuei.

**Izoztea:** gainazaleko egoera atmosferikoa, non airearen tenperatura 0 °C-tan edo balio horren azpitik dagoen.

**Klima-inpaktuak:** sistema naturalen eta giza sistemen gaineko ondorioak edo efektuak. Txosten honetan, epe luzeko inpaktuek erreferentzia egiten diete muturreko fenomeno meteorologikoei eta klimatikoek eta klima-aldaketak azpiegiturretan dituzten efektuei. Mehatxuen, esposizioaren eta kalteberatasunaren arteko interakzioaren ondoriozkoak dira.

**Ziurgabetasuna:** balio baten ezjakintasun-mailaren adierazpena, hala nola klima-sistemaren etorkizuneko egoerarena.

**Isurketa kontrolatugabeak:** eskari gordinaren eta behe-eskariaren (kontsumituaren) arteko aldea. Isurketa kontrolatugabe horiek azpikontaketa-akatsen, ihesen, iruzurrezko harguneeen, eroanbideetako galeren eta abarren ondoriozkoak dira.

**Adierazlea:** definitutako irizpide bati erantzunez neurtu edo deskriba daitekeen aldagai kuantitatibo, kualitatibo edo bitarra.

**Prezipitazio-indize estandarizatu (SPI):** indize normalizatua, euri-kantitate bat izateko probabilitatea adierazten duena, kokapen geografiko jakin bateko prezipitazio-klimatologiarekin alderatuta eta erreferentzia-aldi luze batean. Bere zenbakizko balioak adierazten du kasuan kasuko metaketa-aldian zehar eroritako prezipitazioaren batezbestekoarekiko desbideratze estandarren kopurua, prezipitazioaren jatorrizko banaketa banaketa normal batera aldatu ondoren.

**Infiltrazioa:** ura lurraren gainazaletik sakoneretara transferitzea dakarren prozesua. Lurraren morfologiaren eta konposizioaren arabera da.

**IPCC:** Klima-aldaketari buruzko Gobernuarteko Taldea. Nazio Batuen organo zientifikoa, klima-aldaketaren ebaluazioan nazioarteko liderra dena, eta Munduko Meteorologia Erakundeak (MME) barnean hartzen duena.

**Isohietak:** prezipitazio-maila bereko puntuak lotzen dituen mapa baten gaineko lerroa.

**Ur-masa:** Uraren Esparru Zuzentaruaren testuinguruan, ezaugarri homogeneoak dituen ur-unitate diskretu eta esanguratsua; adibidez, ibai oso bat edo ibai-zati bat.

**Bero-bolada:** ohiz kanpoko berotasuna eta ezerosotasuna nagusi diren denbora-tartea.

**Arriskua edo mehatxua:** gertakari natural edo gertakari fisiko, joera edo gizakiak eragindako inpaktu baten agerpen posiblea, bizitzak galtzea, lesioak edo osasunaren gaineko bestelako inpaktu negatiboak eragin ditzakeena, bai eta ondasunen, azpiegituren, bizi-baliabideen, zerbitzu-ematearen eta ingurumen-baliabideen galera edo kaltea ere. Txosten honetan, arrisku terminoak honi egiten dio erreferentzia:

**Kontrol-aldia:** etorkizuneko aldaketak ebaluatzeko erreferentzia gisa erabilitako aldia.

**Inpaktu-aldia:** kontrol-aldiari dagokionez klima-aldaketaren inpaktua aztertzen den etorkizuneko urteen aldia. Lan honetan hiru inpaktu-aldi erabiltzen dira: 2011-2040, 2041-2070 eta 2071-2100.

**Errepikatze-aldia:** kontuan hartutako muturreko balio jakin bat berdintzen edo gainditzen duten bi gertakarien arteko batez besteko denbora-tartea, urtetan adierazia. Esan daiteke, halaber, fenomeno bat balio berarekin edo balio handiagoarekin errepikatze behar den urte-kopuruaren balioa dela.

**Prezipitazioa:** Partikula urtsuen multzo bat erortzean dartzan hidrometeoroa. Prezipitazio-moduak hauek dira: euria, zirimiria, elurra, elur-birrina, elur-pikorra, diamante-hautsa, kazkabarra eta izotz-pikorra.

**Klima-proiekzioa:** berotegi-efektuko gasen eta aerosolen etorkizuneko isuri- edo kontzentrazio-agertoki baterako klima-sistemaren erantzun simulatua –oro har klima-ereduak erabiliz simulatzen dena–. Klima-proiekzioak iragarpenetatik bereizten dira, kontuan hartutako isuri- edo kontzentrazio-agertokiarekiko duten mendekotasuna dela-eta. Proiekzioak, beraz, gerta daitezkeen edo gerta ez daitezkeen agertokiei buruzko suposizioen arabekoak dira.

**RCP:** Kontzentrazio-ibilbide adierazgarriak. Atmosferako berotegi-efektuko gasen kontzentrazioaren etorkizuneko agertoki bat, IPCC-AR5en definitutako klima-modelazioaren etorkizun posibleak definitzeko erabilia.

**RCP4.5:** tarteko egonkortze-bidea; bertan, erradiazio bidezko behartzea  $4,5 \text{ Wm}^{-2}$  balioan egonkortzen da 2100. urtetik aurrera.

**RCP8.5:** goiko bidea; bertan, erradiazio bidezko behartzea  $8,5 \text{ Wm}^{-2}$  baino gehiagora iristen da 2100. urtean, eta handitzen jarraitzen du aldi batez.

**Akuiferoa birkargatzea:** ura akuiferoaren lurpeko biltegi-ara sartzen den prozesua.

**Baliabide hidrikoak:** hainbat funtzio izan ditzakeen ur geza; funtzio horiek izan daitezke ingurumenari lotutakoetatik hasita gizakiaren erabilera zuzenera artekoak.

**Eskualde-eskalara eramatea:** eskualde-proiekzioko teknikak ('downscaling') baliatuz, klima-eredu globalek lortutako emaitzak xehetasun handiagoko eskualdeetara eramatea, tokiko ezaugarriak kontuan hartuta, hala nola orografia, ozeanoaren eragina, lurzoruen erabilerak, etab.

**Erresilientzia:** gertakari edo perturbazio arriskutsu bati aurre egiteko, erantzuteko eta berrantolatze gaitasuna, bere funtsezko funtzioa, identitatea eta egitura mantentzeko moduan, eta, aldi berean, egokitzeko, ikasteko eta eraldatzeko gaitasuna mantentzeko moduan.

**Arriskua:** izan litekeen ondorioa baliozko zerbait arriskuan dagoenean eta gertaera eta emaitza zalantzarokoak direnean. Sarritan joera edo gertakari arriskutsuak gertatzeko probabilitate gisa adierazten da, halako gertakariak gertatuz gero izango liratekeen ondorioekin biderkatuta. Arriskua aztertzen da arriskuaren, esposizioaren eta kalteberatasunaren arteko interakzioa kontuan hartuta.

**Kontzentrazio-ibilbide adierazgarriak (RCP -Representative Concentration Pathways-):** berotegi-efektuko gasen, aerosolen eta kimikoki aktiboak diren gasen multzo osoaren isuriaren eta kontzentrazioen denbora-serieak, bai eta lurzoruen erabilera ere, barnean hartzen dituzten agertokiak. "Adierazgarri" hitzak esan nahi du RCP bakoitzak erradiazio bidezko behartze-ezaugarri espezifikoetara eramango luketen agertoki posible ugarietako bat bakarrik ematen duela.

**Sentikortasuna:** aldakortasunak edo klima-aldaketak sistema bati eragiten dion maila, positiboa edo negatiboa. Efektuak zuzenekoak edo zeharkakoak izan daitezke.

**Lehorte:** prezipitazioaren balioak eremuan ohikoak direnak baino baxuagoak izatea ezaugarri nagusi duen behin-behineko anomalia, iraupen luzea edo ez hain luzea izan dezakeena. Lehorte guztien hasierako arrazoia prezipitazio-eskasia da (lehorte meteorologikoa), eta, horren ondorioz, gerta daiteke dagoen eskaria hornitzeko behar adina baliabide hidrikorik ez izatea (lehorte hidrokologikoa).

**Denbora-seriea:** datu-matrizearen kasu berezia, datuak beste edozein ordena baino lehen kronologikoki ordenatuta dituena.

**Ustiatze-sistema:** dagokion lurralde-eremuan dauden erabilera eta aprobetxamendu desberdinetarako ur-hornidura antolatze azpiegituren (putzuen, kanalizazioen eta abarren) eta baliabide pertsonal eta materialen multzoa.

**Uraren erabilerak:** baliabidearen erabilera-mota desberdinak, bai eta uren egoeran ondorio adierazgarriak dituen beste edozein jarduera ere. Erabilera horien artean daude hiri-hornidura, laboreen ureztapena eta nekazaritza-erabilerak, industria-erabilerak, akuikultura, energia elektrikoaren ekoizpena, aisialdi-erabilerak, nabigazioa eta uretako garraioa.

**Klima-aldakortasuna:** klimaren batez besteko egoeraren eta beste estatistika batzuen aldaketak (adibidez, desbideratze estandarrenak, muturreko gertaerenak eta abarrenak), espazio- eta denbora-eskala guztietan eta eguraldiari lotutako banakako gertakarietatik harago. Aldakortasuna sortzen dute klima-sistemaren barne-prozesu naturalek (barne-aldakortasuna) edo kanpoko behartze natural edo antropogenikoek (kanpo-aldakortasuna). Barne-aldakortasunaren adibideak dira El Niño Hegoaldeko Oszilazioa (ENSO ingelesez) edo La Niña Ipar Atlantikoko Oszilazioa (NAO ingelesez). Kanpo-aldakortasunaren adibide bat 11 urte inguruko eguzki-zikloa da.

**Kalteberatasuna:** klima-aldaketaren efektu kaltegarriek –klima-aldakortasunak eta muturreko fenomenoek barne-eragin negatiboa izateko joera edo aurretiko joera. Kalteberatasunak kontzeptu eta elementu ugari hartzen ditu barnean, kaltearekiko sentikortasuna eta erantzuteko eta moldatzeko gaitasun-falta barne.

## ERREFERENTZIAK

- Ajasa, A., & Ahmed, N. (2023). In: Multiple agencies concur: '2022 was one of the Earth's hottest years. The Washington Post. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.washingtonpost.com/climate-environment/2023/01/12/2022-sixth-warmest-record-earth/>
- Allan, R. P., Barlow, M., Byrne, M. P., Cherchi, A., Douville, H., Fowler, H. J., Gan, T.Y., Pendergrassm A.G., Rosenfeld, D., Swann, A.L.S., Wilcox, L.J., & Zolina, O. (2020). Advances in understanding large-scale responses of the water cycle to climate change. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472(1), 49–75.
- Almodóvar, A., Nicola, G., Ayllón, D., & Elvira, B. (2012). Global warming threatens the persistence of Mediterranean brown trout. *Global Change Biology*, 18(5), 1549–1560.
- Arizaga, J., Arrieta, M., Cabido, C., Castro, A., Díaz, B., Fernandes, U., Fernández-Arrieta, A., García, Y., García del Bao, Laso, M., A., Mitxelena, A., & Urkiola, L. (2022). Propuesta de hábitats y especies centinelas para medir los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad de Euskadi. Sociedad de Ciencias Aranzadi para Naturklima, Inédito.
- Arluziaga, I. (2002). Variación de la calidad de las aguas de los ríos guipuzcoanos al cabo de veinte años (1981–2001). *Munibe*, 53, 39–56.
- Barranco, L., Dimas, M., Jiménez, A., & Estrada, F. (2018). Nueva evaluación del impacto futuro del cambio climático en los recursos hídricos en España. *Revista Digital Del CEDEX*, (191), 34–55.
- Bates, B.C, Kundzewicz, Z.W., Wu, S., & Palutikof, J.P. (2008). El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 pág.
- Beguiría, S., Vicente-Serrano, S.M., Reig, F., & Latorre, B. (2014). Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. *International Journal of Climatology*, 34(10), 3001– 3023.
- Bisselink, B., Bernhard, J., Gelati, E., Adamovic, M., Guenther, S., Mentaschi, L., & De Roo, A. (2018). Impact of a changing climate, land use, and water usage on Europe's water resources. EUR 29130 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-80287-4.
- Blunden, J., & Boyer, T. (2022). State of the Climate in 2021. *Bulletin of American Meteorological Society*, 103(8), S1–S465.
- Briffa, K.R., van der Schrier, G., & Jones, P.D. (2009). Wet and dry summers in Europe since 1750: evidence of increasing drought. *International Journal of Climatology*, 29, 1894– 1905.
- Camargo, J. A., & Alonso, Á. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. *Environment international*, 32(6), 831–849.
- Campos, J. A., Garcia-Baquero, G., Cano, L., Biurrun, I., García-Mijangos, I., Loidi, J., & Herrera, M. (2016). Climate and human pressure constraints co-explain regional plant invasion at different spatial scales. *PLoS one*, 11(10), e0164629.
- Caretta, M.A., Mukherji, A., Arfanuzzaman, M., Betts, R.A., Gelfan, A., Hirabayashi, Y., Lissner, T.K., Liu, J., Lopez Gunn, E., Morgan, R., Mwangi, S., & Supratid, S. (2022). Water. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 551–712.
- Carlson, A. K., Taylor, W. W., & Infante, D. M. (2019). Developing precipitation-and groundwater-corrected stream temperature models to improve brook charr management amid climate change. *Hydrobiologia*, 840, 379–398.
- Castro, R., Uriarte, A., Martínez de Murguía, A., & Borja, A. (2004). Biodiversity and conservation of wildlife and natural habitats, Oceanography and Marine Environment of the Basque Country. Elsevier Oceanography Series, The Netherlands, 531–547.
- CEDEX. (2012). Estudios de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua. Efecto del cambio climático en el estado ecológico de las masas de agua. [Internet]. Eskuragarri hemen: [Estudio](#)

[de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua \(miteco.gob.es\)](#)

CEDEX. (2013). Caracterización hidrológica de sequías. [Internet]. Eskuragarri hemen: [https://www.miteco.gob.es/es/agua/enlaces-de-interes/caracterizacion-hidrologica-de-sequias\\_tcm30-436649.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/enlaces-de-interes/caracterizacion-hidrologica-de-sequias_tcm30-436649.pdf)

CEDEX. (2017). Evaluación del impacto del Cambio Climático en los recursos hídricos y sequías en España. [Internet]. Eskuragarri hemen: [https://www.miteco.gob.es/es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/Memoria\\_encomienda\\_CEDEX\\_tcm30-178474.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/Memoria_encomienda_CEDEX_tcm30-178474.pdf)

CEDEX. (2019). Evaluación de recursos hídricos en régimen natural en España (1940/41-2017/18). [internet]. Eskuragarri hemen: [cedex-informeerh2019\\_tcm30-518171.pdf \(miteco.gob.es\)](https://www.miteco.gob.es/es/informacion/informacion/cedex-informeerh2019_tcm30-518171.pdf)

CEDEX. (2021). Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España. [Internet]. Eskuragarri hemen: [https://ceh.cedex.es/web\\_ceh\\_2018/Imp\\_CClimatico\\_Pmax.htm](https://ceh.cedex.es/web_ceh_2018/Imp_CClimatico_Pmax.htm)

Cheng, L., Abraham, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Mann, M.E., Zhu, J., Wang, F., Locarnini, R., Li, Y., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Feng, L., Song, X., Liu, Y., Reseghetti, F., Simoncelli, S., Gouretski, V., Chen, G., Mishonov, A., Reagan, J., & Li, G. (2023). Another Year of Record Heat for the Oceans. *Advances in Atmospheric Sciences*, 40, 963-974.

Cheng, L., Abraham, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Mann, M.E., Zhu, J., Wang, F., Locarnini, R., Li, Y., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., Reseghetti, F., Simoncelli, S., Gouretski, V., Chen, G., Mishonov, A. & Reagan, J. (2022). Another Record: Ocean Warming Continues through 2021 despite *La Niña* Conditions. *Advances in Atmospheric Sciences*, 39, 373-385.

Chust, G., González, M., Fontán, A., Revilla, M., Alvarez, P., Santos, M., Cotano, U., Chifflet, M., Borja, A., Muxika, I., Sagarmínaga, Y., Caballero, A., de Santiago, I., Epelde, I., Liria, P., Ibaibarriaga, L., Garnier, R., Franco, J., Villarino, E., Irigoien, X., Fernandes-Salvador, J.A., Uriarte, A., Esteban, X., Orúe-Echevarría, D., Figueira, T., & Uriarte, A. (2022). Climate regime shifts and biodiversity redistribution in the Bay of Biscay. *Science of The Total Environment*, 803, 149622.

Coch, A., & Medeiros, L. (2016). Trends in low flows in Sapin in the period 1949-2009. *Hydrology Science Journal*, 61, 3.

Comisión Europea. (2009). Guidance Document No. 19 – Guidance on surface water chemical monitoring under the Water Framework Directive, Paragraph 4.5.3., Technical Report - 2009 – 025

Copernicus. (2022). OBSERVER: 2022: a year of extremes. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.copernicus.eu/en/news/news/observer-2022-year-extremes>

Copernicus Climate Change Service. The Climate Data Store (C3S). [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://climate.copernicus.eu/climate-data-store>

Copernicus Climate Change. (2021). Hydrology related climate impact indicators from 1970 to 2100 derived from bias adjusted European climate projections C3S \_ 424 \_ SMHI Operational Water Service.

CWC. Central Water Commission. (2019). Effect of time and temperature on DO levels in river waters. [Internet]. Eskuragarri hemen: <http://cwc.gov.in/sites/default/files/effect-time-and-temperature-do-levels-river-water-2019.pdf>

Dangendorf, S., Hay, C., Calafat, F. M., Marcos, M., Piecuch, C. G., Berk, K., & Jensen, J. (2019). Persistent acceleration in global sea-level rise since the 1960s. *Nature Climate Change*, 9(9), 705-710.

Deng L., Yan W., Zhang Y., & Shangguan Z. (2016). Severe depletion of soil moisture following land-use changes for ecological restoration: evidence from northern China. *Forest Ecology and Management*, 366, 1-10.

Deng, Y., Wang, S., Bai, X., Luo, G., Wu, L., Cao, Y., Li, H., Li, C., Yang, Y., Hu, Z., & Tian, S. (2020). Variation trend of global soil moisture and its cause analysis. *Ecological Indicators*, 110, 105939.

OHZN-GFA. (2017). Gipuzkoako lurralde historikoko prezipitazio handien analia eguneratzeko azterketa eta arro txikietan uholdeen emariak kalkulatzeko gomendioak. [Internet]. Eskuragarri hemen: [Estudios - Obras Hidráulicas - Diputación Foral de Gipuzkoa](#)

OHZN-GFA. (2018). Aldaketa klimatikoak eragindako urpegarritasun baldintzen aldaketa Gipuzkoan. [internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.gipuzkoa.eus/documents/2820648/aba808e0-496f-38a1-c512-352a2925695f>

OHZN-GFA.(2020). Gipuzkoako oztopoak iragazkortzeko plan gidaria 2020. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.gipuzkoa.eus/documents/2820648/f8fd6bb1-a344-7bdb-f52c-57e3cf808e93>

- OHZN-GFA. (2022). Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2022. urtea. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.gipuzkoa.eus/documents/2820648/8e6f722f-7793-ba1c-9229-be20f77fce9c>
- Diamantini, E., Lutz, S.R., Malluci, S., Majone, B., Merz, R., & Bellin, A. (2018). Driver detection of water quality trends in three large European river basins. *Science of The Total Environment*, 612, 49–62.
- Dixon, H., Lawler, D. M., & Shamseldin, A. Y. (2006). Streamflow trends in western Britain. *Geophysical Research Letters*, 33, L19406.
- D'Odorico, P., Davis, K. F., Rosa, L., Carr, J. A., Chiarelli, D., Dell'Angelo, J., Gephart, J., MacDonald, G.K., Seekell, D.A., Suweis, S., & Rulli, M. C. (2018). The global food-energy-water nexus. *Reviews of geophysics*, 56(3), 456–531.
- Döll, P. (2009). Vulnerability to the impact of climate change on renewable groundwater resources: a global-scale assessment. *Environmental Research Letters*, 4(3), 035006.
- Douville, H., Raghavan, K., Renwick, J., Allan, R. P., Arias, P. A., Barlow, M., & Zolina, O. (2021). Water Cycle Changes. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge.
- Du, X., Shrestha, N. K., & Wang, J. (2019). Assessing climate change impacts on stream temperature in the Athabasca River Basin using SWAT equilibrium temperature model and its potential impacts on stream ecosystem. *Science of The Total Environment*, 650, 1872–1881.
- Dugdale, S. J., Malcolm, I. A., Kantola, K., & Hannah, D. M. (2018). Stream temperature under contrasting riparian forest cover: Understanding thermal dynamics and heat exchange processes. *Science of The Total Environment*, 610–611, 1375–1389.
- EASAC. European Academies Science Advisory Council. (2018). New data confirm increased frequency of extreme weather events, European national science academies urge further action on climate change adaptation. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://easac.eu/media-room/press-releases/details/new-data-confirm-increased-frequency-of-extreme-weather-events-european-national-science-academies-urge-further-action-on-climate-change-adaptation>
- European National Science Academies Urge Further Action on Climate Change Adaptation. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>
- EEA. (2017). Climate change impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report European Environmental Agency, Report No 1/2017. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>
- EEA. (2018). Use of freshwater resources. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-indicator-report-2018>
- EEA. (2021). Water resources across Europe – confronting water stress: an updated assessment.
- EHU-UPV & IHOBE. (2017). Urrakortasun hidrikoa: iragan hurbileko joeretatik etorkizunekoetara.
- Estrela-Segrelles, C., & Pérez-Martín, M.A. (2020). Estrategia de adaptación al cambio climático en la planificación hidrológica a escala de Demarcación. Aplicación en la Demarcación Hidrográfica del Júcar. XI. Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua. 28–38.
- Euskalmet. Klimatologia-txostenak. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.euskalmet.euskadi.eus/clima/boletines-climatologicos/>
- Eyring, V., Gillett, N.P., Achuta Rao, K.M., Barimalala, R., Barreiro Parrillo, M., Bellouin, N., Cassou, C., Durack, P.J., Kosaka, Y., McGregor, S., Min, S., Morgenstern, O., & Sun, Y. (2021). Human Influence on the Climate System. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 423–552.
- Feargeman, H. (2012). Update on water scarcity and droughts indicator development. Comisión Europea. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://circabc.europa.eu/ui/group/9ab5926d-bed4-4322-9aa7-9964bbe8312d/library/c676bfc6-e1c3-41df-8d31-38ad6341cbf9/details>
- Feng, H., & Zhang, M. (2015). Global land moisture trends: drier in dry and wetter in wet over land. *Scientific Reports*, 5, 18018.

Fenta, A.A., Yasuda, H., Shimizu, K., & Haregeweyn, N. (2017). Response of streamflow to climate variability and changes in human activities in the semiarid highlands of northern Ethiopia. *Regional Environmental Change*, 17, 1229–1240.

Ficklin, D. L., Abatzoglou, J. T., Robeson, S. M., Null, S. E., & Knouft, J. H. (2018). Natural and managed watersheds show similar responses to recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(34), 8553–8557.

Ficklin, D. L., Barnhart, B. L., Knouft, J. H., Stewart, I. T., Maurer, E. P., Letsinger, S. L., & Whittaker, G. W. (2014). Climate change and stream temperature projections in the Columbia River basin: habitat implications of spatial variation in hydrologic drivers. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 4897–4912.

Forzieri, G., Feyen, L., Rojas, R., Flörke, M., Wimmer, F., & Bianchi, A. (2014). Ensemble projections of future streamflow droughts in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 85–108.

Friedlingstein, P., Jones, M. W., O'Sullivan, M., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J., Le Quééré, C., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Anthoni, P., Bates, N. R., Becker, M., Bellouin, N., Bopp, L., Chau, T. T. T., Chevallier, F., Chini, L. P., Cronin, M., Currie, K. I., Decharme, B., Djeutchouang, L. M., Dou, X., Evans, W., Feely, R. A., Feng, L., Gasser, T., Gilfillan, D., Gkritzalis, T., Grassi, G., Gregor, L., Gruber, N., Gürses, Ö., Harris, I., Houghton, R. A., Hurtt, G. C., Iida, Y., Ilyina, T., Luijckx, I. T., Jain, A., Jones, S. D., Kato, E., Kennedy, D., Klein Goldewijk, K., Knauer, J., Korsbakken, J. I., Körtzinger, A., Landschützer, P., Lauvset, S. K., Lefèvre, N., Lienert, S., Liu, J., Marland, G., McGuire, P. C., Melton, J. R., Munro, D. R., Nabel, J. E. M. S., Nakaoka, S.-I., Niwa, Y., Ono, T., Pierrot, D., Poulter, B., Rehder, G., Resplandy, L., Robertson, E., Rödenbeck, C., Rosan, T. M., Schwinger, J., Schwingshackl, C., Séférian, R., Sutton, A. J., Sweeney, C., Tanhua, T., Tans, P. P., Tian, H., Tilbrook, B., Tubiello, F., van der Werf, G. R., Vuichard, N., Wada, C., Wanninkhof, R., Watson, A. J., Willis, D., Wiltshire, A. J., Yuan, W., Yue, C., Yue, X., Zaehle, S., & Zeng, J. (2022). Global Carbon Budget 2021. *Earth System Science Data*, 14, 1917–2005.

Gallego-Ayala, J. (2013). Trends in integrated water resources management research: a literature review. *Water Policy*, 15(4), 628–647.

García-Soto, C.; Cheng, L.; Caesar, L.; Schmidtko, S.; Jewett, E.B.; Cheripka, A.; Rigor, I.; Caballero, A.; Chiba, S.; Báez, J.C.; Zielinski, T., & Abraham, J.P. (2021). An Overview of Ocean Climate Change Indicators: Sea Surface Temperature, Ocean Heat Content, Ocean pH,

Dissolved Oxygen Concentration, Arctic Sea Ice Extent, Thickness and Volume, Sea Level and Strength of the AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation). *Frontiers in Marine Science*, 8, 642372.

García-Ruiz, J.M., López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano, S.M., Lasanta-Martínez, T., & Beguería, S. (2011). Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth Science Reviews*, 105 (3–4), 121–139.

Eusko Jaurlaritza. (2002). EAEko gainazaleko ur kontinentalen karakterizazioa. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/libro/tomo-4-y-5-humedales/>

Green, T.R., Bates, B.C., Charles, S.P., & Fleming, P.M. (2007). Physically based simulation of potential effects of carbon dioxide altered climates on groundwater recharge. *Vadose Zone Journal*, 6 (3), 597–609.

Greve, P., Orłowsky, B., Mueller, B., Sheffield, J., Reichstein, M., & Seneviratne, S.I. (2014). Global assessment of trends in wetting and drying over land. *Nature Geosciences*, 7, 716–721.

Gruber, N., Clement, D., Carter, B. R., Feely, R. A., van Heuven, S., Hoppema, M., Ishii, M., Key, R. M., Kozyr, A., Lauvset, S. K., Lo Monaco, C., Mathis, J. T., Murata, A., Olsen, A., Perez, F. F., Sabine, C. L., Tanhua, T., & Wanninkhof, R. H. (2019). The oceanic sink for anthropogenic CO<sub>2</sub> from 1994 to 2007. *Science*, 363, 1193–1199.

Gudmundsson, L., Boulange, J., Do, H.X., Gossling, S.N., Grillakis, M.G., Koutroulis, A.G., Leonard, M., Liu, J., Ccmied, H.M., Papadimitriou, L., Pokhrel, Y., Seneviratne, S.I., Satoh, Y., Thiery, W., Westra, S., Zhang, X., & Zhao, F. (2021). Globally observed trends in mean and extreme river flow attributed to climate change. *Science*, 371(6534), 1159–1162.

Gudmundsson, L., Seneviratne, S. & Zhang, X. (2017). Anthropogenic climate change detected in European renewable freshwater resources. *Nature Climate Change*, 7, 813–816.

Gulev, S. K. et al., (2021). Changing State of the Climate System. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, In press

- Hammond, D., & Pryce, A. R. (2007). Climate change impacts and water temperature. Environment Agency.
- Hannah, D. M., & Garner, G. (2015). River water temperature in the United Kingdom: Changes over the 20th century and possible changes over the 21st century. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 39, 68–92.
- Hannaford, J. (2015). Climate-driven changes in UK river flows: A review of the evidence. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 39(1), 29–48.
- Hannaford, J., Buys, G., Stahl, K., & Tallaksen, L.M. (2013). The influence of decadal-scale variability on trends in European streamflow records. *Hydrology and Earth Systems Sciences*, 17, 2717–2733.
- Harrigan, S., Hannaford, J., Muchan, K., & Marsh, T.J. (2018). Designation and trend analysis of the updated UK Benchmark Network of river flow stations: The UKBN2 dataset. *Hydrology Research*, 49(2), 552–567.
- Harrigan, S., Murphy, C., Hall, J., Wilby, R. L., & Sweeney, J. (2014). Attribution of detected changes in streamflow using multiple working hypotheses. *Hydrology Earth System Sciences*, 18, 1935–1952.
- Hassan, H., Aramaki, T., Hanaki, K., Matsuo, T., Wilby, R. (1998). Lake stratification and temperature profiles simulated using downscaled GCM output. *Water Science & Technology*, 38 (11), 217–226.
- Hawkins, E., Frame, D., Harrington, L., Joshi, M., King, A., Rojas, M., & Sutton, R. (2020). Observed emergence of the climate change signal: From the familiar to the unknown. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086259.
- He, X., Wada, Y., Wanders, N., & Sheffield, J. (2017). Human water management intensifies hydrological drought in California. *Geophysical Research Letters*, 44, 1777–1785.
- Herrera-Pantoja, M., & Hiscock, K.M. (2008). The effects of climate change on potential groundwater recharge in Great Britain. *Hydrology Processes*, 22 (1), 73–86.
- Iglesias, A., Estrela, T., & Gallart, F. (2005). Impactos sobre los recursos hídricos. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha, 303–354.
- Ihobe. (2017). Klima-aldaketaren bereizmen handiko egertokiak Euskadira. II. fasea: Eguneroko datuak, alborapena zuzentzeko metologiak aplikatuta.
- Ihobe. (2019). Klima-aldaketaren bereizmen handiko agertokiak egitea Euskadira. NEIKERek egina Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat. [Internet]. Eskuragarri hemen: <http://escenariosklima.ihobe.eus/>
- IPCC. (2014). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp.
- Jackson, F. L., Fryer, R. J., Hannah, D. M., Millar, C. P., & Malcolm, I. A. (2018). A spatio-temporal statistical model of maximum daily river temperatures to inform the management of Scotland's Atlantic salmon rivers under climate change. *Science of The Total Environment*, 612, 1543–1558.
- Junkermann, W., & Hacker, J. (2022). Unprecedented levels of ultrafine particles, major sources, and the hydrological cycle. *Scientific Reports*, 12(1), 7410.
- Jyrkama, M.I. & Sykes, J.F. (2007). The impact of climate change on spatially varying groundwater recharge in the Grand River watershed (Ontario). *Journal of Hydrology*, 338, 237–250.
- Kendall, M.G. (1975). Rank correlation methods. Charles Griffin: London, UK.



Kreienkamp, F.; et al. (2021). Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021. World Weather attribution. [Internet]. Eskuragarri hemen: [Scientific-report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf](https://www.worldweatherattribution.org/report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf) ([worldweatherattribution.org](https://www.worldweatherattribution.org))

Lal, P., Shekhar, A., Gharun, M., & DSas, N. (2023). Spatiotemporal evolution of global long-term patterns of soil moisture. *Science of The Total Environment*, 867, 161470.

Liu, Z., Deng, Z., Davis, S.J., Giron, C., & Ciais, P. (2022). Monitoring global carbon emissions in 2021. *Nature Reviews Earth and Environment*, 3, 217–219.

López, J.J., Ayuso-Muñoz, J.L., Goñi, M., & Gimena, F.N. (2023). Analysis of the Effect of Climate Change on the Characteristics of Rainfall in Igeldo-Gipuzkoa (Spain). *Water*, 15 (8), 1529.

Lorenzo-Lacruz, J., Vicente-Serrano, S. M., López-Moreno, J. I., Morán-Tejeda, E., & Zabalza, J. (2012). Recent trends in Iberian streamflows (1945–2005). *Journal of Hydrology*, 414, 463–475.

Mann, H.B. (1945). Non-parametric test against trend. *Econometrika*, 13, 245–259.

Matthews, H. D., & Wynes, S. (2022). Current global efforts are insufficient to limit warming to 1.5 C. *Science*, 376(6600), 1404–1409.

Merritt, W., Alila, Y., Barton, M., Taylor, B., Cohen, S., & Neilsen, D., 2006. Hydrologic response to scenarios of climate change in the Okanagan basin, British Columbia. *Journal of Hydrology*, 326, 79–108.

Michel, A., Brauchli, T., Lehning, M., Schaeffli, B., & Huwald, H. (2020). Stream temperature and discharge evolution in Switzerland over the last 50 years: annual and seasonal behaviour. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24, 115–142.

Mishra, B. K., Kumar, P., Saraswat, C., Chakraborty, S., & Gautam, A. (2021). Water security in a changing environment: Concept, challenges and solutions. *Water*, 13(4), 490.

Molina, J. L., Pulido-Velázquez, D., García-Aróstegui, J. L., & Pulido-Velázquez, M. (2013). Dynamic Bayesian Networks as a Decision Support tool for assessing Climate Change impacts on highly stressed groundwater systems. *Journal of Hydrology*, 479, 113–129.

Morrison, J., Quick, M.C., & Foreman, M.G.G. (2002). Climate change in the Fraser River watershed: Flow and temperature projections. *Journal of Hydrology*, 263, 230–244.

Naturklima. (2022). Klima-aldaketaren inpuaktua eta harekiko kalteberatasuna Gipuzkoan: txostena. Azpiegitura kritikoak. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.naturklima.eus/informe-de-impacto-y-vulnerabilidad-al-cambio-climatico-en-gipuzkoa-2022.htm>

Naturklima (2023). Intentsitate handiko prezipitazioak. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://naturklima.eus/documentos/documentos/Focus-3-febrero-2023Precipitacion.pdf>

Nicholls, R.J., Lincke, D., Hinkel, J., Brown, S., Vafeidis, A.T., Meyssignac, B., Hnason, S.E., Merkens, J.L., & Fang, J. (2021). A global analysis of subsidence, relative sea-level change and coastal flood exposure. *Nature Climate Change*, 11, 338–342.

NOAA National Centers for Environmental information. (2022). Climate at a Glance: Global Time Series. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>

NOAA National Centers for Environmental Information. (2023). Monthly Global Climate Report for Annual 2022. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202213>

Null, S. E., Viers, J. H., Deas, M. L., Tanaka, S. K., & Mount, J. F. (2013). Stream temperature sensitivity to climate warming in California's Sierra Nevada: impacts to coldwater habitat. *Climatic Change*, 116, 149–170.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2021). Climate and Water (2020). [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://public.wmo.int/en/resources/world-meteorological-day/previous-world-meteorological-days/climate-and-water>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2022). The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2021. [Internet]. Eskuragarri hemen: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=11352](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11352)

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2023). Global sea-level rise and implications. Key facts and figures. [Internet]. Eskuragarri hemen: [https://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fs-public/ckeditor/files/WMO Global Sea Level Rise Fact sheet 15 Feb Final 1.pdf?0vuuTU1EiltzLV0cCOXA7cKV\\_huY\\_KW](https://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fs-public/ckeditor/files/WMO%20Global%20Sea%20Level%20Rise%20Fact%20sheet%2015%20Feb%20Final%201.pdf?0vuuTU1EiltzLV0cCOXA7cKV_huY_KW)

- Organización de Naciones Unidas (ONU). Objetivos de Desarrollo Sostenible. [Internet]. Eskuragarri hemen: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Peña-Angulo, D., Vicente-Serrano, S.M., Domínguez-Castro, F., Murphy, C., Reig, F., Trambly, Y., Trigo, R.M., Luna, M.Y., Turco, M., Noguera, I., Aznárez-Balta, M., García-Herrera, R., Tomas-Burguera, M., & El Kenawy, A. (2020). Long-term precipitation in Southwestern Europe reveals no clear trend attributable to anthropogenic forcing. *Environmental Research Letters*, 15, 094070.
- Pernía J.M., & Fornes, J. (2009). Climate Change and Groundwater. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 17(2), 172–178.
- Pulido-Velázquez, D., Collados-Lara, A. J., & Alcalá, F. J. (2018). Assessing impacts of future potential climate change scenarios on aquifer recharge in continental Spain. *Journal of Hydrology*, 567, 803–819.
- Samaniego, L., Thober, S., Kumar, R., Wanders, N., Rakovec, O., Pan, M., Zink, M., Sheffield, J., Wood, E.F., & Marx, A. (2018). Anthropogenic warming exacerbates European soil moisture droughts. *Nature Climate Change*, 8, 421–426.
- Santiago, J. M., Muñoz-Mas, R., Solana-Gutiérrez, J., García de Jalón, D., Alonso, C., Martínez-Capel, F., Pórtoles, J., Monjo, R., & Ribalaygua, J. (2017). Waning habitats due to climate change: the effects of changes in streamflow and temperature at the rear edge of the distribution of a cold-water fish. *Hydrology and Earth System Science*, 21, 4073–4101.
- Schellnhuber, H. J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N. W., Clark, D. B., Dankers, R., Eisner, S., & Kabat, P. (2014). Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(9), 3245–3250.
- Schindler, D.W. (1997). Widespread effects of climatic warming on freshwater ecosystems. *Hydrological Processes*, 11, 1043–1067.
- Simmons, A., Hersbach, H., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Vamborg, F., Berrisford, P., de Rosnay, P., Willet, K., & Wollen, J. (2021). Low frequency variability and trends in surface air temperature and humidity from ERA5 and other datasets. ECMWF Technical Memoranda.
- Spinoni, J., Vogt, J.V., Barbosa, P., Dosio, A., McCormick, N., Bigano, A., & Füssler, H.-M. (2018). Changes of heating and cooling degree-days in Europe from 1981 to 2100. *International Journal of Climatology*, 38, e191–e208.
- Strauss, B. H., Orton, P. M., Bittermann, K., Buchanan, M. K., Gilford, D. M., Kopp, R. E., Kulp, S., Massey, C., de Moel, H., & Vinogradov, S. (2021). Economic damages from Hurricane Sandy attributable to sea level rise caused by anthropogenic climate change. *Nature communications*, 12(1), 1–9.
- Sun, P., Wu, Y., Wei, X., Sivakumar, B., Qiu, L., Mu, X., Chen, J. & Gao, J. (2020). Quantifying the contribution of climate variation, land use change, and engineering measures for dramatic reduction in streamflow and sediment in a typical loess watershed, China. *Ecological Engineering*, 142, 105611.
- Tijdeman, E., Hannaford, J., & Stahl, K. (2018). Human influences on streamflow drought characteristics in England and Wales. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22, 1051–1064.
- Tomas-Burguera, M., Beguería, S., & Vicente-Serrano, S.M. (2020). Climatology and trends of reference evapotranspiration in Spain. *International Journal of Climatology*, 441 (1), E1860–E1874.
- Toreti, A., Masante, D., Acosta Navarro, J., Bavera, D., Cammalleri, C., De Felice, M., de Jager, A., Di Ciollo, C., Hrašt Essenfelder, A., Maetens, W., Magni, D., Mazzeschi, M., Spinoni, J. (2022). Drought in Europe July 2022. EUR 31147 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-54953-6.
- Trenberth, K. E., Cheng, L., Jacobs, P., Zhang, Y., & Fasullo, J. (2018). Hurricane Harvey links to ocean heat content and climate change adaptation. *Earth Future*, 6, 730–744.
- Turner, A. J., Kim, J., Fitzmaurice, H., Newman, C., Worthington, K., Chan, K., Wooldridge, P.J., Köehler, P., Frankenberg, C., & Cohen, R.C. (2020). Observed impacts of COVID-19 on urban CO2 emissions. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL090037.
- UNESCO World Water Assessment Programme. (2020). The United Nations World Water development report 2020: water and climate change. 219 pág. Eskuragarri hemen: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985.locale=en>
- URA- Uraren Euskal Agentzia. (2020). *EAEko ur-eskarien azterketaren eguneraketa*. [Internet]. Eskuragarri hemen: [https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/documentacion/2021\\_demanda/es\\_def/adjuntos/Actualizacion-del-Estudio-de-la-demanda\\_2021.pdf](https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/documentacion/2021_demanda/es_def/adjuntos/Actualizacion-del-Estudio-de-la-demanda_2021.pdf)

URA- Uraren Euskal Agentzia. (2022). 2022–2027 zikloari dagokion Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa.

URA- Uraren Euskal Agentzia. (2022). 2022–2027 zikloari dagokion Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa. III. Eranskina: Ur-erabilerak eta-eskariak. [Internet]. Eskuragarri hemen: [https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/plan\\_hidrologico\\_2022\\_2027/es\\_def/adjuntos/Anejo-03\\_Usos-y-demandas\\_20230124.pdf](https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/plan_hidrologico_2022_2027/es_def/adjuntos/Anejo-03_Usos-y-demandas_20230124.pdf)

van Vliet, M.T.H., Vögele, S., & Rübhelke, D. (2013). Water constraints on European power supply under climate change: Impacts on electricity prices. *Environmental Research Letters*, 8, 035010.

Vicente-Serrano, S.M., Azorin-Molina, C., Sanchez-Lorenzo, A., Revuleto, J., López-Moreno, J.I., González-Hidalgo, J.C., Moran-Tejeda, E., & Espejo, F. (2014). Reference evapotranspiration variability and trends in Spain, 1961–2011. *Global and Planetary Change*, 121, 26–40.

Vicente-Serrano, S.M., Domínguez-Castro, F., Murphy, C., Hannaford, J., Reig, F., Peña-Angulo, D., Tramblay, Y., Trigo, R.M., MacDonald, N., Luna, M.Y., Carthy, M.M., Van der Schier, G., Turco, M., Camuffo, D., Noguera, I., García-Herrera, R., Becherini, F., Valle, A.D., Tomas-Burguera, M., & El Kenawy, A. (2020). Long-term variability and trends in meteorological droughts in Western Europe (1851–2018). *International Journal of Climatology*, 41 (1), E690–E717.

Vicente-Serrano, S. M., Peña-Gallardo, M., Hannaford, J., Murphy, C., Lorenzo-Lacruz, J., Dominguez-Castro, F., López-Moreno, J.I., Noguera, I., Harrigan, S., & Vidal, J.-P. (2019). Climate, irrigation, and land cover change explain streamflow trends in countries bordering the Northeast Atlantic. *Geophysical Research Letters*, 46, 10821–10833.

von Schuckmann, K., Cheng, L., Palmer, M. D., Hansen, J., Tassone, C., Aich, V., Adusumilli, S., Beltrami, H., Boyer, T., Cuesta-Valero, F. J., Desbruyères, D., Domingues, C., García-García, A., Gentile, P., Gilson, J., Gorfer, M., Haimberger, L., Ishii, M., Johnson, G. C., Killick, R., King, B. A., Kirchengast, G., Kolodziejczyk, N., Lyman, J., Marzeion, B., Mayer, M., Monier, M., Monselesan, D. P., Purkey, S., Roemmich, D., Schweiger, A., Seneviratne, S. I., Shepherd, A., Slater, D. A., Steiner, A. K., Straneo, F., Timmermans, M.-L., and Wijffels, S. E. (2020). Heat stored in the Earth system: where does the energy go?. *Earth System Science Data*, 12, 2013–2041.

von Schuckmann, K., Palmer, M. D., Trenberth, K. E., Cazenave, A., Chambers, D., Champollion, N., Hansen,

J., Josey, S.A., Loeb, N., Mathieu, P.-P., Meyssignac, B., & Wild, M. (2016). An imperative to monitor Earth's energy imbalance. *Nature Climate Change*, 6, 138.

Wada, Y., Van Beek, L.P.H., Wanders, N., & Bierkens, M.F.P. (2013). Human water consumption intensifies hydrological drought worldwide. *Environmental Research Letters*, 8(3).

Wang, Z., Xie, P., Lai, C., Chen, X., Wu, X., Zeng, Z., & Li, J. (2017). Spatiotemporal variability of reference evapotranspiration and contributing climatic factors in China during 1961–2013. *Journal of Hydrology*, 544, 97–108.

Watts, G., Battarbee, R. W., Bloomfield, J. P., Crossman, J., Daccache, A., Durance, I., Elliott, J. A., Garner, G., Hannaford, J., Hannah, D. M., Hess, T., Jackson, C. R., Kay, A. L., Kernan, M., Knox, J., Mackay, J., Monteith, D. T., Ormerod, S. J., Rance, J., Stuart, M. E., Wade, A. J., Wade, S. D., Weatherhead, K., Whitehead, P. G., & Wilby, R. L. (2015). Climate change and water in the UK – past changes and future prospects. *Progress in Physical Geography*, 39, 6–28.

WCRP Global Sea Level Budget Group. (2018). Global sea-level budget 1993–present. *Earth System Science Data*, 10, 1551–1590.

Webb, B.W., & Nobilis, F. (2007) Long-term changes in river temperature and the influence of climatic and hydrological factors. *Hydrological Sciences Journal*, 52 (1), 74–85.

Weiss, L. C., Pötter, L., Steiger, A., Kruppert, S., Frost, U., & Tollrian, R. (2018). Rising pCO<sub>2</sub> in Freshwater Ecosystems Has the Potential to Negatively Affect Predator-Induced Defenses in *Daphnia*. *Current Biology*, 28(2), 327–332.e3.

Westra, S., Fowler, H. J., Evans, J. P., Alexander, L. V., Berg, P., Johnson, F., Kendon, E. J., Lenderink, G., & Roberts, N. M. (2014). Future changes to the intensity and frequency of short-duration extreme rainfall. *Reviews of Geophysics*, 52, 522–555.

Wijffels, S., Roemmich, D., Monselesan, D., Church, J., & Gilson, J. (2016). Ocean temperatures chronicle the ongoing warming of Earth. *Nature Climate Change*, 6, 116–118.

Yeste, P., Dorador, J., Martín-Rosales, W., Molero, E., Esteban-Parra, M.J., & Rueda, F.J. (2018). Climate-driven trends in the streamflow records of a reference hydrologic network in Southern Spain. *Journal of Hydrology*, 566, 55–72.

Yue, S., Pilon, P., Phinney, B., & Cavadias, G. (2002). The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. *Hydrological Processes*, 16, 1807–1829.

Zeebe, R. E., Ridgwell, A., & Zachos, J. C. (2016). Anthropogenic carbon release rate unprecedented during the past 66 million years. *Nature Geosciences*, 9, 325–329.

Zelinka, M. D., Myers, T. A., McCoy, D. T., Po-Chedley, S., Caldwell, P. M., Ceppi, P., Klein, S.A., & Taylor, K. E. (2020). Causes of higher climate sensitivity in CMIP6 models. *Geophysical Research Letters*, 47(1), e2019GL085782.

Zeng, N., Zaehle, S., Wiltshire, A., Viovy, N., Vandemark, D., van Heuven, S. and Takahashi, T. (2015). Global Carbon Budget 2015. *Earth System Science Data*, 7(2).

Zhai, R., Tao, F., Lall, U., Fu, B., Elliot, J., & Jägermeyr, J. (2020). Larger drought and flood hazards and adverse impacts on population and economic productivity under 2.0 than 1.5°C warming. *Earth's Future*, 8(7), e2019EF001398.

Zhang, W., Villarini, G., & Wehner, M. (2019). Contrasting the responses of extreme precipitation to changes in surface air and dew point temperatures. *Climatic Change*, 154(1), 257–271.





Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Jasangarritasun  
Departamentua



Diputación Foral  
de Gipuzkoa  
Departamento de  
Sostenibilidad



**Naturklima**  
Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa