

**KLIMATEK:** I+G proiektuak, Euskadin klima-aldaketara egokitzera zuzendutako berrikuntza- eta demostrazio-proiektuak



# Urklima: klima-aldaketak ur-baliabideen gainean duen inpaktua, Oka ibairen arroan

Azaleko uretako sedimentuen kontzentrazioaren, arroetatik esportatutako sedimentuen tasaren eta kostaldeko dinamikaren gaineko efektuak



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**

INDUSTRIA, TRANTSIZIO  
ENERGETIKO ETA  
JASANGARRITASUN SAILA  
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA,  
TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y  
SOSTENIBILIDAD



**Ihobe, maiatza 2025**

**ARGITARATZAILEA**

Ihobe, Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa  
Industria, Trantsizio Energetiko eta Jasangarritasunaren Saila  
Eusko Jaurlaritz

Urkixo zumarkalea 36, 6. solairua (Bizkaia plaza)  
48011 Bilbo

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

**ARGITARALDIA**

Maiatza 2025

**EDUKIA**

Dokumentu hau UPV/EHUK egin du, parte hartu duten ikerketa-talde hauen lankidetzarekin:

**UPV/EHU:** I. Antiguiedad, A. Zabaleta; M. Meaurio; J. Arbulu; J. Uriarte

**NEIKER:** N. Gartzia, A. Arias, J. Uria

**AZTI:** R. Garnier, I. Epelde, I. de Santiago, A. Abalia, A. del Campo, P. Liria, G. Chust, M. González, I. Townend

**BC3-ARIES** taldea: B. Egidazu, S. Balbi, J. Pompeu, Y. Wu

**BC3:** I. Pérez-Rubio, U. Pascual, I. Etxano

**Proiektuaren eta sintesiaren koordinatzailea:** I. Antiguiedad (UPV/EHU)

# Aurkibidea

---

<b>01. Egikaritze-laburpena</b> .....	<b>04</b>
1.1. Helburuak	
1.2. Kontsiderazioak	
1.3. Metodoak eta ondorioak	
<b>02. Esparru geografikoa eta hidrogikoa</b> .....	<b>08</b>
<b>03. Lurraldearen funtzionalitate hidrogikoa</b> .....	<b>12</b>
3.1. Lurzoruaren erabilereen efektu hidrogikoa: emariak	
3.2. Lurzoruaren erabilereen efektu hidrogikoa: sedimentuak	
3.3. Baso-monitorizazio hidrogikoa: jarraipen intentsiboko partzela	
3.4. Oka ibaiaren arko emariaren eta sedimentuen modelizazio integratua	
3.5. Higaduraren eta jalkitzearen modelizazioa basogintzako agertokietan	
<b>04. Estuarioaren dinamika klima-aldaketaren agertokietan</b> .....	<b>25</b>
4.1. Itsas ekarpena eta behe-estuarioaren aldaketa morfologikoak	
4.2. Estuarioko balantze sedimentarioa	
<b>05. Ur-bilguneak babesteko esparru kontzeptuala eta metodologikoa</b> .....	<b>33</b>
5.1. Esparru arauemailea	
5.2. Lehentasun Hidrogikoko Espazioak	
5.3. Ur-bilguneen babes-eremuak: URBASO metodologia	
<b>06. Egokitzapen hidrogikoa lurralderatzeko proposamenak</b> .....	<b>45</b>
6.1. Demarkazio hidrografikoetan aldaketen jarraipena egiteko metodologia	
<b>07. Zerbitzu hidrogikoak ordaintzeko proposamenak</b> .....	<b>49</b>
7.1. Zerbitzu ekosistemikoak ordaintzea	
7.2. Zerbitzu hidrogikoak ordaintzea ebaluatzeko ikusmolde metodologikoa	
7.3. Urdaibaiko Biosfera Erreserbako zerbitzu hidrogikoak ordaintzeko eskema baterako funtsezko elementuak	
<b>08. Erreferentziak</b> .....	<b>59</b>

# 01

## Egikaritze-laburpena

Proiektu hau «KLIMATEK: I+G proiektuak, Euskadin klima-aldaketara egokitzera zuzendutako berrikuntza- eta demostrazio-proiektuak» izeneko ekimenaren barruan kokatzen da. Ekimen hori 2016an jarri zen abian, klima-aldaketara egokitzearen esparruan gobernantza-prozesu berritzaile bat garatzeko eta ingurumen-politikak inplementatzeko.

Dokumentu honek zeharka sintetizatzen ditu 2023. eta 2024. urteetan egin zen UrKlima proiektuaren esparruan egindako lanak (KLIMATEK 2022 deialdia). Proiektuaren helburua da «arro hidrografikoen kudeaketarako hurbilketa integratu bat gauzatzea, klima-aldaketara egokitzeko». Horretarako, demostrazio-pilotu bat egingo da, lurraldetik egokitzapen hidrologikoa egiteko jarraibideak proposatzeko, **zerbitzu hidrologikoak** kontuan hartuta, bai uretan (erabilgarritasuna, urtarokotasuna), bai lurzoruan. Demonstrazio moduko pilotua Urdaibai Espazioan garatzea planteatzen da. Espazio hori, funtsean, Oka ibaiaren arroan egituratzen da, eta kontinenteko aldea eta itsasoko eta estuarioko aldea batera aintzat hartzea planteatzen da».

Helburu horretan Euskal Autonomia Erkidegoko 4 ikerketa-taldek lagundu dute (AZTI, BC3, NEIKER eta UPV/EHU), bakoitzak bere azterketa-eremuan,

baina, aldi berean, ezagutza lurralde-esparru komun batean integratzen saiatuz: **Urdaibaiko Biosfera Erreserba**, Oka ibaiaren Demarkazio Hidrografikoari dagokiona (arroa eta estuarioa).

### 1.1. Helburuak

Proiektuaren helburuak honako hauek dira:

1. Urdaibai espazioan erabilgarri dagoen informazio hidrologikoa eguneratzea, lurraldeko zerbitzu hidrologikoak azpimarratuz, eta zenbait eredu erabiltzea hainbat aldaketa-agertoki simulatzeko, bai arroan bai estuarioan.
2. Lurraldetik egokitzapen hidrologikoa egiteko gidalerroak ezartzea, zerbitzu hidrologikoek egokitzen jotzen dituztenak (ur-baliabidearen erabilgarritasuna, urtarokotasuna, kantitatea eta kalitatea). Proposatutako neurriak hornidurarako azaleko ur-bilguneen inguruan zentratu dira.
3. Zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko sistemen eskemak proposatzea.

## 1.2. Kontsiderazioak

Sintesi honetan jasotako edukietan alderdi kontzeptualak, metodologikoak eta arauemaileak Urdaibaiko lurraldetik egokitzapen hidrologikoa egitera zuzendutako proposamenekin integratzen dira, kontuan harturik lurraldea, kontinentala eta estuariokoa, espazio irekia eta dinamikoa dela, **elkarrekin erlazionatutako prozesu natural eta antropiko** ugari dituen, eta ingurunearen gaineko zenbait efektu, espazioan eta denboran, eta oraindik asko dagoela ezagutzeko.

Proiektu honetan jabari kontinentalean (Oka ibaiaren arroa, Urdaibaiko Biosfera Erreserba gehiena) egindako lanean, lehentasuna eta justifikazioa eman zaie hornidurara bideratutako **azaleko ur-bilguneak babesteko** lurralde-eragineko proposamenei, hori baita lurraldearen egokitzapen hidrologikoa egiteko jarduketa beharrezkoena eta berehalakoena. Horrexegatik garatu da **Lehentasun Hidrologikoko Espazioen** kontzeptua.

Proposamenei **izaera praktikoa** emateko, garrantzia eman die alderdi arauemaileei eta, zehazki, a priori 2026an berrikusi behar den Urdaibaiko Erabilera eta Kudeaketa Zuzentzeko Planari, eta baso-politikei, espazio horretan garrantzi handia baitute, lurraldearen funtzionalitate hidrologikoa aldatzen dutelako eta ur-bilguneen babesa arriskuan jartzen dutelako. Eta ez da ahaztu behar Oka ibaiaren arroan gertatzen diren prozesu guztiek baldintzatzen dutela, bai emariari bai materiari dagokionez, estuariora sartzen diren fluxuen denbora-bilakaera. Hortik dator, halaber, Urdaibaiko prozesu hidrologikoen **jarraipen-sare** hobea eta zabalagoa behar izatea, denbora-ikuspegia aintzat hartuta. Izatez, gaur egun dagoena, sintesi honetan aipatzen dena, abian dauden ikerketa-proiektuen emaitza da neurri handi batean, etorkizunean irauteko bermerik ez badago ere.

## 1.3. Metodoak eta ondorioak

Diziplina anitzeko ikerketa (UPV/EHU, BC3, AZTI, NEIKER) egin da Urdaibaiko Biosfera Erreserbaren lurraldean (Oka ibaiaren arroa eta estuarioa), «klima-aldaketara egokitzeko arro hidrografikoen

kudeaketarako hurbilketa integratua» eskaintzeko helburuarekin.

Informazio hidrologikoari dagokionez, gomendagarria izango litzateke ur-emia neurtzeko estazioen kopurua handitzea, gaur egun bakar bat dago-eta (Oka ibaia, Muxikan). Gainerako kontrol-puntuak (ur-bilguneak) ikerketa-taldeek kudeatzen dituzte, baina ez dago etorkizunean mantenduko diren segurtasunik. Ereduek datu hidrologikoen serieak behar dituzte agertoki fidagarriak eskaintzeko. Funtsezkoa da, gutxienez, emariaren eta uhertasunaren kontrola Urdaibaiko espazioaren puntu adierazgarrietara hedatzea, uraren kantitatearen eta kalitatearen adierazleak dira-eta (uhertasunak, gainera, lurzoru-galeraren berri ematen du, maiz mespretxatzen den zerbitzu ekosistemikoa). Ildo horretan, proiektuaren ekarpen gisa, baso-partzela bat jarri da abian, lurzoru-landare-atmosfera erlazioko prozesuen jarraipen intentsiboa egiteko, prozesuok materiaren eta energiaren fluxuei buruzko ezagutza ekarri behar dute-eta.

Zenbait eredu erabili dira (SWAT, USPED), oinarri kontzeptual eta espazio- eta denbora-eskala desberdinetakoak, Oka ibaiaren arroan prozesu hidrologikoa (emari-sorrera, sedimentu-garraioa), lurzoru higatzekoak eta sedimentuak jalkitzekoak simulatzeko. Kalibratu eta baliozkotu ondoren, serie erabilgarrien muga kontuan harturik, etorkizuneko agertokiak sortzeko erabili dira. Bereiz kontuan hartu dira klima-aldaketaren agertokiak eta baso-maneiuo aldaketaren agertokiak (Urdaibaiko espazioko lehentasunezko jardura), bi aldaketa horiek eragina baitute, are modu teilakatuan ere, arroaren dinamika hidrologikoan. Etorkizunera begirako erronka eredu horien konbergentzian aurrera egitea da, baina horretarako denbora-ikuspegia behar da, eta hori beti ez da izaten ingurumen-administrazioak sustatzen duen ikerketan.

Etorkizuneko proiektioetatik (2011-2099) ondoriozta daitekeenez, **urteko batez besteko emariak behera egingo du mendean zehar, eta eraginik handiena jasango duten urtaroak uda eta udazkena izango dira —izaten ari dira—**. Sedimentuak arrotik estuariorantz esportatzeari dagozkion proiektioek antzeko joera erakusten dute, behera egingo baitu mendean zehar. Estuarioko balantze sedimentarioaren erudian (ASMITA) joera hori kontuan hartzeak, ereduak kalibratzeko eskuragarri dauden serieen muga

kontuan harturik, estuarioko elementu morfologikoetan inpaktu txikia eragiten duela adierazten du. Bestalde, baso-kudeaketako hainbat agertoki USPED bidez aldeztuak modelatzeak, «business as usual» delakoa barne, erakusten du **ibilguren ertzetan eta ur-bilguneen inguruan babes-eremuak ezartzeak** ibaietako sedimentu esekiak murriztea ekarriko lukeela, eta, beraz, ur-bilguneak hornidura-xedeetarako erabiltzeko berme handiagoa.

Esan bezala, azterlan honetan Urdaibaiko lehorreko eta itsasoko aldeei heldu zaie. Hurbilketa hori berria da EAEn, lehenago egin diren azterlanek partzialki baino ez baitituzte jorratu esparru horiek. Hala, fluxu-dinamikaren eta materia kontinentetik garraiatzearen azterketarekin batera, azterketa paralelo bat egin behar da estuarioan, Uraren Esparru Zuzentarauan jasotako demarkazio hidrografikoaren kontzeptua bere osotasunean kontuan har dadin.

Ikuspegi horretatik, itsas ekarpena eta behe-estuarioaren aldaketa morfologikoak (bokalea, hondartza eta delta) ebaluatu dira, KostaSystem bideometria-sistematik eta ortoargazkietatik datozen irudien datuak abiapuntu hartuta. Hortik aurrera, estuario osoko balantze sedimentarioa aztertzen da ASMITA zenbakizko ereduaren bidez. Eredu hori estuarioko elementuen arteko fluxuen orekan oinarritzen da, eta klima-proiektzioen emaitzak eta itsasoaren eta kontinentearen sedimentu-ekarpeneko aldaketak integratzen ditu, eta, gainera, jarduketara antropikoak simula ditzake. Azken urteetan estuarioan ikusi diren aldaketa morfologiko garrantzitsuenak batez ere 1998 eta 2003 artean Laidako hondartza dragatzeko eta berroneratzeko egindako jarduketei eta lehengoratzeko-prozesuei zor zaizkiela ondorioztatu da.

Bestalde, **araudi hidrologikoen azterketa xehatutik** ondorioztatzen denez, ur-bilguneak babesteari dagokionez, araudi horiek guztiek Eremu Babestuen Erregistroko ur-bilguneetan babes-perimetroak ezartzeko beharra jasotzen duten arren, **praktikan jartzen direnak oso urriak dira, are gehiago azaleko ur-bilguneen kasuan**. Babesean aplikatu beharreko irizpideak (espazio-mugaketa eta lurzorua erabileren muga) ez dira oso zehatzak, eta ez dute behar bezala kontuan hartzen baliabidearen kantitatearen gaineko eragina (ebapotranspirazioaren eragina); kalitatean bakarrik zentratzen dira. Paradigma-aldaketa behar da ur-bilguneen lurralde-babesa ulertzeko moduan, are gehiago 2020/2184 Zuzentarauak eta 3/2023 Errege Dekretuaren bidezko transposizioak nobedade

garrantzitsu gisa ekartzen duen «arriskuan oinarritutako ikuspegia» kontuan hartuta.

Paradigma-aldaketa horretan, eta egokitzapen hidrologikoa lurralderatzearen aldeko apustuaren bidez, **«Lehentasun Hidrologikoko Espazioak» ezartzea proposatzen da** proiektu honetan. Helburua da lurraldea bere funtzionalitate hidrologikotik abiatuta egokitzea. Lehentasun Hidrologikoko Espazioak: «Ur-baliabideen erabilgarritasuna, espazioan eta denboran, kantitatean eta kalitatean bermatzeko lehentasuna izan behar duten lurraldearen zatiak». Azaleko ur-bilguneen kasuan, ur-bilguneak isurtzen duen drainatze-arro osoa hartzen du barnean. Lehentasun Hidrologikoko Espazio horren barruan, ur-bilgunearen inguruan, URBASO metodologia aplikatzea proposatzen da. **Asmoa da hiru babes-eremu (berezia, tartekoa eta urrunekoa) eta ur-bazterreko eremu bat mugatzea, eta horietako bakoitzean erabilera baimenduak, mugak eta kudeaketa-lehentasunak ezartzea.**

Urdaibain erregistratutako azaleko ur-bilgune guztietako lehentasun hidrologikoko espazioak eta babes-eremuak udalerrien arabera kartografiatu dira, katastroan oinarrituta (poligonoak eta partzelak), udaleko lurralde-plangintzan kontuan hartzeari eta, hala gerta baledi, lurralde-ondare publikoa areagotzeko lehentasunez eskuratzeari begira.

Urdaibain nagusi den baso-partzelen jabetza-araubidea kontuan harturik, **zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskemak bilatu beharra dago**. Alderdi horri garrantzi handia eman zaio proiektu honetan, proposatutako lurralde-neurrien aplikagarritasuna baldintzatzen du-eta. Urdaibai espaziorako proposatzen den **zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskemaren diseinua** honako ildo hauetan oinarritzen da:

- a) **Legitimazio arauemaileko prozesu bat**, gizarte-eragileen artean gobernantzako akordio instituzional bat ezartzean oinarritua, lurraldea irizpide hidrologikoei jarraituz kudeatzeko estrategia adostu baten inguruan.
- b) **Zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskemaren zenbateko ekonomikoaren kalkuluak**, era berean, izaera ekosistemikoko irizpide hauek jaso behar ditu: (1) Baldintzazkotetasuna, hau da, onuradunak baso-eredua inplementatzeko konpromiso esplizitua, lurraldea egokitzeko kudeaketa-proposamenean oinarritua; (2) Gehigarritasuna, hau da, zerbitzu hidrologikoen horniduraren gaineko inpaktu

positibo garbia eta eraginkorra, ordainketa baten presentziaren ondorioz, oinarritzko lerroko agertoki batekin alderatuta; (3) Aglomerazioa, hau da, partzela onuradunen integrazio espaziala erraztuko duen proiektuan parte hartzea erabakitzen duen aldameneko jabe bakoitzak ezarritako oinarritzko ordainketari hoberi bat aplikatzea.

- c) Urdaibai espazioa osatzen duten **alderdi identitario, kultural eta sozioekonomikoak modu inklusiboan, ekitatiboan eta parte-hartzailean txertatuko dituen espazio bat irekitzea**, dauden egiturak aprobetxatuz edo berriak sortuz.

Amaiera-ohar gisa, ondorio horietan azaldutakoa sintesi honetan jasotakoaren zeharkako ikuspegi

sinplifikatua da, eta, era berean, I. eranskinean sartu diren dokumentu espezifikoek edukiak laburbiltzen ditu. Proiektuaren denbora-mugak (15 hilabete), jakina, edukiak mugatzen ditu, gutxienez, prozesu hidrologikoen denbora-bilakaeraren berri ematen duten landa-datuaren serie luzeetan oinarritzen diren edukietan. Hala eta guztiz ere, egungo ezagutzarekin, proiektuan egindako proposamenetan hezurramitzen denarekin, aurrera egin daiteke eta egin behar da, eta ezagutza zientifikotik dagozkion araudietan kontuan hartuz pasatu. Ildo horretan, sintesi honetan jasotzen den moduan, **bereziki garrantzizkotzat jotzen da Urdaibaiko Erabilera eta Kudeaketa Zuzentzeko Planaren berrikuspena, lehen batean 2026an gauzatuko dena.**

## Esparru geografikoa eta hidrologikoa

«Urdaibai Biosfera Erreserbak 22.000 hektarea hartzen ditu, labar, mendi, hondartza, ibai eta lurpeko urez osotutako puzzlea osatzen du: animalia-, landare- eta giza bizitzaz betetako paisaia ikusgarria. Alde batetik, dibertsitate biologikoaren kontserbazioa, ondarea eta kultura-adierazpenak harmonizatzeko asmoz, eta, bestetik, garapen ekonomikoa eta pertsonen eta ingurunearen arteko harremana kontuan harturik, UNESCOk, 1984an, Urdaibai MaB (Man and Biosphere) programan sartu zuen, Biosfera Erreserba izendatuz»<sup>1</sup>.

«Biosfera Erreserbaren lurraldean 22 udalerrri daude, eta horietatik 19 Busturialdekoak dira: Ajangiz, Arratzua, Gautebiz Arteaga, Bermeo, Busturia, Elantxobe, Errigoiti, Ereño, Forua, Gernika-Lumo, Ibarrangelu, Kortezubi, Mendata, Morga, Mundaka, Murueta, Muxika, Nabarniz eta Sukarrieta. Ea da Biosfera Erreserbatik kanpo geratzen den eskualdeko udalerrri bakarra. Gainerako hiruretatik, Amorebieta-Etxano Durangaldekkoa da, Arrieta Uribe eskualdekkoa, eta Munitibar Lea-Artibai eskualdekkoa»<sup>2</sup>.

Erreserbaren lurraldea bat dator Oka ibaiaren unitate hidrologikoaren mugaketa espazialarekin. Unitate hori Euskal Autonomia Erkidegoko plangintza hidrologikoan definitzen direnetako bat da<sup>3</sup>. Unitate hidrologiko horrek Oka ibaiaren arro osoa eta horren estuarioa hartzen ditu,

baita Mape, Olaeta, Muxika, Kanpantxu, Golako eta Oma ibaien arroak ere (1a irudia). Halaber, Artigas eta Laga ibaien alboko arroak barne hartzen ditu. Unitatearen arro nagusia Oka ibaiarena da, eta unitate hidrologikoaren 219 km<sup>2</sup>-etatik 62 hartzen ditu<sup>4</sup>. Demarkazio hidrografikoak estuarioa sartzten du, unitatearen erdialdean kokatua, iparraldetik hegoalderako morfologia luzangakoa. Estuario-eremua ibaian gora hedatzen da Gernika-Lumoraino, eta 300 - 450 m-ko kotak dituzten kareharrizko erliebez inguratuta dago.

Uraren Esparru Zuzentaraua (2000/60/EE Zuzentaraua) indarrean jarri zenetik hedatu egin da «**ur-masa**» kontzeptuaren erabilera, plangintza hidrologikoan nahitaez kontuan hartzekoa. Azaleko eta lurpeko ur-masak bereizten dira, honako definizio hauen arabera (2. artikulua. Definizioak):

- «**azaleko ur-masa**»: lurrazaleko uren multzo bereizi eta esanguratsua, esate baterako aintzira bat, urtegi bat, ur-laster bat, ibai edo ubide bat, ur-laster, ibai edo ubide baten zati bat, tarteko ur batzuk edo itsasertzeko uren zati bat;
- «**lurpeko ur-masa**»: lur azpiko ur-masa jakin bat, beste ur-masetatik erabat berezia eta akuifero bakar batean edo gehiagotan dagoena;

<sup>1</sup> <https://www.urdaibai.eus/eu/>

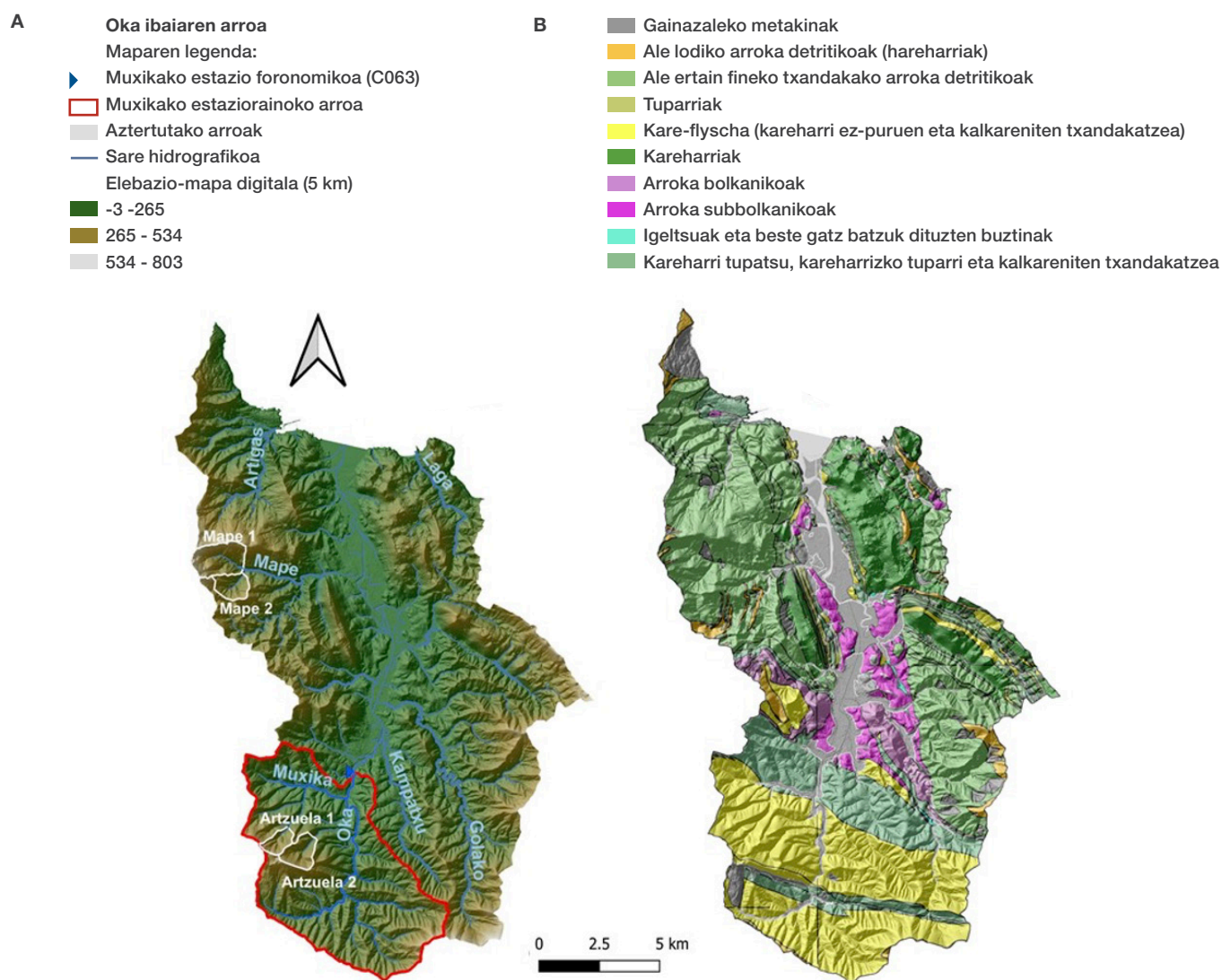
<sup>2</sup> <https://www.urdaibai.eus/eu/municipios/>

<sup>3</sup> <https://www.uragentzia.euskadi.eus/informazioa/euskal-autonomia-erkidegoko-mapa-hidrologikoa-2017-eskala-1-50-000/webura00-contents/eu/>

<sup>4</sup> [https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/proceso\\_concertacion/eu\\_def/adjuntos/UH\\_Oka\\_DEF\\_eu.pdf](https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/proceso_concertacion/eu_def/adjuntos/UH_Oka_DEF_eu.pdf)

Urdaibain plangintzak azaleko 6 ur-masa kontuan hartzen ditu: 4 ibai-uren kategorian (Artigas-A, Mape-A, Oka-A, Golako-A) eta 2 tarteko uren kategorian (Barneko Oka, Kanpoko Oka<sup>5</sup>. Gainera, lurpeko 4 ur-masa kontuan hartzen ditu (Iparraldeko antiklinorioa, Bizkaiko sinklinorioa, Gernika eta Ereñozar),

Ereñozar, Gernika eta Oiz unitate hidrogeologikoekin erlazionatuak, Euskal Autonomia Erkidegoko Mapa Hidrogeologikoaren arabera<sup>6</sup>. Lurpeko uren gaia ez da gehiago jorratuko, azterlan honen helburua azaleko uretan oinarritzen baita, eta, zehazkiago, hornidurarako ur-bilguneetan.



**1. irudia.** a) Oka ibaiaren arroaren (5 m) elebazio-mapa digitala. Bertan erakusten dira sare hidrografikoa eta haren ibaiadar nagusiak, Muxikako estazio foronomikoaren kokapena, estazio horretarainoko isurtze-arroa (gorriz) eta Mape 1, Mape 2, Artzuena 1 eta Artzuena 2 ur-bilguneetarainoko arroak (zuriz). b) Urdaibaiko litologiaren mapa sinplifikatua<sup>7</sup>

5 [https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/plan\\_hidrologico\\_2022\\_2027/es\\_def/adjuntos/Anejo-14\\_Fichas-por-masa-de-agua\\_20230124.pdf](https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/plan_hidrologico_2022_2027/es_def/adjuntos/Anejo-14_Fichas-por-masa-de-agua_20230124.pdf)  
 6 [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eve\\_mapa\\_hidrogeologico/eu\\_def/adjuntos/Mapa%20Hidrogeol%C3%B3gico%20del%20Pa%C3%ADs%20Vasco%201-100.000.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eve_mapa_hidrogeologico/eu_def/adjuntos/Mapa%20Hidrogeol%C3%B3gico%20del%20Pa%C3%ADs%20Vasco%201-100.000.pdf)  
 7 [www.geoeuskadi.eus](http://www.geoeuskadi.eus).

Hornidurarako ur-baliabideen aprobetxamenduari ikuspuntutik, ustiapen-sistemetan eta Eremu Babestuen Erregistroan jarriko dugu arreta.

**Ustiapen-sistemen** kasuan, «demarkazio hidrografikoaren lurraldearen banaketa funtzionala da, arroko plan hidrologikoan definitutako baliabideen esleipena eta erreserba ezartzen zaizkiona. Baliabideen ustiapen-sistema bakoitzak honako osagai hauek ditu: azaleko eta lurpeko ur-masak, azpiegitura hidraulikoen obrak eta instalazioak, eskarien ezaugarrien ondoriozko ura erabiltzeko arauak eta ustiapen-arauak. Arau horiei esker, ur-baliabide naturalak aprobetxatuz eta haien kalitatearen arabera, ustiapen-sistemaren baliabide erabilgarrien eskaintza osatzen duten ur-hornidurak ezar daitezke, ingurumen-helburuak betetz» (907/2007 Errege Dekretua)<sup>8</sup>. Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren esparruan 13 ustiapen-sistema definitu dira<sup>9</sup>. Ustiapen-sistema horietako bat Oka sistema da, Urdaibai espazio osoa hartzen duena. Beraz, azterlan honetan interesgarritzat jotzen diren azaleko ur-bilgune guztiak (baina kontuan hartzen ez diren lurpekoak ere bai) sistema horren barruan daude.

**Eremu Babestuen Erregistroari** dagokionez, Plan Hidrologikoa (2022-2027) zenbait eremu bereizten ditu. Orain gure interesekoak dira i) hornidurarako ur-bilguneak, eta ii) hornidurarako etorkizuneko ur-bilguneak. Oka ustiapen-sistemaren kasuan, erregistroan ez da agertzen etorkizuneko ur-bilgunerik Oka ibaiaren arroaren barruan (Ibarruri-C zundaketa bakarrik agertzen da, Oiz unitate hidrogeologikoan, Oka ustiapen-sistemarako etorkizuneko laguntza gisa). GeoEuskadi bisorearen bidez sar daiteke eremu babestuen erregistroan<sup>10</sup>.

Hornidurarako **ur-bilgunetzat** hartzen dira «giza kontsumorako ura biltzen dutenak, baldin eta gutxienez egunean 10 m<sup>3</sup>-ko batez besteko bolumena ematen badute edo 50 pertsona baino gehiago hornitzen badituzte, baita, hala badagokio, mugatutako babes-perimetroak ere. Ur-bilgune horien artean, egunean 100 m<sup>3</sup> baino gehiago ematen dutenak kontrolatu behar dira». «Giza kontsumorako ur-bilgune gisa erabiltzen diren ur-masak Eremu Babestuen Erregistroan sartzearen helburua da uraren kalitatea eta kantitatea babestea, erabilera horretarako baliabidea baita»<sup>11</sup>.

«Anejo-04-Zonas Protegidas» dokumentu horren arabera: «Eremu Babestuen Erregistroan jasotako giza kontsumorako ur-bilgune guztiek dagokien babes-perimetroa izan beharko dute. Perimetro horretan, babestu beharreko eremuak, kontrol-neurriak eta lurzoruaren erabilerak eta horietan garatu beharreko jarduerak mugatuko dira, ur-bilguneen kantitateari eta kalitateari kalterik ez eragiteko».

2. irudian ikus daitezke erregistroko azaleko ur-bilguneak eta dagozkien isurtze-arroak. Azaleko ur-bilguneak arestian aipatutako ibai-uren kategoriako 4 ur-masetan banatzen dira (Artigas-A, Mape-A, Oka-A, Golako-A). Adierazi beharra dago Artigas-A ur-masa (Bermeoko sektorea) ez dela kontuan hartu azterlan honetan, zuzenean isurtzen baita Kantauri itsasora (2. irudia), eta azterlanean Oka ibaira eta estuariora isurtzen direnak kontuan hartu dira.

## Testuinguru geologikoa

Azaleratzen diren arroak sedimentarioak dira batez ere (1b irudia), arroaren erdialdean dagoen pakete kretaziko bolkaniko bat eta estuarioaren bi ertzetan dauden arroka subbolkaniko triasikoen azaleratzeak izan ezik. Arroaren zati handienez, bai goiko tartean bai mendebaldeko hegalean eta ekialdeko hegalean hegoaldean, flysch erako materialak dira nagusi, gehienak jatorri detritikokoak eta iragazkortasun txikikoak. Erdialdean eta ekialdeko hegalean iragazkortasun handiagoko kareharrizko materialak azaleratzen dira. Erdialdean, material zaharragoen gainean kokaturik, gainazaleko metakinak azaleratzen dira, hala nola legarrak, hareharriak eta Kuaternarioko lutitak.

## Lurzoruaren erabilerak

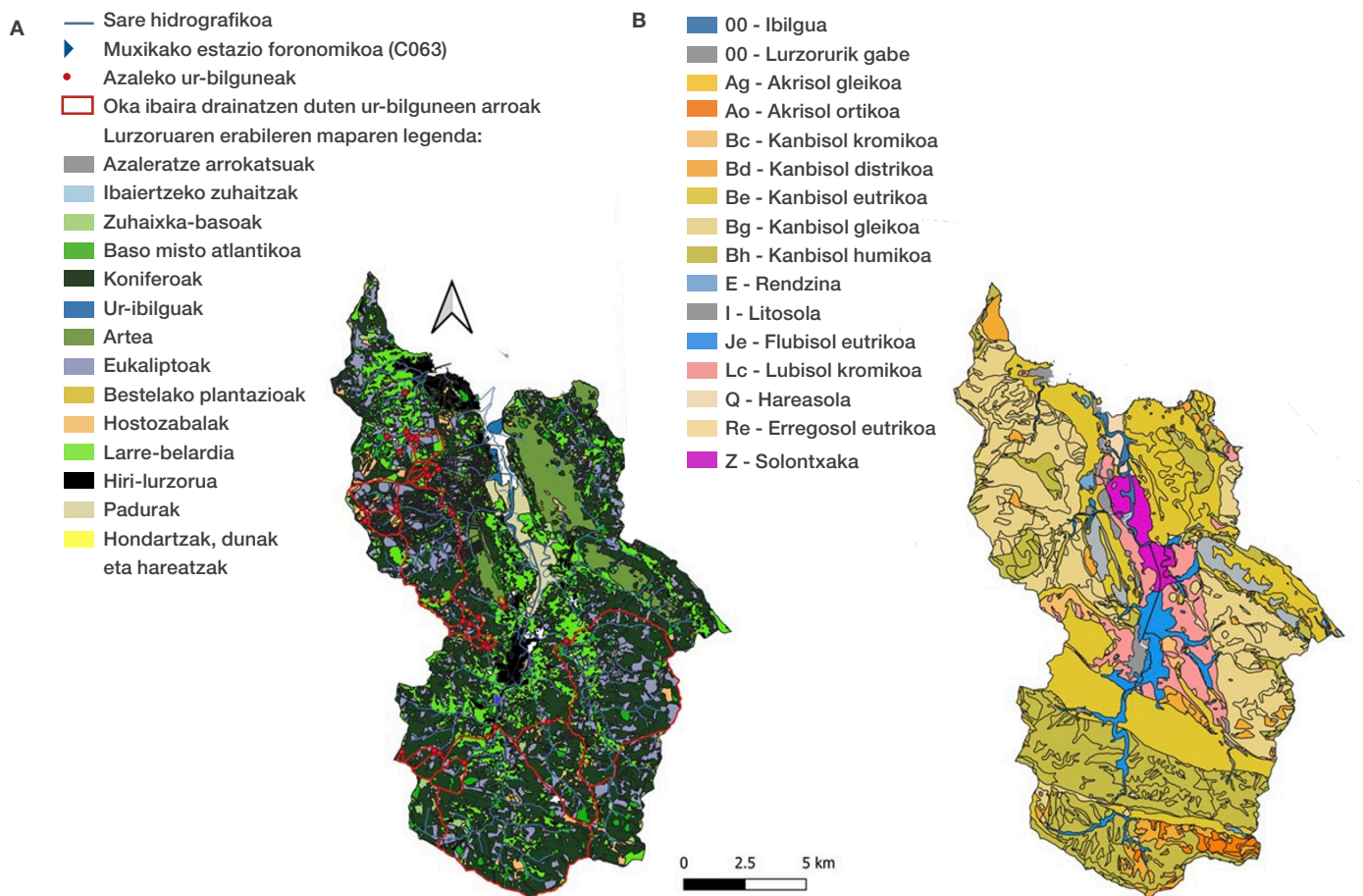
Urdaibai ingurunean basogintza-erabilerak azaleraren % 73,6 hartzen du (2a irudia). Basogintza-sistemen motei dagokionez, baso-plantazioak % 55 dira eta baso naturalek eta galeria-basoek % 15 baino ez dute okupatzen. *Pinus radiata* edo *Pinus insignis* espezieen plantazioek 8.585 ha okupatzen dituzte, hots, baso-azalera zuhaitzu osoaren % 44,2. Eukaliptoek, nagusiki *Eucalyptus globulus* eta *Eucalyptus nitens*, 4.869 ha-ko azalera (% 25)

8 <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-13182>

9 [https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/plan\\_hidrologico\\_2022\\_2027/eu\\_def/adjuntos/1\\_MEMORIA\\_PH\\_COriental\\_20230124\\_eu.pdf](https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/plan_hidrologico_2022_2027/eu_def/adjuntos/1_MEMORIA_PH_COriental_20230124_eu.pdf)

10 <https://www.geo.euskadi.eus/geobisorea>

11 [https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/plan\\_hidrologico\\_2022\\_2027/es\\_def/adjuntos/Anejo-04\\_Zonas-Protegidas\\_20230124.pdf](https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/plan_hidrologico_2022_2027/es_def/adjuntos/Anejo-04_Zonas-Protegidas_20230124.pdf)



**2. irudia.** a) Urdaibaiko lurzoruaeren erabileren mapa sinplifikatua (Euskadiko Baso Mapa, 2022)<sup>12</sup>. Azaleko ur-bilguneak<sup>13</sup> eta haien drainatze-arroa (gorriz) gehitu dira. b) Urdaibaiko mapa edafologikoa.

hartzen zuten 2022an. Bi espezieen artean azalera zuhaitzuaeren % 69,2 okupatzen dute. Hala ere, artadi kantauriarrak % 8,5 baino ez du okupatzen, eta hariztiak, lurraldearen zati handi bateko landaredi potentziala, klima epela eta hezea kontuan harturik, urriak dira (254 ha, % 1,3). Ur-bilguneen drainatze-arroen azalerari bakarrik erreparatzen badiogu, % 47 koniferoek okupatzen dute eta % 21 eukaliptoek. Lurzoruei dagokienez (2b irudia), kanbisolak nagusi dira, eta flubisolak, ibilguetatik hurbil, eta lubisolak ere badaude.

## Etorkizun klimatikoa

Klima-aldaketaren ondorioei dagokienez, URBANKLIMA proiektuan garatutako proiektioek<sup>14</sup> aurreikusten dute urteko prezipitazioa % 15 murriztuko dela eremu klimatiko epelean, hala nola Urdaibaiko ingurunean. Horrek esan nahi du udako euriak % 50 gutxiago izango direla 2100erako. Testuinguru horretan, lurzoruaeren okupazioak prozesu hidrologikoetan, eta, hortaz, balantze hidrikoan dituen inplikazioak ulertzea funtsezkoa da egokitzapen hidrologikorako politikak garatzeko. Helburu hori lortzeko ezinbestekoa da lurraldearen portaera hidrologikoa konfiguratu eta baldintzatzen duten ingurune fisikoaren ezaugarrien ezagutza sakona izatea.

<sup>12</sup> <https://opendata.euskadi.eus/katalogoa/-/euskadiko-baso-mapa>

<sup>13</sup> [www.geoeuskadi.eus](http://www.geoeuskadi.eus)

<sup>14</sup> <https://www.urbanklima2050.eu/eu/>

## Lurraldearen funtzionalitate hidrologikoa

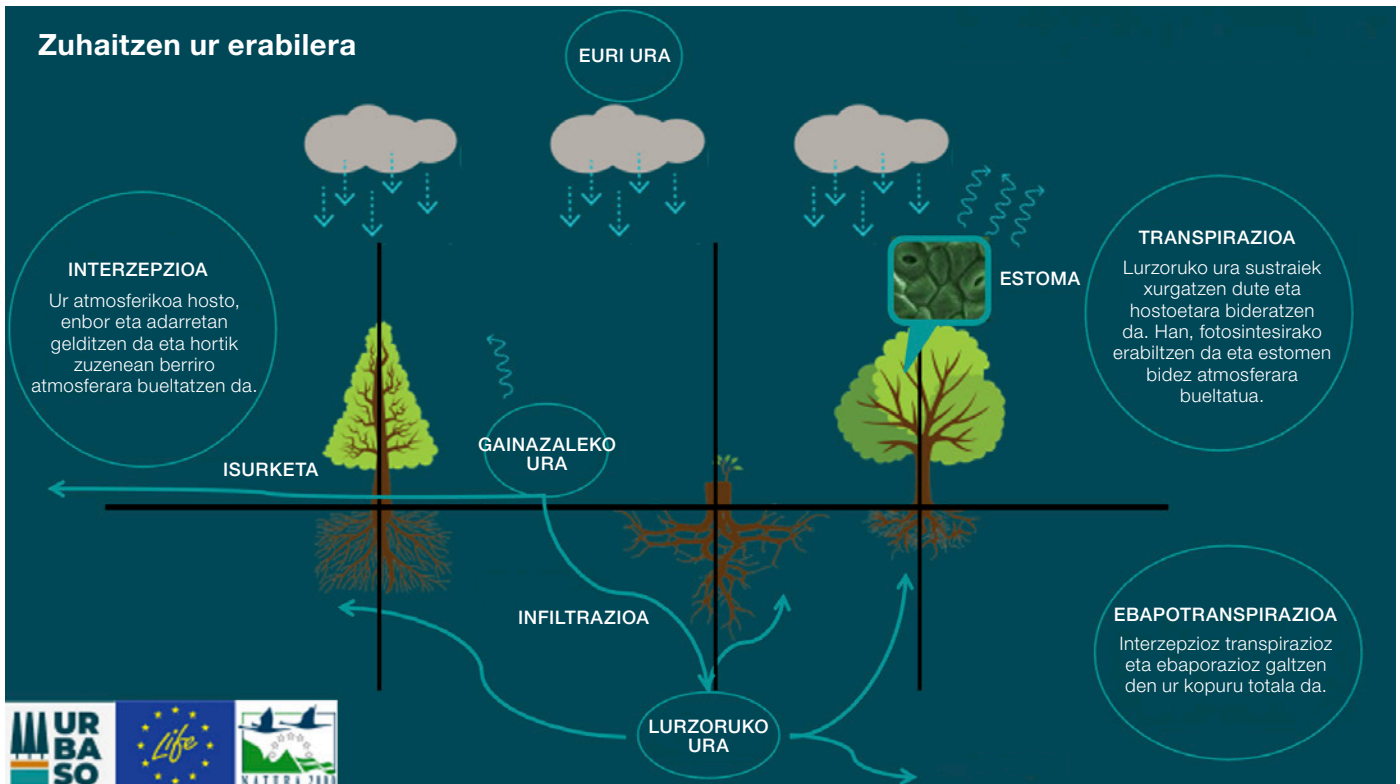
Urarekin erlazionatutako zerbitzu ekosistemikoen gaineko inpaktuek (**zerbitzu hidrologikoak**) lurralde-eskala egokian egindako azterketa integratua eskatzen dute, ura, hau da, arroa ardatz hartuta. Lurraldeak zerbitzu hidrologikoetan duen efektua ezagutzeko, klima-aldaketaren efektuaz harago, funtsezkoa da lurraldearen egokitze-kudeaketarako, haren funtzionalitate hidrologikoa kontuan hartuta, klima-aldaketaren inpaktuak areagotu beharrean arindu ditzan.

Izan ere, klima-aldakortasunak ur-ekarpenak eta lurrunte-eskaria aldatzen ditu, baina lurzorua erabileren aldaketek eragina dute haren balantze hidrikoan, prezipitazioen banaketa aldatuz (intertzepzioa, lurruntea, transpirazioa, ur-erreserba, jariatzea, perkolazioa) eta, ondorioz, emariak sortuz (3. irudia), uren kantitatea aldatuz, baina baita kalitatea eta espazio- eta denbora-banaketa ere. Ebapotranspirazioa, lurzoruko, errezeleko eta orbeleko ur lurrunduaren eta landarediak transpiratutako uraren batura, ezinbesteko ur-fluxua da ziklo hidrologikoan, eta ekosistemetako hidrologia eta prozesu biologikoak konektatzen dituen funtsezko aldagaia da.

### 3.1. Lurzorua erabileren efektu hidrologikoa: emariak

Oka ibaiaren arroak 183 km<sup>2</sup>-ko guztizko azalera badu ere, bertan dagoen estazio foronomiko bakarrak (Muxika, C063, 1998az geroztik) haren goiko aldeko 31,5 km<sup>2</sup> besterik ez ditu kontrolatzen (1a irudia). Estazio horretan eskuragarri dagoen informazioa nahitaezko erreferentzia da lurralde-azterketa hidrologikorako, eta lehorretik estuariorantz irteten den fluxu eta materia ezagutzeko. Estazio horretan, aldagai meteorologikoez eta emariak gain, etengabe erregistratzen dira uraren kalitatearen parametroen datuak. Horien artean daude eroankortasun elektrikoa ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), hidrograma (fluxuen jatorria) interpretatzeko funtsezkoa, eta uhertasuna (NTU), sedimentuak (materia) garraiatzeko prozesuei buruzko informazio garrantzitsua ematen duena<sup>15</sup>. Serie horiek aztertuta, eta Mape eta Artzuela azpiarroetako datuekin konparatuta (berriagoak) (1a irudia), Oka ibaiaren arroan nahiz estuarioan egingo diren modelizazioetarako behar diren datuak integratu ahal izango dira.

15 <https://www.euskalmet.euskadi.eus/behaketa/estazioen-datuak/>



### 3. irudia. Euri-uraren zenbait egoera lehorreko faseko ziklo hidrologikoan zehar.

Muxikan 2000 urtarrilaren 1etik 2023ko urriaren 31ra arte erregistratutako batez besteko emaria  $0,62 \text{ m}^3/\text{s}$ -koa da. Eguneko minimoa  $0,045 \text{ m}^3/\text{s}$ -koa izan zen 2012ko urriaren hasieran, eta maximoa  $21,84 \text{ m}^3/\text{s}$ -koa 2021eko abenduaren 9an,  $70,10 \text{ m}^3/\text{s}$  ko hamar minutuko maximoarekin<sup>16</sup>.

4. irudian ikus daiteke azken 5 urte hidrologikoetako eguneko batez besteko emarien bilakaera. Bilakaera hori arroan denboraren poderioz gertatzen diren prozesuen emaitza da. Arroak prezipitazioei ematen dien erantzuna, desberdina urte batetik bestera, oso azkarra da, isurialde kantauriarreko arro gehienetan ikusten den bezala (Zabaleta, 2008). Azterketa xehatuak adierazten du bi osagai dituela. Bata, arroaren irteeranzko fluxu azkarra, eta, bestea, erregulazio-ahalmena duten arroko aldeetatik (lurzoruak, akuiferoak) datorren fluxu motelagoa, euri arteko aldietan eta agorraldian emariak ziurtatzen dituztenak.

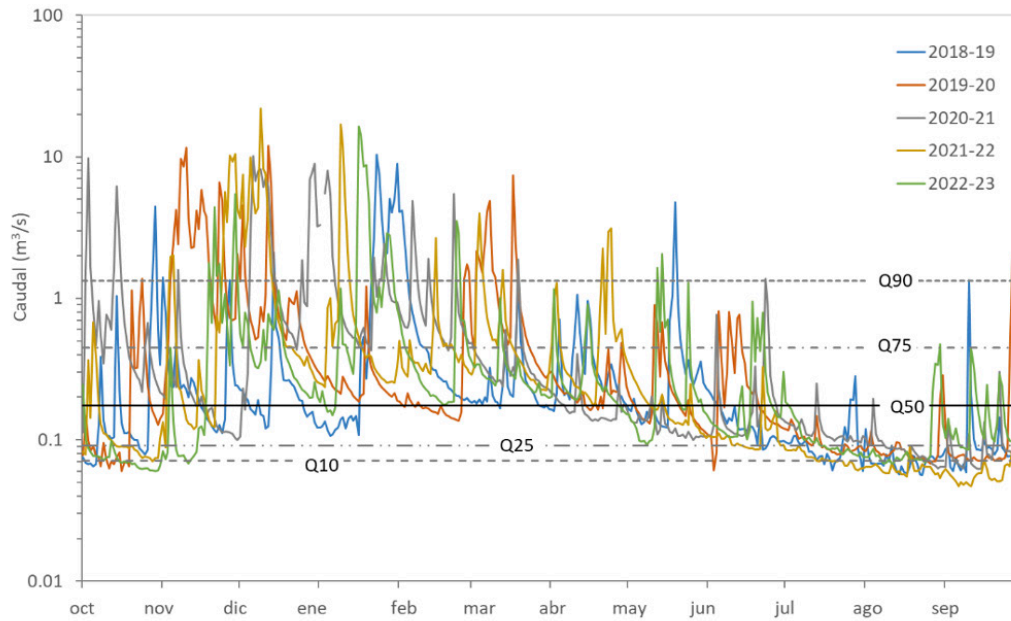
Prezipitazioen urak ibilgura iristeko duen denboradesfasearen arabera, haren konposizio kimikoa aldatu egingo da, urak jarraitutako bideen ondorioz; zenbat

eta desfase handiagoa izan, orduan eta solutu gehiago egongo dira uretan. UPV/EHUren aurreko azterlanek (Martínez *et al.*, 2014) erakusten zuten, Muxikako uraren eroankortasun elektrikoari buruzko datuak abiapuntu hartuta, ur-goraldietan emariaren ia heren bat aurretiko ura zela, arroaren erregulazio-eremuetatik zetorrena. Antzeko gertaerak ikusi dira hurbileko arro basotuetan (Zabaleta & Antigüedad, 2013), eta plangintza hidrologikoan maiz kontuan hartzen ez diren baina lurraldearen egokitze-kudeaketa hidrologikoan garrantzitsuak diren lurralde-zatien ahalmen erregulatzaileraren adibide dira.

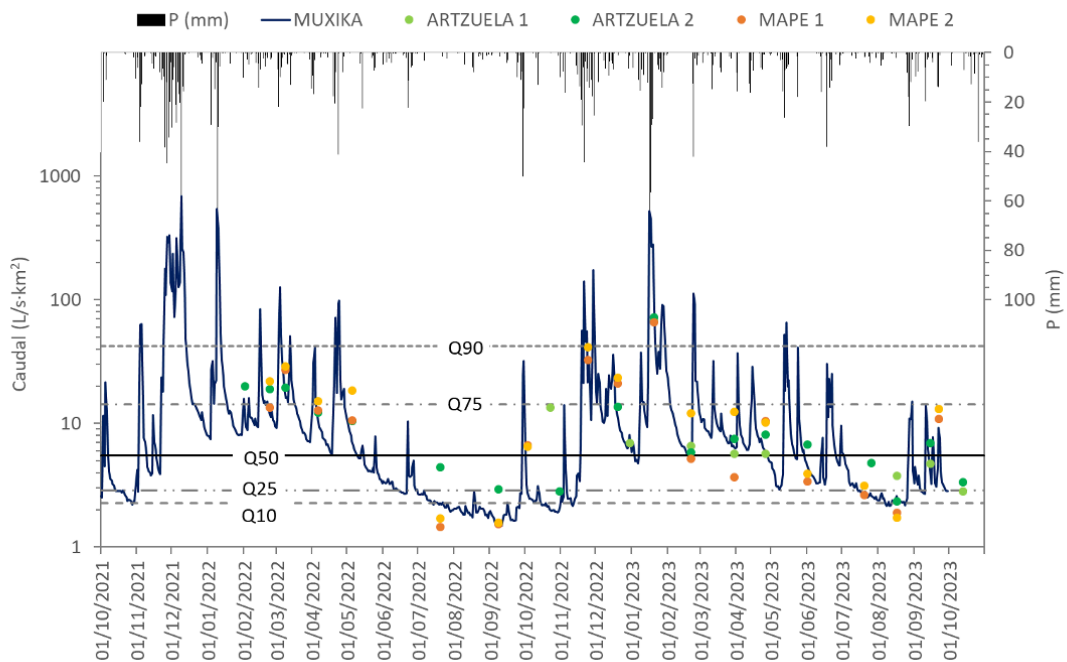
Bestalde, adierazi beharra dago **zaurgarritasun hidrikoak urtaroaren arabeko osagai nabarmena duela**, are gehiago etorkizunari begira. Hala, EGHILUR proiektuan (KLIMATEK 2016)<sup>17</sup> jada ezarri genuen, Bizkaiko golkoko ur-emaria neurtzeko estazio ugarian erregistratutako eguneko emarien serie luzeetan oinarrituta, agorraldia udazkenaren hasierarantz luzatzen ari zela, eta urria zela emarien murrizketa gehien nabarmentzen zen hila.

<sup>16</sup> <https://www.uragentzia.euskadi.eus/visor-de-estaciones-de-aforo/webura00-minima/es/>

<sup>17</sup> [https://www.etxebide.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eghilur/es\\_def/adjuntos/02KLIMATEK.pdf](https://www.etxebide.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eghilur/es_def/adjuntos/02KLIMATEK.pdf)



**4. irudia.** Muxikako estazio foronomikoan azken bost urte hidrologikoetan (2018 2019tik 2022-2023ra) erregistratutako eguneko batez besteko emariak. Seriearen pertzentilak adierazten dira.



**5. irudia.** Eguneko batez besteko emaria ( $l/s\text{-}km^2$ ) eta eguneko prezipitazioa (mm), Muxikako estazioan, 2021eko urriaren 1etik 2023ko urriaren 30era. 2010-2023 aldirako hidrogramaren balio adierazgarriak adierazten dira, 10, 25, 50, 75 eta 90 pertzentilak. Artzueta 1 eta 2 eta Mape 1 eta 2 arroetako eskuzko emari-neurketen emari espezifikoaren balioak ( $l/s\text{-}km^2$ ) jasotzen dira (URLUR eta URBASO proiektuak).

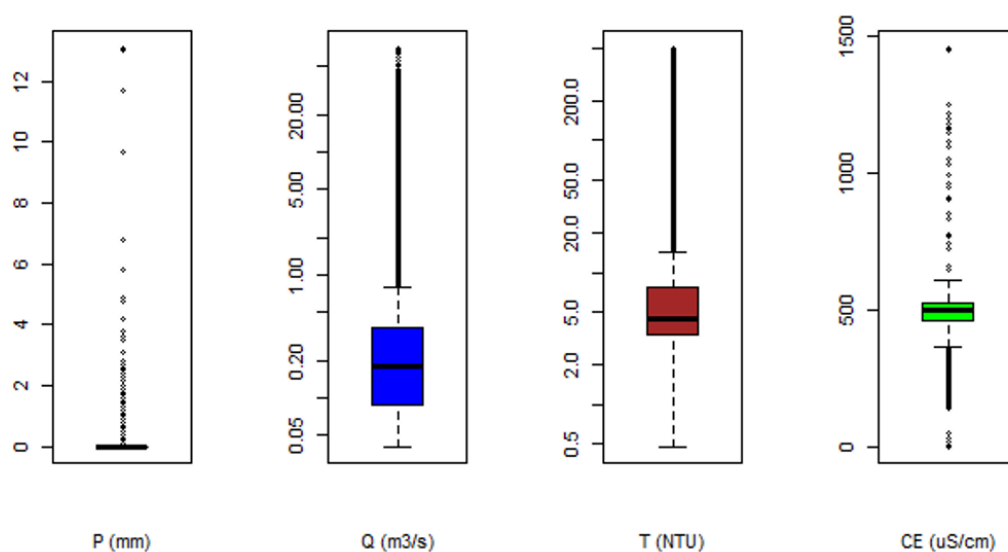
Emari txikiko garaietako dinamika hidrologikoa hobeto ezagutzeko asmoz, proiektu honetako bazkide batzuk (UPV/EHU, NEIKER) Urdaibaiko ur-bilguneen arroen monitorizazioan ari dira lanean 2022. urtearen hasieratik. Oka ibaiaren arroan Mape (1 eta 2) eta Artzuelaren (1 eta 2) kasua da (1a irudia). Arro basotu txikiak dira, plantazioek masiboki okupatzen dituztenak. Artzuelan batez ere pinuak daude eta Mapen eukaliptoen presentzia handia da (nagusiki Mape 1 arroan). Lurzoruak kanbisor gleiko motakoak dira, eta aldapak pikoak; horren ondorioz, lurzoruaren higakortasuna nabarmen handia da. Azpiko materialak desberdinak diren arren, tuparritsuagoak Artzuelan eta flysch detritikoarekin lotuagoak Artzuelan, materialen iragazkortasuna txikia da bi kasuetan.

5. irudian konparatzen dira arro horietako (eskuzko emari-neurketak) emari espezifikoak ( $l/s\text{-km}^2$ ) Muxikako estaziokoekin, 2021-2022 eta 2022-2023 urte hidrologikoetarako. Espero zitekeen moduan, konkordantzia ona dago emari handietan eta txikietan, baina diferentzia esanguratsuak daude, nabarmenagoak agorraldian. Azpiarroen artean, Mapekoak dira emari espezifikoen anplitude handiagoa erakusten dutenak (oso nabarmena 2022ko agorraldi garrantzitsuko emari txikietan), erregulazio-ahalmen txikiagoaren isla, eta horrek Artzuelakoei baino zaurgarritasun hidriko handiagoa ematen die. Jakina, arroaren ezaugarriek —berezkoak, hala nola geologia edo erliebea, eta aldakorrak, hala nola landaredia eta lurzoruaren erabilerak— eragina dute diferentzia horietan, baina

eskura dagoen informazio-mailarekin ezin da eragin hori zehaztu. Monitorizazio-sareetan denbora luzeagoko kontrola behar da.

## 3.2. Lurzoruaren erabileren efektu hidrologikoa: sedimentuak

Uren uhertasuna (T) edo sedimentu esekien kontzentrazioa (CSS) arro baten dinamika hidrologikoaren funtsezko adierazlea da. Izan ere, horren denborajarraipenak uraren kalitatearen informazioa ez ezik, lurzoru-galeraren (higadura) informazioa ere ematen du, dela naturala, dela lurzoruaren kudeaketa desegokiaren ondoriozkoa (Zabaleta *et al.*, 2016). 6. irudiak Muxikako estazioan azken 2 urte hidrologikoetan (2021-2023) erregistratutako hamar minutuko datuen prezipitazioaren (P), emariaren (Q), uhertasunaren (T) eta eroankortasun elektrikoaren (EE) balio estatistikoak erakusten ditu; Q eta U datuak eskala logaritmikoan daude. Aldakortasun nabarmena ikusten da uhertasunean. Datuen % 10 besterik ez dira 28 NTUtik gorakoak —balio txiki samarra da—, eta % 1 besterik ez 213 NTUtik gorakoak. Laster, turbidimetro bat instalatuko da bertan, orain dagoena baino neurketa-tarte askoz handiagoa duena, balio handietan oso mugatua da-eta; URA - Uraren Euskal Agentziak eman du dagoeneko horretarako baimena.

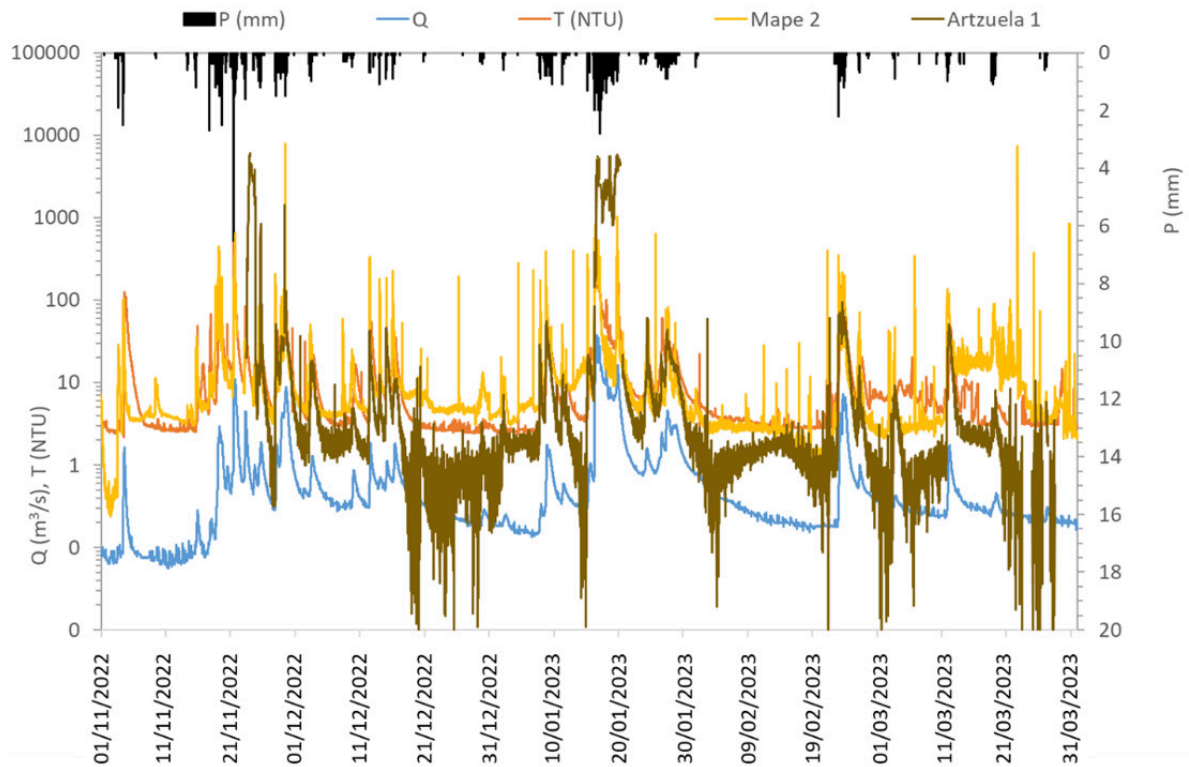


**6. irudia.** Muxikako estazioan (C063) 2021eko urritik 2023ko urrira erregistratutako prezipitazioaren (P, mm), emariaren (Q,  $m^3/s$ ), uhertasunaren (T, NTU) eta eroankortasun elektrikoaren (EE,  $\mu S/cm$ ) hamar minutuko datuen kaxa-diagramak.

7. irudiak konparazio modura erakusten du uhertasunak Muxikako estazioan eta Artzuela 1 eta Mape 2 arroetan berriki izan duen hamar minutuko bilakaera (2a irudia). Antzekotasun handia nabarmentzen da erantzunean, uhertasunak gora egiten duen uneei dagokienez behintzat, bat baitatoz ur-goraldiko uneekin. Hala ere, Artzuelak eta Mapek balio handiagoak erakusten dituzte egoera horietan. Hori guztiz logikoa da, arro txikietan korrontek arrastatutako sedimentuak jalkitzeko aukera txikiagoa da-eta. Konparazio horretatik ondorioztatzen da, halaber, Mape 2 arroan Artzuela 1 arroan baino sedimentu-espertazio handiagoa dagoela, hots, lurzoru-galera handiagoa. Arestian aipatu da (5. irudia) Mape arroek emari-aldakortasun handiagoa eta erregulazio-ahalmen txikiagoa dutela, eta horrek eragin negatiboa duela arroaren erresilientzia hidrologikoaren gainean. Erresilientzia handitzeko ezinbestekoa da erregulazio-ahalmena mantentzea edo areagotzea, eta, hartara, lurzoru-galera murriztea. Horretarako, behar-beharrezkoa da baso-arro horietako lurzoruen kudeaketa jasangarriaz baliatzea.

### 3.3. Baso-monitorizazio hidrologikoa: jarraipen intentsiboko partzela

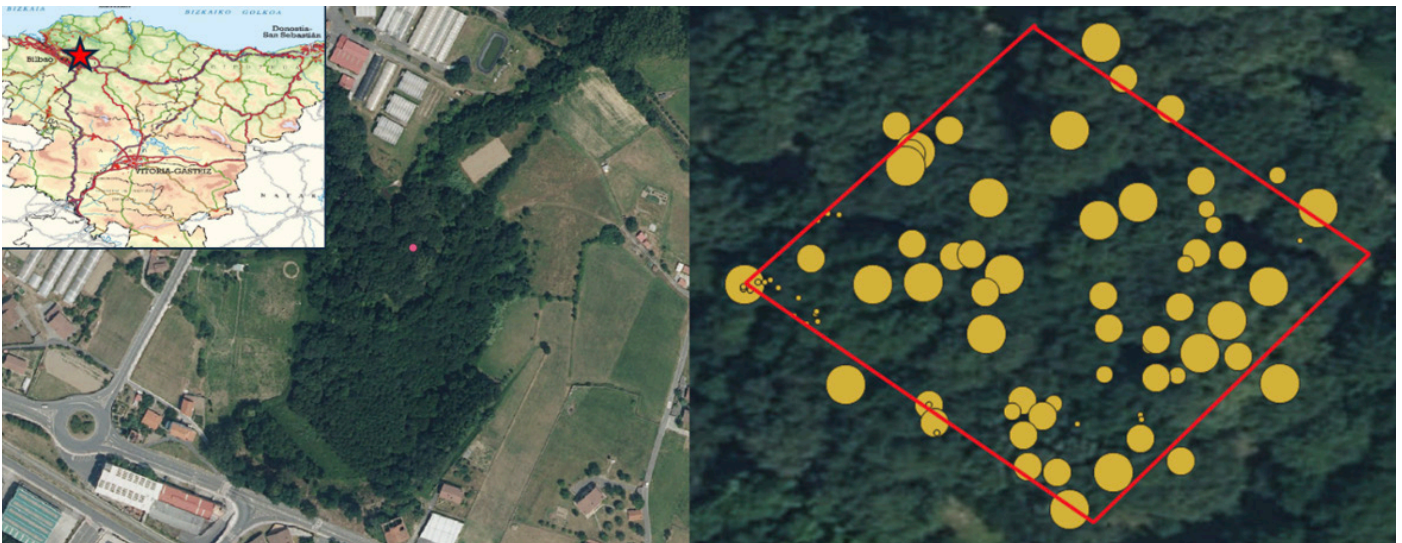
Gaur egun, zenbait osagairen arteko (ura, lurzorua, landaredia) interakzio-ereduak erabiltzen dira, hala nola proiektu honetan erabilitakoak (SWAT, USPED, USLE eta abar) edo beste batzuk (TOPMODEL, HBV, MIKESH), lurzorua erabilerak arroko uraren kantitatean eta kalitatean izan dezakeen eragina ezagutzeko. Eredu enpirikoak, kontzeptualak edo fisikoak dira, beren garapenean ezagutza zientifiko handia dutenak, eta, ondorioz, sendoak dira, aplikatzeko zailtasun desberdinetakoak. Hala ere, lurzorua parametro hidrologikoak beharrezkoak dira simulazio-eredu horien aplikazioetan, modu egokian kalibratu eta baliozkotu ahal izateko, eta lurzorua, uraren eta landarearen arteko interakzioa eta lurzorua funtzio hidrologikoa ez da oso ezaguna Euskadin.



**7. irudia.** Muxikako estazioan 2022ko azaroaren 1etik 2023ko martxoaren 31ra erregistratutako hamar minutuko emaria (Q, m<sup>3</sup>/s), uhertasuna (T, NTU) eta prezipitazioa (P, mm). Artzuela 1 eta Mape 2 arroetan erregistratutako hamar minutuko uhertasunaren datuak sartu dira (URBASO proiektua).

Horrela, **lurzoruaren, landarearen eta atmosferaren arteko materia- eta energia-fluxuei buruzko ezagutza sortzeko** beharra sortzen da, lurralde-mailan eredu hidrojlogikoak inplementatzeko baliagarriak izango diren datu sendoak biltzeko eta erabaki informatuak hartzea errazteko. Horretarako, jarraipen intentsiboko baso-partzela bat ezarri da proiektu honetan. Partzelak, ICP Forest Euskadi izenekoak, ICP Forests metodologia hartzen du oinarri<sup>18</sup>, Nazio Batuen Europarako Batzorde

Ekonomikoaren (UNECE) ekimena, 80ko hamarkadan Genevako Hitzarmenean sortua, Europako basoetan airearen kutsaduraren eragina monitorizatzeko. Denboraren poderioz, alabaina, ICP Forests ekimenaren jarraipen-sareak munduko biojarraipen-sistematik zabalenetako bat izatera iritsi dira, eta gaur egun datuak ematen dizkiote nazioarteko komunitate zientifikoari eta beren emaitzak oso lagungarriak izan dira txosten ugaritan, bai nazio-mailan bai nazioartean.



**8. irudia.** ICP Forest Euskadi partzela esperimentalaren kokapena (ezkerrean). 50 × 50 m ko partzela iraunkorreko zuhaitzen espazio-kokapenaren mapa (eskuinean). Puntu hori bakoitza banako bati dagokio, eta enborrak bularraren parean duen diametroari.



**9. irudia.** ICP Forest Euskadi partzelan jarritako orbel- eta jalkin-biltzaileak.

<sup>18</sup> <http://icp-forests.net/>

ICP Forests II. Mailako Jarraipen Intentsiboko Sareak 600 partzela baino gehiago dauzka Europan; horietako 14 penintsulan daude. ICP Forest Euskadi partzela II. Mailako Europako Sareko baso-ekosistemen jarraipen etengabe eta intentsiboko sarean sartuko da. Partzela Derion dago, Bizkaiko Foru Aldundiaren jabetzakoa da, 3,75 ha-ko azalera du eta *Quercus robur* harizti bat hartzen du (8. irudia). Partzelan honako hauek instalatu dira: i) orbel-biltzaileak, jalkinen lagin-hargailuak (9. irudia), lurzorua hezetasunaren sentsoreak eta lurzoruko uraren lagin-hargailuak, materia- eta energia-fluxuak ezagutu ahal izateko; eta ii) dendrometroak partzelan dauden 5 cm-tik gorako oin guztietan, enberraren diametroaren hazkunde-aldakuntza neurtzeko erabiliko direnak, zuhaitzek erabiltzen duten ura eta haien hazkundera kliman dauden aldaketekin erlazionatu ahal izateko. Partzela horren helburu nagusia da Klima Aldaketak Euskadiko baso-ekosistemetako materia-zikloetan eta energia-fluxuetan dituen efektuei buruzko **epe luzerako demostrazio-adibidea** izatea.

### 3.4. Oka ibaiaren arroko emariaren eta sedimentuen modelizazio integratua

Arro txikietatik (Mape, Artzuela) Oka ibaiaren arrora eskala aldatzeko, modelizazioaren lan osagarria egin behar da, inoiz ez landa-datuaren ordezkia. Horretarako, UPV/EHUko taldeak SWAT eredu (Soil and Water Assessment Tool)<sup>19</sup> erabili du. Erabilgarri dauden datu-serieekin kalibratu eta baliozkotuta, Oka ibaiaren arroko prozesu hidrologikoak modelizatzea ahalbidetzen du, eta, etorkizunari begira, abian dauden aldaketen aurrean lurraldea egokitzeko kudeaketa-tresnatzat hartzea.

SWAT eredu erdi-banatu da, arroaren eskalan eta denbora jarraituaren eskalan simulatzen duena (urtekoa, hilekoa, egunekoa, egunaz behekoa). Ameriketako Estatu Batuetako Nekazaritza Zerbitzuak (USDA) garatu zuen, eta eredu hidrologiko erabilienetako bat da. Izan ere, emaitza onak lortu ditu era askotako arroetan. Oka ibaiaren arroan erabili da sedimentuekin lotutako kutsatzaileen garraioa ebaluatzeko (Peraza-Castro *et al.*, 2015) eta klima-aldaketak eta lurzorua erabilerekin

hidrologian eta uren kalitatean duten inpaktua aztertzeko (Peraza-Castro *et al.*, 2018).

Eredua eraikitzeke sarrerako datuak honako hauek dira: elebazio-mapa digitala, lurzorua erabileren mapa, lurzoruen mapa eta datu meteorologikoak<sup>20,21</sup>. SWAT ereduak hiru mapak konbinatzen ditu, eta zenbait parametrotako datu-base bat erabiltzen du kalkuluak egiteko. Edafologiarekin erlazionatutako parametroei dagokienez, esan beharra dago garrantzi handikoak direla emariaren eta sedimentu-esportazioaren modelizazioarako. Alabaina, datu-base horrek ez du Urdaibain dauden lurzoruen daturik. Hala, URLUR proiektuan lortutakoak erabili ditugu —Urdaibaiko zenbait partzelatan egindako lurzoruen analisiak jasotzen ditu— parametroetako batzuk ondorioztatzeko. Beste parametro batzuk, hala nola landareentzako ur erabilgarria (AWC) eta eroankortasun hidraulikoa (Ks), ehunduratik abiatuta lortu dira, SPAW eredu erabilia<sup>22</sup>, hori ere USDAk garatua.

Eredua eraiki ondoren, datu meteorologikoak sartzen dira. Kasu horretan, Muxikako estazioko prezipitazioaren eta tenperatura maximo eta minimoaren eguneroko datuak, 2005/01/01etik 2022/12/31ra artekoak, kalibratze eta baliozkotzeko aldiak barne direla. Kalibratzea emarirako (m<sup>3</sup>/s) eta sedimentu-esportazioarako (CSS) egin da, baina baliozkotzea emarirako bakarrik egin da, estazio horretako CSS datuen seriearen luzera mugatua da-eta. 10. irudian ikus daitezke emariaren kalibratze emaitza grafikoak eta estatistikoak (2009-2012). Behatutakoarekin bat dator, indize estatistikoak gogobetegarriak dira-eta. Emaria baliozkotzeari dagokionez, metodo grafikoek eta estatistikoek adierazten dute behintzat gogobetegarria dela. Hortaz, etorkizuneko proiektioetan aplikatu daitezke.

Sedimentuen kalibratzean, ur-goraldien gailurretan simulatutako CSSa behatutakoaren azpitik dago, baina denbora jakin batean mantentzen da. Baliteke hori gertatzea SWAT ereduak USLE ekuazioa (Universal Soil Loss Equation, USLE) erabiltzen duelako lurzorua higadura simulatzeko, eta sedimentuen jalkitzea kontuan hartzen ez duenez, higatutako guztia esportatu egiten da, baita ur-goraldiaren ondorengo unean ere. Jalkitzea kontuan hartzen da beste eredu batzuetan, adibidez BC3k proiektu honetan ikuspegi osagarri batetik aplikatu duen USPED eredu (Unit

19 <https://swat.tamu.edu/>

20 <https://www.geo.euskadi.eus/>

21 <https://opendata.euskadi.eus/catalogo/>

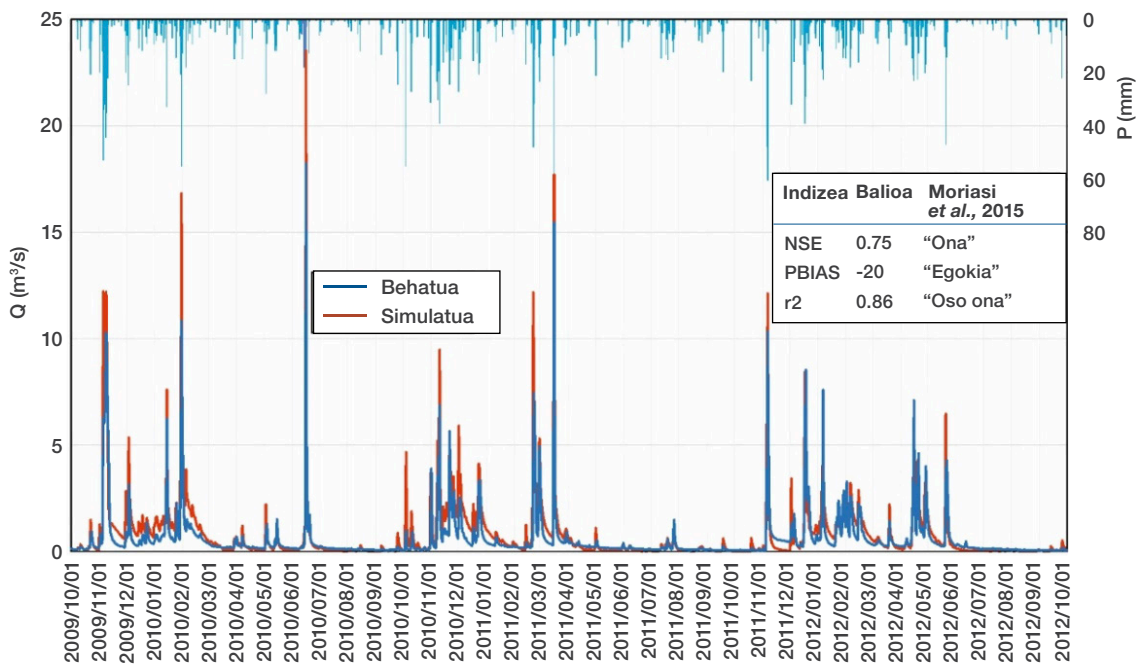
22 <https://www.ars.usda.gov/>

Stream Power Erosion and Deposition, USDArena). Hala ere, SWAT ereduarekin egindako CSSaren simulazioa gogobetegarria izan da, indize estatistikoak kontuan hartuta; kalibratze aldian (2009/10/01-2012/09/31) urteko sedimentu-esportazio simulatua eta behatua ia bera izan da (87,7 t/km<sup>2</sup> behatua eta 88,1 t/km<sup>2</sup> simulatua). Datu horiek (Muxikako estazioa) estuariora iristen diren sedimentu esekien ekarpenetarako hurbilketa adierazten dute. Hori dela eta, AZTIk sarreratzat hartu ditu bere ereduak (4.2 apartatua).

SWAT ereduak kalibratu eta baliozkotu ondoren, emariaren eta CSSaren proiektzioak egin dira, azken horretarako aipatutako mugak kontuan harturik. URBANKLIMAK<sup>23</sup> Oka ibaiaren arrorako eskaintzen dituen 12 klima-proiektzioen datuak erabili dira, guztiak ere RCP 8.5 agertokirako; klima-proiektzioen bitarte zabal bat erabiltzeak lotutako ziurgabetasunaren estimazio hobea eskaintzen du. Proiektzio horien

klima-datuak 1971-2016 aldi historikorako eta 2011-2099 etorkizuneko aldirako dira.

Etorkizuneko proiektzioetatik (2011-2099) ondorioztatzen denez, **mendean zehar behera egiten du urteko batez besteko emariak**, baita maximoak eta minimoak ere. 11. irudian ikus daiteke etorkizunerako proiektatutako emariaren urtaroko aldaketaren ehunekoa, proiektzio historikoekin (1971-2016) simulatutakoaren aldean. Beherakada handienak etorkizun urrunean (2071-2099) espero dira, ziurgabetasun handienekoa da-eta. Beherakada handienak dituen urtaroa uda da: % 9 etorkizun hurbilean (2011-2040), % 32 ertainean (2041-2070) eta % 46 etorkizun urrunean; udazkena da hurrengoa, % 10, % 19 eta % 26ko beherakadekin, hurrenez hurren. Beherakada txikiagoak proiektatzen dira neguan eta udaberrian, baina kasu horretan nabarmenak dira mende-amaieran.



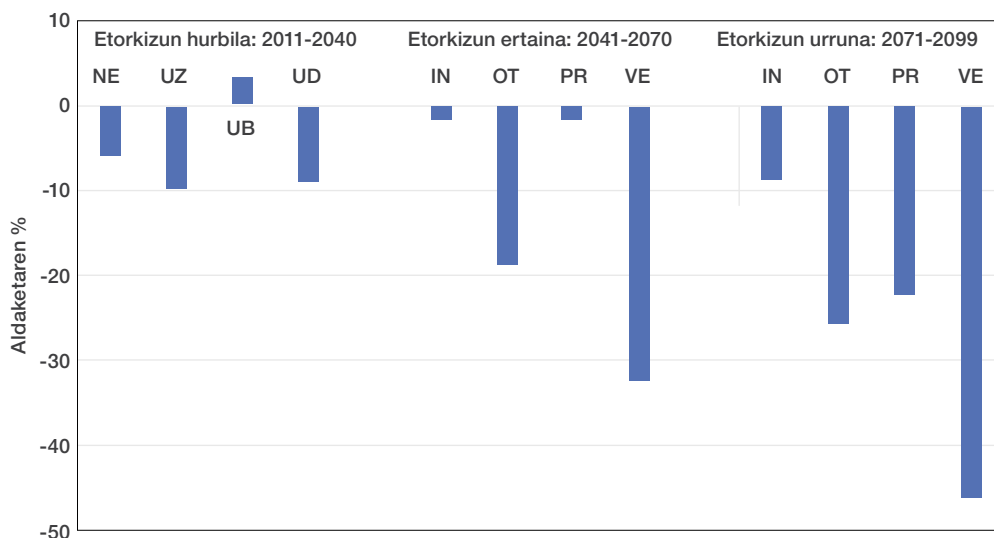
**10. irudia.** Emari (m<sup>3</sup>/s) behatua (urdinez), simulatua (gorriz) eta prezipitazioa (urdin argiz), 2009/10/01-2012/09/31 aldirako. Kalibratzearen indize estatistikoak eta haien kalifikazioa jaso dira.

23 <http://escenariosklima.lhobe.eus>

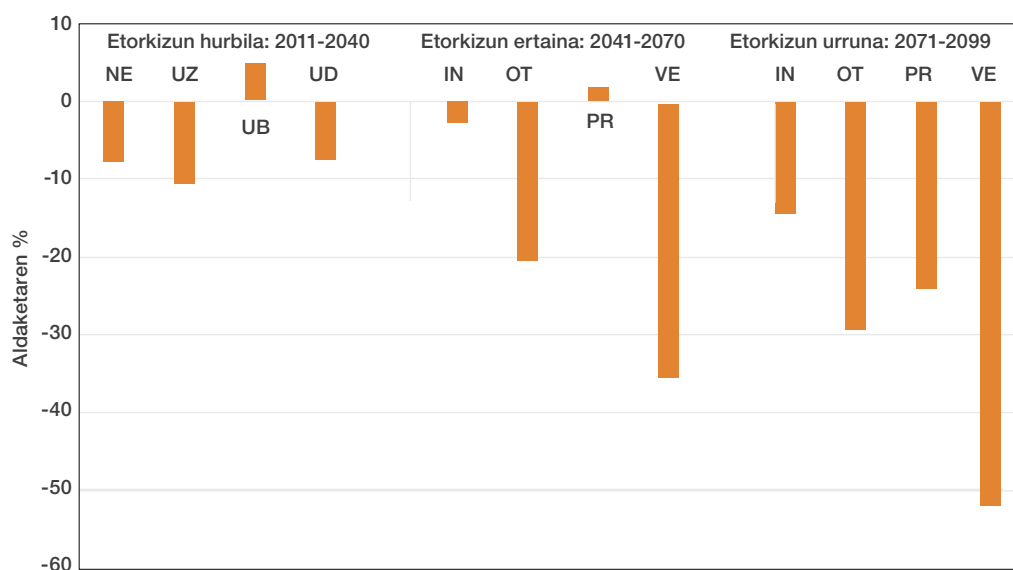
**Sedimentu-esportazioaren proiektzioek antzeko joera erakusten dute, behera egiten baitute denborarekin.**

Logikoa dirudi, emariek behera egitearen ondorioz murriztu egiten baita sedimentuak garraiatzeko energia. Hala ere, kontuan hartu behar da modelizazioa eguneko batez besteko datuekin egin dela, eta klima-ereduek aurreikusten duten euriteen intentsitatearen gorakadak eragin garrantzitsua izan dezakeela egunaz beheko eskalako esportazioan. Kontuan hartu behar da, gainera,

lurzoruaren kudeaketa ere faktore erabakigarria dela higaduran eta ondoriozko sedimentuen esportazioan eta jalkitzean. 12. irudian ikus daiteke etorkizunerako sedimentu-esportazioaren urtaroko aldaketaren ehunekoa, proiektzio historikoekin (1971-2016) simulatutakoaren aldean. Etorkizun hurbilean, Oka ibaiaren arrorako proiektatutako esportazioa urteko 4.335 t ingurukoa da, etorkizun ertainekoa urteko 4.183 t-koa eta etorkizun urrunekoa 3.575 t koa.



**11. irudia.** Proiektatutako emarien urtaroko aldaketaren ehunekoa (NEgua, UdaZkena, UdaBerria, UDa), proiektzio historikoekin (1971-2016) simulatutakoaren aldean.



**12. irudia.** Proiektatutako sedimentu-esportazioaren urtaroko aldaketaren ehunekoa (NEgua, UdaZkena, UdaBerria, UDa), proiektzio historikoekin (1971-2016) simulatutakoaren aldean.

### 3.5. Higaduraren eta jalkitzearen modelizazioa basogintzako agertokietan

Proiektu honen esparruan, BC3k USPED eredu (Unit Stream Power based Erosion Deposition) erabili du Oka ibaiaren arroan lurzorua higadura eta sedimentu-jalkitzea simulatzeko, baso-kudeaketaren hiru agertoki kontuan hartuta. Helburua da higadura eta jalkitzea hiru agertoki horietan konparatzea, lurzoru kontserbatzeko jarduketak gidatze aldera. Babes-zerbitzu ekosistemikoaren modelizazioan sakondu nahi da, lehendik zeuden metodologiek mugak baitzituzten, bereziki espezieek eragindako ondorioei eta baso-masaren egoerari zegokienez.

Lurzoru-galera garrantzi bereziko fenomeno da, ingurumenean eta tokiko ekonomietan duen inpaktuagatik, lurzoru geruza emankorra murrizten baitu eta ura atxikitze ahalmena gutxitzen baitu, besteak beste. Higaduran bi faktore nagusik esku hartzen dute: lurzorua agregatuen hausturak eta ondoriozko partikula finen garraioak. Lurzoru-galeraz gain, partikulak kutsadura-bektoreak izan daitezke metal astunen eta pestiziden garraioaren bitartez. Gizakiaren eraginak areagotu duen prozesu naturala da, neurri handi batean landare-estaldura iraunkorren murrizketak eragindakoa. Klima-aldaketa mehatxu gehigarria da, euriteen intentsitateari eragiten diona, eta higakortasuna areagotu lezakeena (R faktorea RUSLE izeneko eredu klasikoan).

Zenbait jarduketa bideratu dira lurzoru eta lotutako ur-masak babestera, eta, eginkizun horretan, eredu matematikoak kontserbazio-jarduketetan gida gisa erabil daitezkeen tresna baliagarriak dira. Ildo horretan, RUSLE eredu (Revised Universal Soil Loss Equation) lurzoru-galera simulatzeko erabilienetakoa da. Izan ere, era askotako testuinguru geografikoetan aplikatu da. Ereduaren muga galdutako materialaren jalkitzea simulatu ezinean datza. Horren ondorioz, higaduraren estimazioa gehiegizkoa izaten da (Zabaleta *et al.*, 2016). Hori dela eta, RUSLE ereduaren mugak gaintzen dituzten metodologia berriak inplementatzeko erabakia hartu da proiektu honetan (betiere irizpide ontologikoekin). Ahaleginak USPED ereduaren inplementaziora bideratu dira. Eredu horrek higadura eta sedimentu-jalkitzea kontuan hartzen ditu, eta, hortaz, lurzoru-galera modu errealistagoan simula daiteke, landare-espezieak eta masa-egoerak kontuan hartuta.

USPED eredu lurzorua higaduraren eremu bidimentsionala da, higadura eta jalkitzea nagusiki azaleko jariatze-uren sedimentuak garraiatzeko ahalmenearen mende daudela asumitzen duena. USPED ereduaren inplementazioa RUSLE parametroetan oinarrituta egiten da, eta higadura garbiaren eta jalkitzearen estimazio erlatiboa lortzen da sedimentuak garraiatzeko ahalmenearen bitartez (T):  $T = R \times K \times CP \times LS$

R faktorea higakortasun-indizea da, ekaitz baten bi ezaugarri garrantzitsuenak kontuan hartzen dituena: prezipitazio kantitatea eta aldi luze bateko intentsitate maximo iraunkorra. R faktorearen bereizmen handiko mapak (10 m) NEIKERek eman zituen. Klima-aldaketaren RCP 8.5 agertokia erabili da etorkizuneko higadura eta jalkitzea simulatzeko erreferentzia gisa.

K faktorea lurzorua higakortasun-indizea da; lurzorua higadurarekiko suszeptibilitatea zein jariatze-tasa adierazten du, partela unitario estandarren baldintzetan neurtua (kg/ha\*urte). Lurzoruaren azaleko geruzako buztin, lohi, harea eta materia organikoaren ehunekoa hartzen du kontuan. K faktorearen balio txikiak (0,05-0,15) lurzoru buztinez aberatsetan ematen dira, askatzearekiko erresistenteak direnetan. Ehundura lodiko lurzoruak, adibidez lurzoru hareatsuek, erraz askatzen badira ere, K faktorearen balio txikiak dituzte (0,05-0,2), jariatze urria dute-eta. Lohi eduki handiko lurzoruak dira higakorrenak ( $K > 0,4$ ). Erraz askatzen dira jariatze handiaren ondorioz, eta zoldak osatzeko joera dute. Materia organikoak, bestalde, lurzorua higakortasuna murrizten du, askatzearekiko suszeptibilitatea murriztu eta infiltrazioa handitzen du-eta.

C faktoreak lurzorua estaldurak eta erabilerak euriaren higadura-tasan duen eragina hartzen du kontuan. Panagos *et al.* (2015a) autoreen arabera, politika publikoek alda dezaketen faktore bakarra da. Izan ere, politika horiek lurzoru kontserbatzeko nekazaritzako jardunbideak aplika ditzakete, faktorearen balioa eta lurzoru-galera murrizteko. Berme-jardunbideak (P faktorea) ere garrantzitsuak dira lurzorua kontserbazioan. Europar joera da higadurarekiko suszeptibilitate handiena duten eskualdeetan berme-jardunbideak inplementatzea (Panagos *et al.*, 2015b), lurzorua estalduraren eta erabileren soluzio osagarria da-eta. Proiektu honetan faktore horren balioak ezarri dira Urdaibaiko hainbat espeziatarako (pinus, eucalyptus, fagus, quercus...)

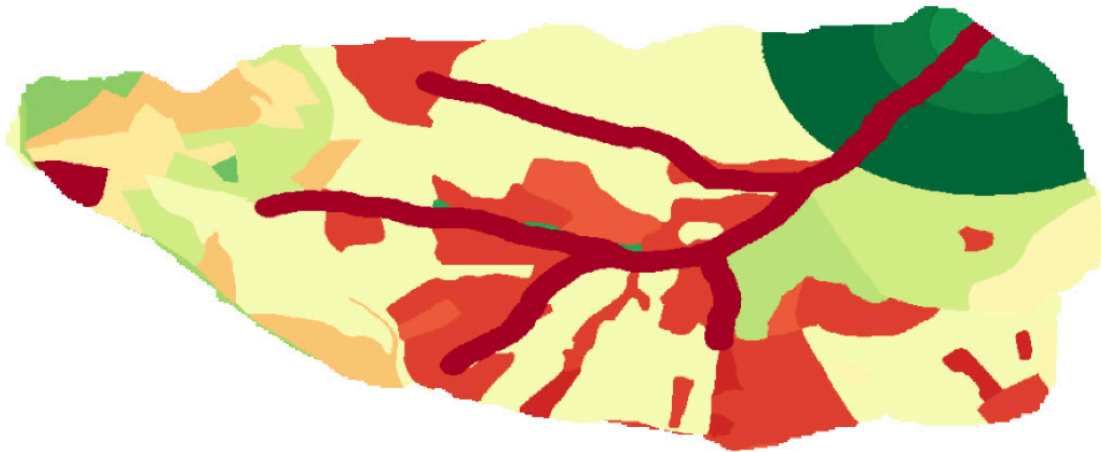
eta masa-egoeratarako (baso zangarra, haga-basoa, tantai-basoa).

Espezieen eta masa-egoeraren bilakaeraren simulazioa partzela bakoitzean nagusi diren taxonak definitzen dituen 2020. urteko baso-inbentarioan<sup>24</sup> eta espezie bakoitza mozteko zikloen berri ematen duen 69/2022 Foru Dekretuan (Bizkaiko Foru Aldundia, 2022) oinarritzen da. Informazio horrekin, eta ibaien kokapenarekin (GeoEuskadi), proposatutako baso-agertoki bakoitzerako espezieen eta masa-egoeraren bilakaera-agertokiak simulatzen dira<sup>25</sup>. Simulazioen denbora-tartea 95 urtekoa da agertoki bakoitzerako, abiapuntuko urtetik (2020) hasi eta *Quercus robur* espeziearen ziklo oso bat bete arte. Masa-egoeraren eta taxon bakoitzaren adinaren arteko lotura NEIKERek egin du baso-inbentarioen eta satelite bidezko irudien bitartez.

Azkenik, L faktoreak maldaren luzerak higaduraren gainean duen eragina hartzen du kontuan. Luzera hori

azaleko fluxuaren jatorritik, ibilbidean zehar, fluxua kontzentratzen edo jalkitzen den lekuraino dagoen distantzia da. S faktoreak maldaren inklinazioaren eragina adierazten du. Lurzoru-galera azkarrago handitzen da maldaren inklinazioarekin haren luzerarekin baino. Bi faktore horiek elkarrekin kontuan hartzen dira.

Simulazioan kontuan hartutako baso-kudeaketaren hiru agertokiak honako hauek dira: 1) *'Business as usual'*: lehendik dagoen monolaborantza mantentzen da eta arraseko mozketa aprobetxamenduaren adinarekin egiten da (deskribatutako taxonen arabera). 2) *'Riparian Buffer'*: 25 m-ko babes-eremua ezartzen da ibaiaren inguruan. 3) *'URBASO'*: 3 babes-eremu ezartzen dira ur-bilgunearen inguruan, *'Riparian Buffer'* agertokian jasotako babes-eremuaz gainera (eremu horiek gero aurkeztuko den URBASO metodologian jasotzen dira). Lehen babes-eremua ur-bilgunearen lehen 100 m-etan dago, bigarrena 100 eta 200 m artean, eta hirugarrena 200 eta 400 m artean (13. irudia).



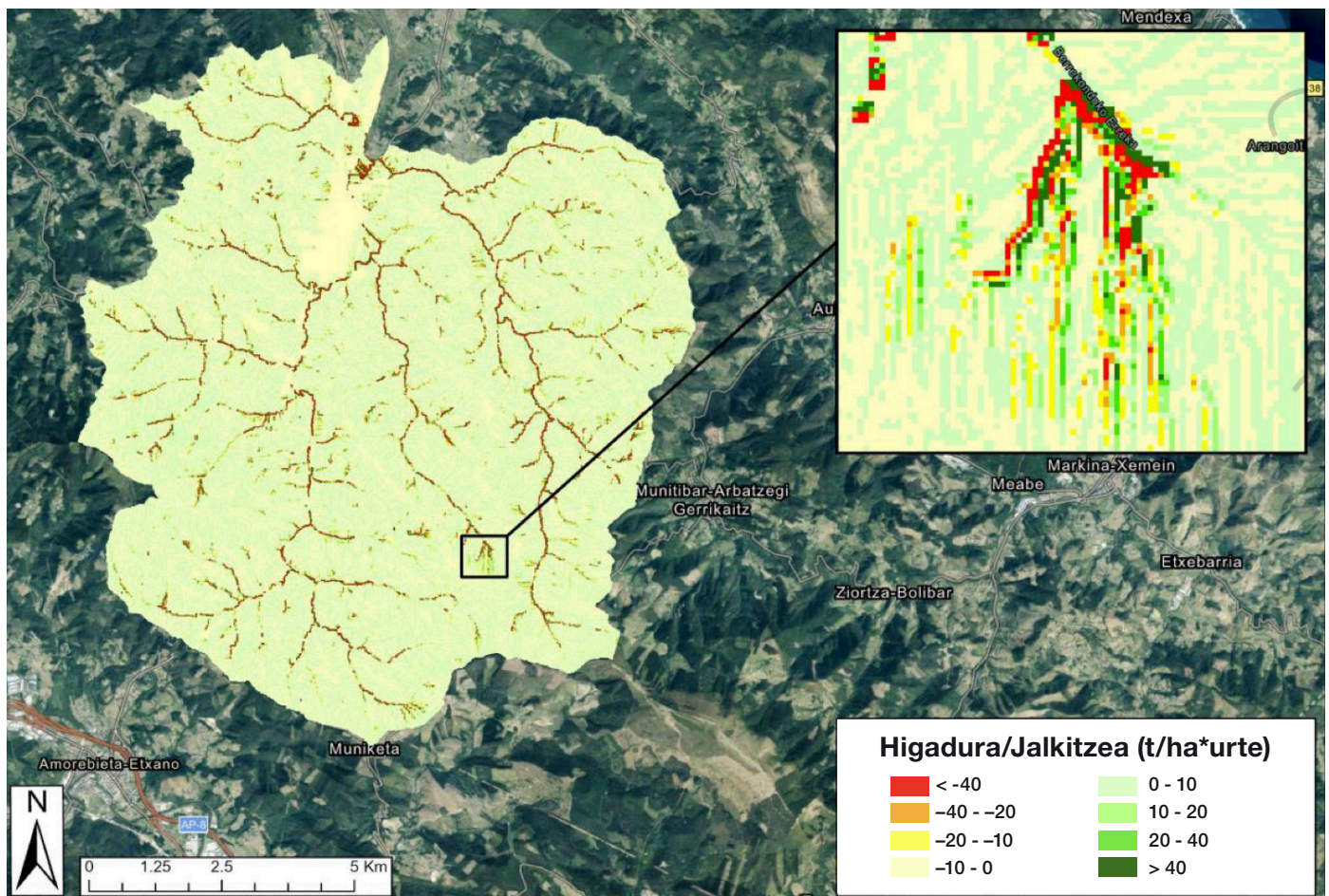
### 13. irudia. Lurzoru-estalduraren adibidea 'URBASO' agertokian.

<sup>24</sup> <https://www.geo.euskadi.eus/hasiera/>

<sup>25</sup> <https://data.integratedmodelling.org/>

Etorkizuneko agertokietako funtsezko emaitzak. 14. irudian ikus daitezke Oka ibaiaren arroko batez besteko higadura eta jalkitzearen patroiak potentzialak, 2025., 2050. eta 2100. urteak kontuan hartuta, 'Business as Usual' agertokian. Arroaren gehienak higadura- eta jalkitze-magnitude txikiak ditu (balio negatiboek higadura adierazten dute eta positiboek jalkitzea), eta balio handienak ibaien ur-bazterraren inguruetan kontzentratzen dira. 15. irudian patroia potentzial berak ikus daitezke, baina 'URBASO' agertokian. Arroaren gehienak higadura- eta jalkitze-magnitude txikiak ditu, eta balio handienak ibaien ur-bazterraren inguruetan kontzentratzen dira, aurreko kasuan bezala, baina patroia desberdinak erakusten dituzte, nabarmendutako eremuan ikus daitekeen moduan.

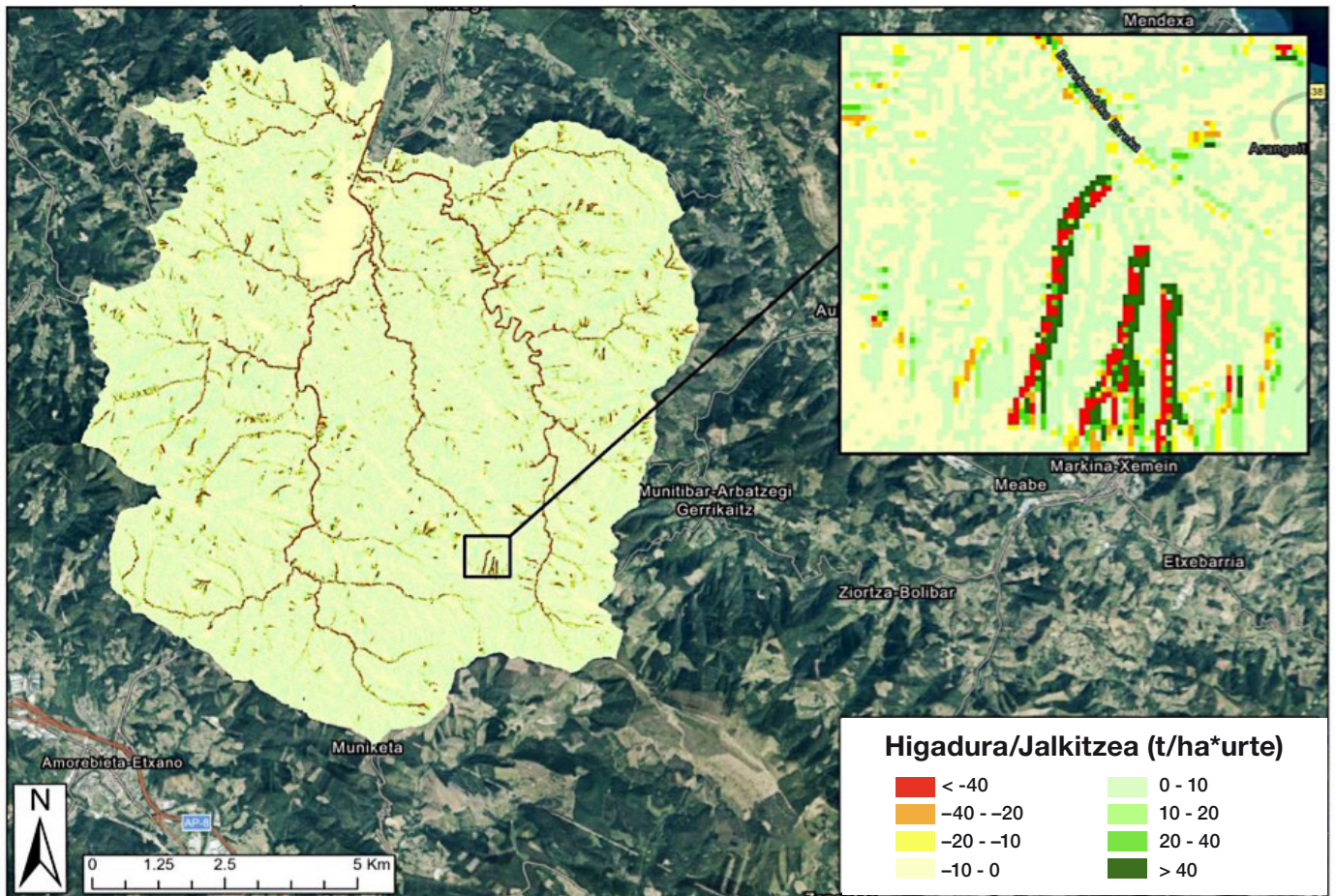
Aurretiazko modelizazio horren ondorio gisa, eta kontuan hartu diren basogintzako hiru agertokietarako USPED ereduaren emaitzak aintzat harturik, aurreikuspenek adierazten dute babes-eremuak ibaien inguruan ('Riparian Buffer' agertokia) zein ur-bilguneen inguruan ('URBASO' agertokia) ezartzeak higaduraren eta jalkitzearen balio agregatua murrizten duela. Horrenbestez, berekin ekarriko luke ibaietan solido esekiak murriztea eta ur-bilguneetan egun baliodunen kopurua handitzea. Azterketak adierazten du ez dagoela diferentzia adierazgarririk 'URBASO' eta 'Riparian Buffer' agertokiaren artean. Hori ur-fluxu laminarraren izaerak eragin dezake, babes-eremu bakoitza drainatzen duen eremuak definitzen baitu haren eraginkortasuna edo eraginkortasunik eza.



14. irudia. Oka ibaiaren arroko batez besteko higadura eta jalkitzearen patroiak (t/ha-urte) 'Business as Usual' agertokian.

Ilido horretan, ur-bilguneen inguruko buffer-eremu bat eraginkorragoa izan daiteke ur-fluxu laminarra hartzen badu, eta ez hain eraginkorra fluxu laminarraren bolumena adierazgarria ez bada edo higadura-potentzial txikia badago. Horregatik, ur-bilguneen inguruko buffer-eremuak eta azterketa hidrojologikoak (adibidez, SWAT ereduaren emaitzak) gainjartzea iradokitzen da. Ereduen konbergentzia horrek (SWAT eta USPED), bakoitza bere oinarri fisikoeekin eta espazio- eta denbora-eskalekin, lurzorua kontserbatzeko interes handiko ezagutza ekarriko luke, baina ahalegin handiagoa egin behar da denboran.

Emaitzak ikusita, ondoriozta dezakegu beharrezkoa dela babes-eremuak inplementatzea, bai ibaien inguruan, bai ur-bilguneen inguruan, lurzoru-galera murrizteko. Oro har, hobe izan liteke ibaien inguruko babes-eremu zabalago batean inbertitzea ur-bilguneen inguruan inbertitzea baino, horien eraginkortasuna luraren geomorfologiaren eta dinamika hidrojologoen arabera izango baita. Jakina, hori sedimentu esekien presentziari dagokio, eta hor ez dira kontuan hartzen uraren kalitatearen beste esparru batzuk, ur-bilgunerako distantziarekin erlazioatuagoak, ezta kantitateari dagozkionak ere, lurzorua hezetasun-erreserbari dagokionez.



15. irudia. Oka ibaiaren arko batez besteko higadura eta jalkitzearen patrioiak (t/ha\*urte) 'URBASO' agertokian.

# 04

## Estuarioaren dinamika klima-aldaketaren agertokietan

Proiektu honetan egindako azterketan, lehorreko eta itsasoko aldeak hartu dira aintzat. Hurbilketa hori berria da EAEn, lehenago egindako azterketek partzialki baino ez baitituzte jorratu esparru horiek. Horiek horrela, fluxu-dinamikaren eta materia alde kontinentaletik garraiatzearen azterketarekin batera, azterketa paralelo bat egin behar da estuarioan, Uraren Esparru Zuzentarauan jasotako demarkazio hidrografikoaren kontzeptua bere osotasunean kontuan har dadin.





Ikuspegi horretatik, itsas ekarpenaren eta behe-estuarioaren aldaketa morfologikoen (bokalea, hondartza eta delta) ebaluazioa aurkezten da, bideometria-sistemetatik eta ortoargazkietatik datozen irudien datuak abiapuntu hartuta. Hortik aurrera, estuario osoko balantze sedimentarioa aztertzen da zenbakizko eredu baten bidez. Eredu hori estuarioko elementuen arteko fluxuen orekan oinarritzen da, eta klima-proiekzioen emaitzak eta itsasoaren eta kontinentearen sedimentu-ekarpeneko aldaketak integratzen ditu, eta, gainera, munak irekitzea bezalako jarduketa antropikoak simula ditzake.

### 4.1. Itsas ekarpena eta behe-estuarioaren aldaketa morfologikoak

Mundakan KostaSystem sistema instalatu zenetik lortutako bideometria-irudien azterketatik abiatuta (2007; Lina *et al.*, 2021; Epelde *et al.*, 2021), behe-estuarioaren bilakaera karakterizatzeko lau adierazle morfologiko definitzen dira: (1) Laidako mareaz gaindiko hondartzaren

azalera; (2) kanal nagusiko meandroaren kurbaduraren iparraldeko posizioa; (3) kurbaduraren hegoaldeko posizioa; eta (4) marearteko barraren mendebaldeko posizioa (16. irudia).



-  (1) Mareaz gaindiko eremua --> 2008-2023 (hileko datua)
-  (2) Iparraldeko kanala --> 2008-2023 (hiru hileko datua 2015 arte, gero hilekoa)
-  (3) Hegoaldeko kanala --> 2008-2023 (hiru hileko datua 2015 arte, gero hilekoa)
-  (4) Mendebaldeko marearteko barra --> 2008-2023 (hileko datua)

Adierazle morfologikoen 2007-2023 aldian izan duten bilakaeraren azterketa estatistikoa eginez gero, GAM metodoaren bidez (Chust *et al.*, 2022), kanpoko elementuetarako (hondartza eta barra) urtarokotasun adierazgarria identifika daiteke, haien olatuekiko esposizio handiak argitzen duena. Bestalde, joera adierazgarriak lortzen dira Laidako mareaz gaindiko hondartza-eremuaren murrizketan eta kanal nagusiko meandroaren iparralderanzko migrazioan (1. taula).

Nabarmendu beharra dago denbora-maiztasun handiko datuak oso garrantzitsuak direla adierazle morfologikoen

joera eta aldakortasuna karakterizatzeko. Aztertutako hileko bideometria-datuak bereizmen egokia dute, baina beren denbora-eskala (2007-2023) mugatua da oraindik ere. 1956az geroztik eskuragarri dauden ortoargazkietatik datorren informazioari esker (Monge-Ganuzas *et al.*, 2013), denbora-bereizmen txikikoa bada ere, bideometria bidezko monitorizazio intentsiboko aldiaren aurretik eremuan egindako jarduketek efektua identifika daiteke. Izan ere, Laidako hondartza dragatzeko eta berroneratzeko jarduketek sistemaren portaera naturala asaldatzen dutela egiaztatzen laguntzen du (17. irudia).



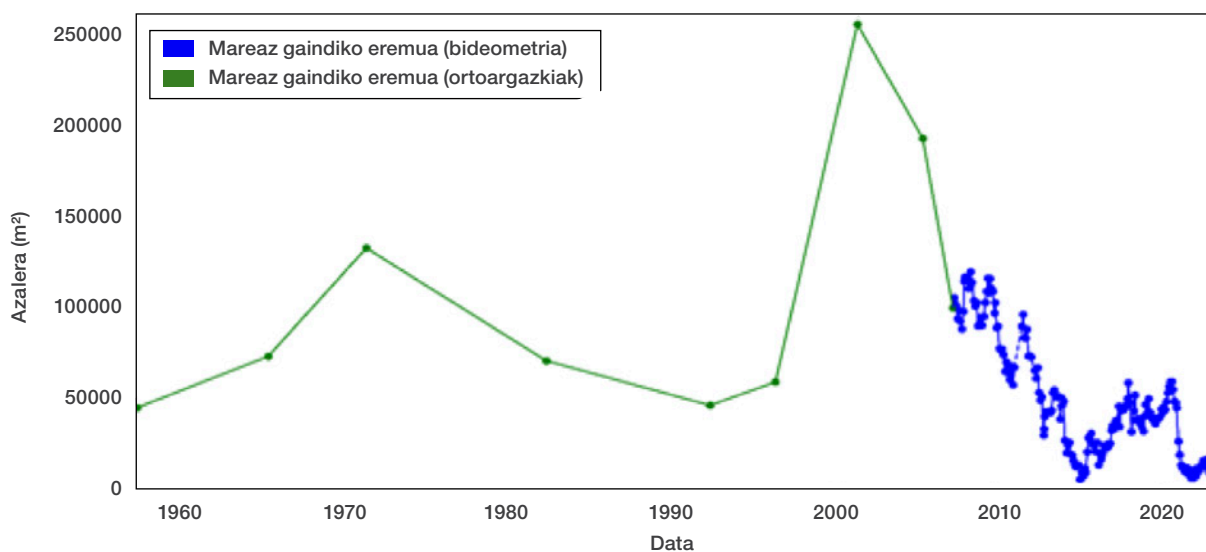
16. irudia. Adierazle morfologikoen deskribapena (goian) eta adierazleen denbora-serieak (behean), goitik behera: mareaz gaindiko eremua, mendebaldeko marearteko barra, hegoaldeko kanala eta iparraldeko kanala.

ADIERAZLEA	JOERA	P - JOERA	P - URTAROKOTASUNA	R2
Mareaz gaindiko eremua	-5,104 m <sup>2</sup> /urte	4·10 <sup>-7</sup>	0,004	0,581
Iparaldeko kanala	8,65 m/urte	1,75·10 <sup>-7</sup>	0,613	0,656
Hegoaldeko kanala	-2,07 m/urte	0,0731	0,28	0,0948
Mendebaldeko marearteko barra	3,37 m/urte	0,0825	<2·10 <sup>-16</sup>	0,397

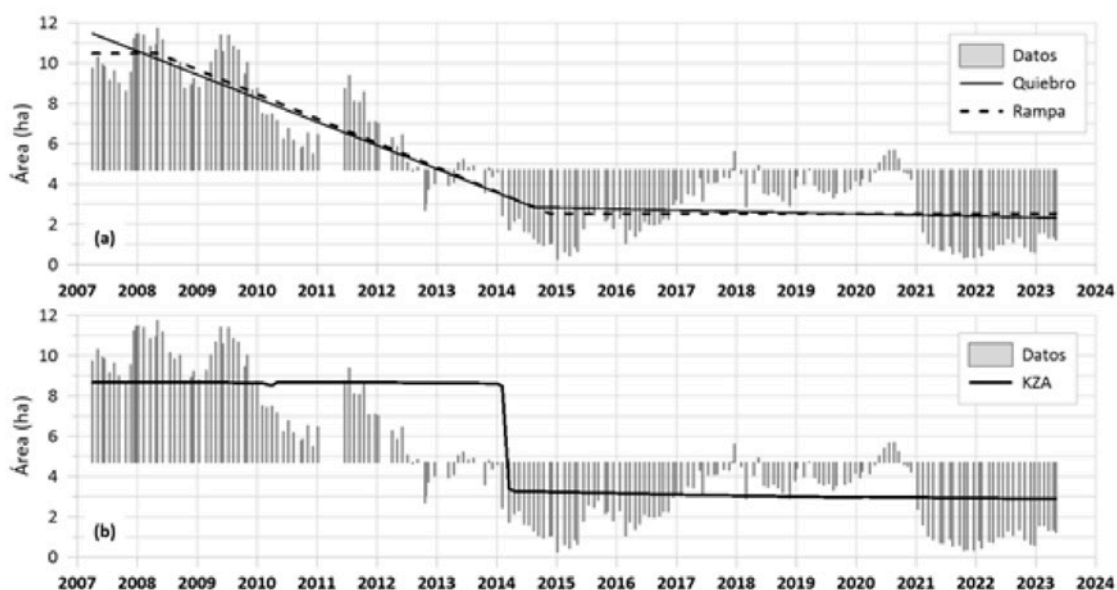
1. taula. Adierazle-serieei aplikatutako GAM ereduaren emaitzen laburpena. Ezartzen da joera edo urtarokotasuna adierazgarria dela baldin eta p<0,05 bada. R2 parametroak joerak eta urtarokotasunak esplikatzeko datuen aldakortasunaren zatia adierazten du.

Lortutako emaitzetatik ondoriozta daitekeenez, adierazle morfologikoetan ikusitako joerek ez dute zerikusirik itsas mailaren igoeraren ondoriozko estuarioaren transgresio naturalarekin. Bestalde, ez da aldaketarik identifikatzen itsas sedimentuen ekarpenean, ez baita joera adierazgarriarik ikusten itsas ekarpenaren eragile nagusi diren olatuen adierazleetan. Emaitzek adierazten dutenez, Laidako hondartza dragatzeko eta berroneratzeko

jarduketan ondoren estuarioa lehengoratu izanak eragin ditu, batez ere, hautemandako joerak. Bereziki, arrapala- eta bihurgune-analisiek adierazten dute Laidako hondartzaren eremua egonkortu egin dela 2014-2015. urteetatik aurrera (18. irudia). Joerak estuarioaren portaera ziklikoaren ondorio ere izan litezke; bereziki, kanaleko meandroaren iparralderanzko desplazamendua kanalaren estutze-gertaera batekin erlaziona liteke.



17. irudia. Laidako mareaz gaindiko eremuaren datu-seriea, ortoargazkien informazio historikoa gehituta.



18. irudia. (a) Laidako hondartzako eremuaren 2007tik 2023ra bitarteko hileko datuen seriea erakusten da, baita datu-serie horren gaineko bihurgune- eta arrapala-funtziora doitzearen emaitzak ere. (b) Laidako hondartzako eremuaren hileko datuen gainean KZA iragazkiaren emaitzak irudikatu dira, 36 datu eta 4 iterazioko leiho-zabalerarekin.

## 4.2. Estuarioko balantze sedimentarioa

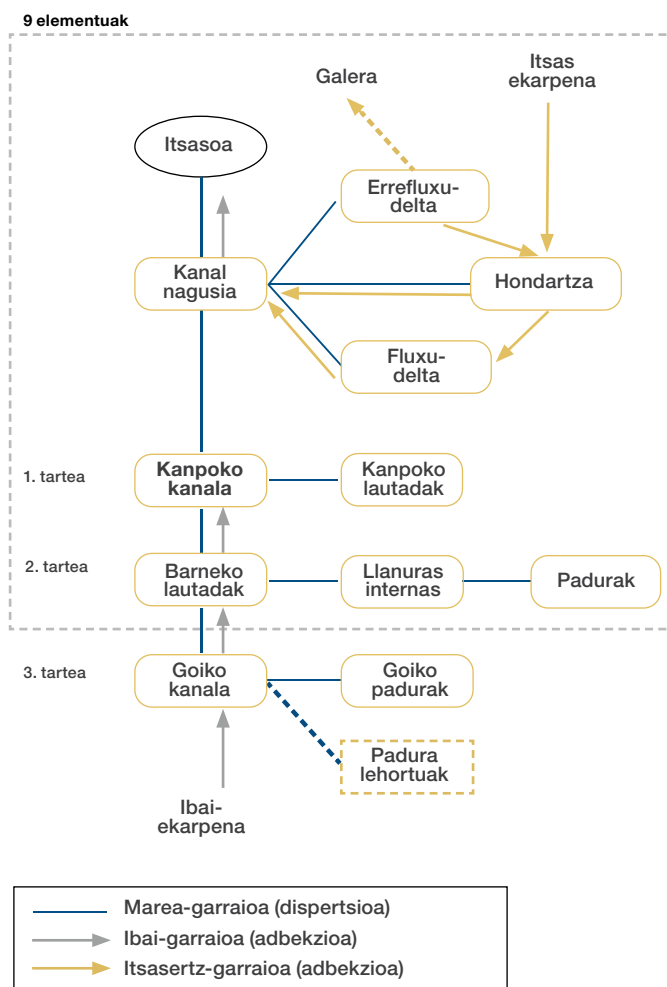
Estuarioko balantze sedimentarioa ikertzeko zenbakizko bi eredu erdientpiriko erabili dira, batez ere itsas mailaren igoerak behartuak. Horietako lehena ASMITA eredu da (Townend *et al.*, 2016; Garnier *et al.*, 2022). Estuarioko elementu morfologikoen (hondartza, deltak, kanalak, marearteko lautadak, padurak) arteko interakzioa simulatzea ahalbidetzen du, eta elementu bakoitzaren bolumenaren bilakaeraren emaitzak eskaintzen ditu. ASMITA ereduaren bertsio berri bat garatu da, v3.3 bertsioa, Okaklima proiektuan

(Klimatek 2020-2021) lortutako emaitzak hedatu ahal izateko, eta itsas garraioan / garraio kontinentalean aldaketa bat eta padurak lehengoratzearen ondorioak sartzeko (19. irudia).

Erabilitako bigarren eredu *ChannelForm* da (Townend *et al.*, 2021; www.coastalsea.uk). Estuarioaren irudikapen sinplifikatua hartzen du barnean, baina estuarioaren transgresioa karakterizatzea ahalbidetzen du (20. irudia). Benetako estuario batean praktikan aplikatzea primizia izan da, Urdaibai izan baita *ChannelForm* erabili den lehen estuarioa. Azterlan honetan metodologia bat garatu da eta eredu kasu errealean batean lehen aldiz aplikatzearen atariko emaitzak aurkezten dira.



### ELEMENTUEN ARTEKO KONEKTAGARRITASUNA



19. irudia. ASMITA ereduaren inplementatutako Oka ibaiaren estuarioaren tarteen definizioa eta eredu elementuen arteko interkonexioen eskema.

Okaklima programan lortutako emaitzen arabera, ASMITA ereduaren emaitzek adierazten dute itsas sedimentu eta sedimentu kontinentalen ekarpen konstanterako estuarioa itsas mailaren igoera linealera egokituko litzatekeela. Horrela, oreka dinamikoan egongo litzateke, hau da, estuarioan sedimentazioa gertatuko litzateke, itsas mailaren igoeraren erritmo berean; bestela esanda, sakonera mantendu egingo litzateke. Alabaina, itsas mailaren igoera esponentziala kontuan hartuz gero, IPCCren (2023) klima-proiekzioen azken emaitzak sartuta, estuarioa ez da egokitzen itsasoaren batez besteko mailaren bilakaerara: barne-elementuen sakonera handitu egiten da eta sedimentazioa areagotu egiten da errefluxu-deltan (21. irudia).

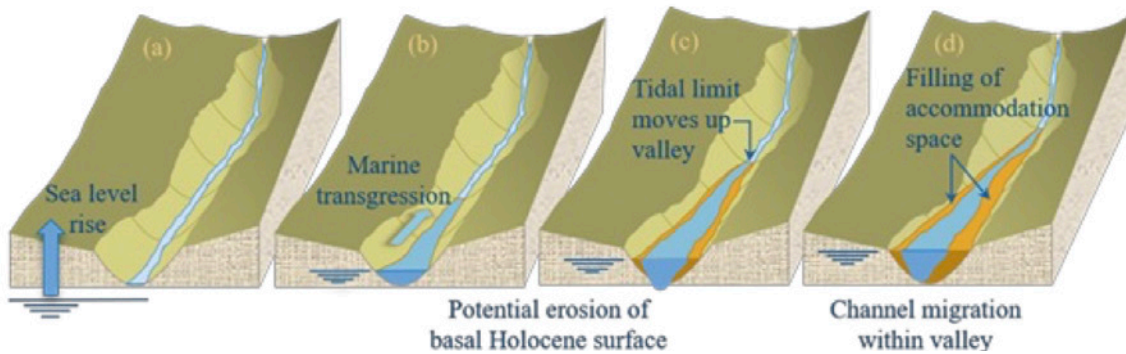
Arestian deskribatu diren zenbakizko ereduaren emaitzek ez dute aukerarik eman itsas ekarpen sedimentarioan oraintsuko aldaketarik identifikatzeko, eta olatuen —itsas ekarpenaren eragile nagusia— proiekzioen azken azterketek ez dute adierazten XXI. mendearen gainerakoan igoera adierazgarririk izango denik. Beraz, ekarpen konstantea kontuan hartzen da klima-proiekzioen azterketan. Hala eta guztiz ere, sentsibilitatearen esplorazio-azterketa egin da, itsas ekarpenean aldaketa garrantzitsuak ezarrita. Azterketa horren emaitzen arabera, aldaketa gutxi izango lirateke estuarioko elementuen bolumenean. Emaitza horrek baieztatzen du **behe-estuarioan ikusi diren aldaketarik garrantzitsuenak Laidako hondartza dragatzeko eta berroneratzeko jarduketei zor zaizkiela** (22. irudia).

Era bertsuan, ibaiaren ekarpen sedimentarioa aldatzeak inpaktu txikia du estuarioko elementu morfologikoen bolumenean. Ekarpen kontinentalaren proiekzioak barne hartuta (proiektu honetan lortutako RCP-8.5 agertokiko emariaren eta sedimentu-kontzentrazioaren proiekzioak; 3. apartatua), hasierako bolumenaren % 1eko murrizketa dakarten emaitzak lortzen dira 2100ean, eta hori hautemanezina da itsas mailaren igoeraren ondoriozko aldaketei gainjartzen bazaie (% 25erainoko aldaketak SSP5-8.5 agertokian, 23. irudia).

Modelizazioak zenbait esku-hartze motaren ondorioak aztertzeke aukera ematen du, bereziki elementuen bolumen-aldaketarekin pareka daitezkeen esku-hartzeenak. Zehazki, paduren irekiera-kasu bat aztertzeke eredu hobetu da, irekitzen den eremuaren bilakaera morfologikoaren jarraipena egiteko, baita estuarioko beste elementuena ere. Adibidez, Teileria inguruko irekieraren simulazioak estuarioko elementuen bolumenaren % 2tik beherako aldaketa erakusten du (24. irudia).

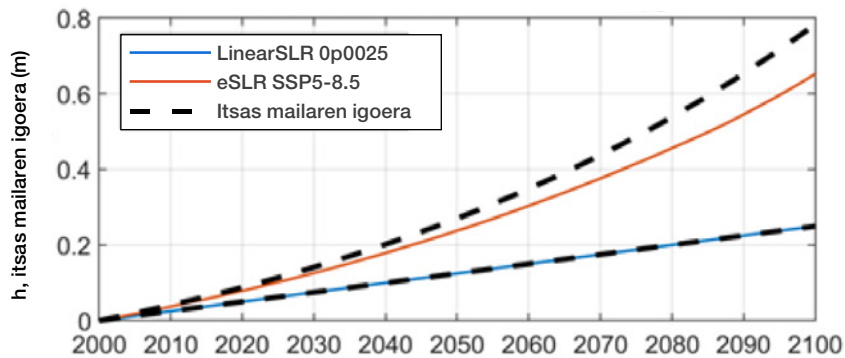
Dokumentu honetan aurkeztutako emaitzak **atarikotzat** hartu behar dira, eta Teileriakoa bezalako jarduketaren efektua ebaluatuko duen xehetasun-azterketa baten osagarri modukotzat, batez ere epe laburrera. Kontuan izan behar da ereduak emaitzetan eragina izan dezaketen zenbait kalibrazio-parametro dituela, eta eredu kalibratu ahal izateko estuarioko elementu guztien bilakaeraren informazioa behar dela, padurak irekitzeko jarduketaren ondorengoa. Iraganean gertatu ziren irekitze-jarduketaren datu eskuragarriak paduren gaineko zundaketetatik datozen datuetara mugatzen dira (Cearreta *et al.*, 2013; García-Artola *et al.*, 2023), eta ereduaren erantzun-denborak bat datozela egiaztatzen da. Kalibrazio osoa egin ahal izateko, azterketa pilotu batetik lor litezkeen datuak beharko lirateke.

Eredua epe luzerako baliozkotu eta kalibratzeko interes handikotzat jotzen da zundaketetatik datorren informazioa aztertzea. Zundaketen informazio eskuragarria paduretan sedimentazioa karakterizatzeko eta ASMITA eredu baliozkotzeko erabili da, baina baita azken 4.000 urteetan izan den estuarioko transgresioaren lehen hurbilketa bat emateko moduko estuarioaren hasierako egoera definitzeko ere. *ChannelForm* ereduarekin egindako esplorazio-lana eredu baten kasu erreal baterako lehen aplikazioa da, eta datu sendoak lortzen dira eskuragarri dauden datuekin (25. irudia). Eredua klima-proiekzioekin elikatuta erabiltzeko, ereduaren hasierako egoera hobetu behar da bereizmen handiagoko informazio geofisiko eta sedimentologikoarekin, eta duela gutxiko transgresio-datuak lortu behar dira (100 urteko eskala), zundaketa berriak eginez.

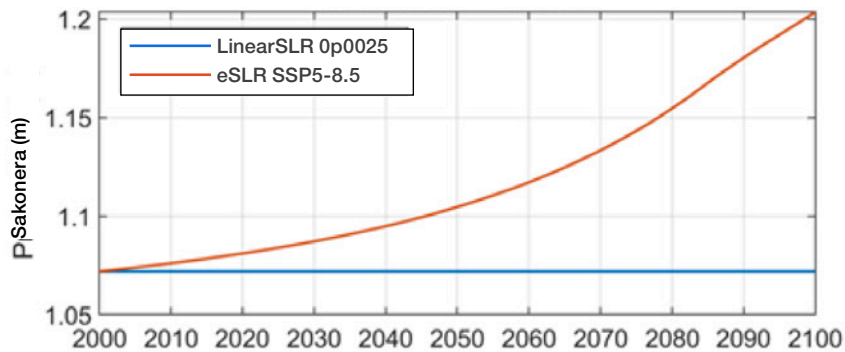


**20. irudia.** Estuarioko itsas transgresioaren eskema. (a) Holozeno aurreko ibai-haran hondeatua; (b) protoestuarioaren eraketa, itsas maila erakutsitako sekzioaren mailara iristen den heinean; (c) sedimentuen hasierako betetzea, gehiegizko egokitze-espazioagatik eta marea-prisma handitzeagatik, estuarioa barnealderantz hedatzen den heinean; eta (d) sedimentuz betetzea, kanala mugitzea eta alubioi-lautada zabalagoa eratzea, itsas mailak gora egiten jarraitzen duen heinean.

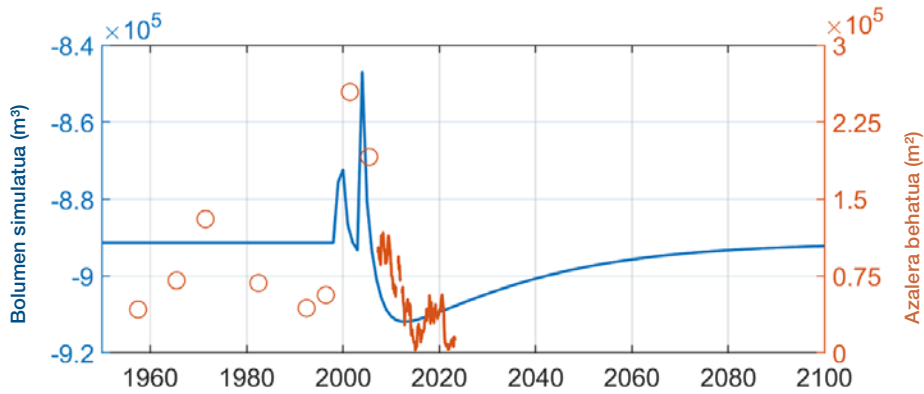
**Sedimentazioa / Itsas mailaren igoera - Padurak**



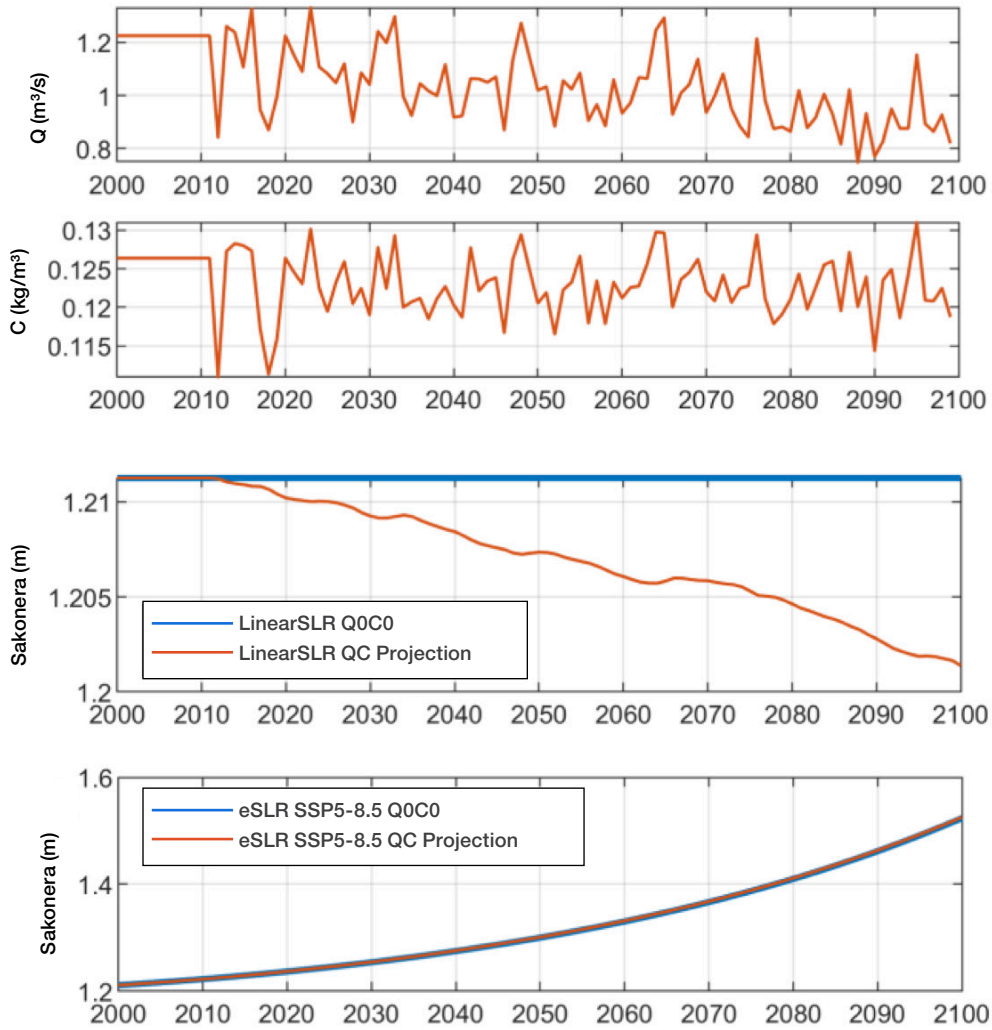
**Sakonera - Padurak**



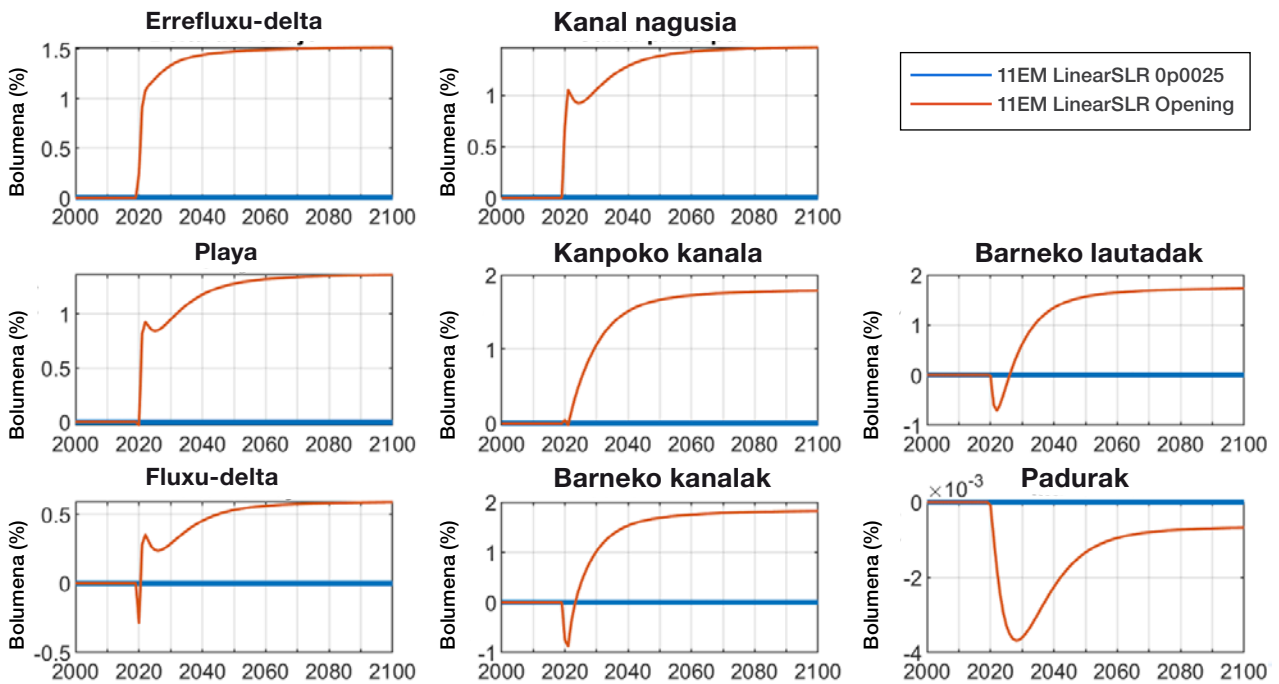
**21. irudia.** Oka ibaiaren estuarioko padurek itsas mailaren igoera linealari (2,5 mm/urte, lerro urdina) eta esponenzialari (SSP5-8.5 agertokia, lerro laranja) emandako erantzuna. Sedimentazioaren eta itsas mailaren igoeraren konparazioa (goian), eta sakoneraren bilakaera 2100. urtera arte (behean).



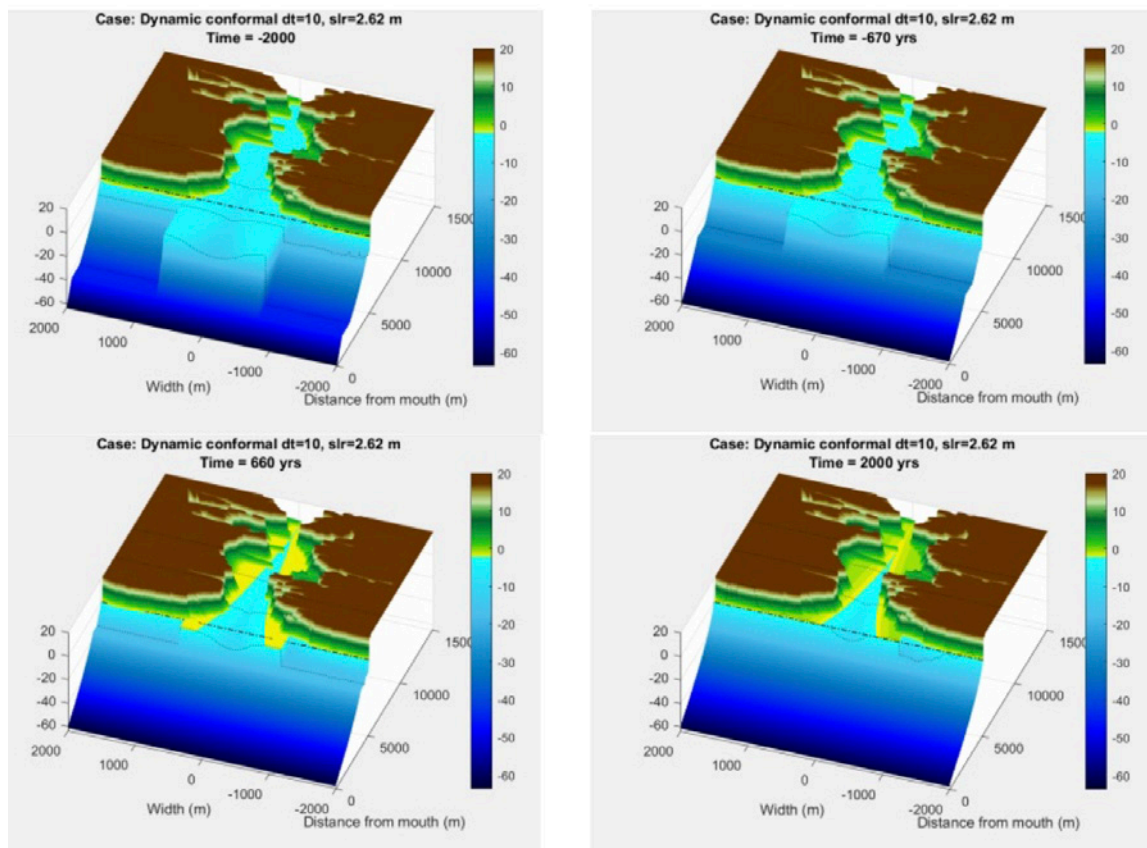
**22. irudia.** 2003ko jarduketaren simulazioaren emaitzak (hondartzaren bolumen erlatiboa, urdinez), eta mareaz gairako eremuaren bilakaeraren datuekiko konparazioa (laranjaz).



**23. irudia.** Oka ibaiaren estuarioak jatorri kontinentaleko ekarpen sedimentarioaren klima-proiekzioei (RCP-8.5) emandako erantzuna. Goitik behera: ibaiaren emariaren proiektzioak (Qibai, m<sup>3</sup>/s), sedimentu-kontzentrazioarenak (kg/m<sup>3</sup>), itsas mailaren igoera linealerako marearteko lautaden sakonera, eta itsas mailaren igoera esponenzialerako marearteko lautaden sakonera (SSP5-8.5).



**24. irudia.** Oka ibaiaren estuarioak paduren irekieraren efektuari emandako erantzuna. Elementu bakoitzaren hasierako bolumenarekiko bolumen mugikorraren aldaketa adierazten da; sakonera-aldaketa batekin pareka daiteke. Itsas mailaren igoera linealaren simulazioak, jarduketarik gabe (lerro urdinak) eta 2020an simulazioan hasitako jarduketarekin (lerro laranja).



**25. irudia.** Topobatimetriak 4.000 urtetan izan duen bilakaeraren emaitza.

## Ur-bilguneak babesteko esparru kontzeptuala eta metodologikoa

Proiektu honetan azaleko ur-bilguneak babesteko asmoz lurralde-plangintzan espazio zehatzak mugatzeko egindako proposamenak kontzeptualki justifikatze aldera, garrantzi handiko 2 esparru aurkezten dira: Lehentasun Hidrologikoko Espazioak (PIRAGUA metodologia) eta Ur-bilguneen Babes Eremuak (URBASO metodologia). Aldez aurretik, aztertu diren indarreko araudien laburpena egiten da, hornidurarako ur-bilguneekin, haien lurralde-esparru hidrologikoarekin eta haiek babesteko moduekin zerikusia dutenena. Kontua da proiektu honetan aurkezten diren lurralde-eragin hidrologikoko proposamenak araudi horietan oinarritzea, ur-bilguneak babesteko alderdi kontzeptualak eta metodologikoak neurri handiagoan zehazteko premia nabarmentze aldera.

### 5.1. Ur-bilguneak babesteko esparru kontzeptuala eta metodologikoa

Proiektu honetan azaleko ur-bilguneak babesteko asmoz lurralde-plangintzan espazio zehatzak mugatzeko egindako proposamenak kontzeptualki justifikatze aldera, garrantzi handiko 2 esparru aurkezten dira: Lehentasun Hidrologikoko Espazioak (PIRAGUA metodologia) eta Ur-bilguneen Babes Eremuak (URBASO metodologia). Aldez aurretik, aztertu diren indarreko araudien laburpena egiten da, hornidurarako ur-bilguneekin, haien lurralde-esparru hidrologikoarekin eta haiek babesteko moduekin zerikusia dutenena. Kontua da proiektu honetan aurkezten diren

lurralde-eragin hidrologikoko proposamenak araudi horietan oinarritzea, ur-bilguneak babesteko alderdi kontzeptualak eta metodologikoak neurri handiagoan zehazteko premia nabarmentze aldera.

### 5.2. Esparru arauemailea

#### 35/2023 Errege Dekretua. Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoa (2022-2027)

<https://www.uragentzia.euskadi.eus/kantauri-ekialdeko-plan-hidrologikoa-2022-2027/-/hirugarren-plangintza-zikloaren-plan-hidrologikoa-2022-2027/>

Plan Hidrologikoan jasotzen den moduan, «Plangintza hidrologikoa sei urtez behingo prozesu zikliko eta iteratibo baten arabera garatzen da, errealitate aldakor baten ondorengo ondoko hurbilketa» (ezagutzen sakontzen jarraitu beharra dago). Eta honako hau gehitzen du: «Demarkazioaren lurralde-ereduaren ezaugarriak topografia malkartsu bat eta lurraldearen zatirik handieneko biztanleria-dentsitate handia dira, eta, horren ondorioz, ibai- eta estuario-ibar asko okupatu dira hiri- eta industria-erabilerrarako, eta horien isurketek presio handia eragin dute, gehienbat, azaleko ur-masetan». Hori ikuspegi partziala besterik

ez da. Izan ere, ur-bilguneen kasuan, batez ere landa-ingurunean, ur-baliabideen gaineko presioak ez datoz ibarren okupaziotik, ezta industriatik ere, nekazaritza eta basogintzako jardueratik baizik. Jarduera hori araudietan ez da behar bezala kontuan hartzen, eta, gainera, uraren kalitateari ez ezik, urtaroko kantitateari ere eragiten dio (murrizketa udan eta, batez ere, udazkenean), eta oso modu larrian eragiten dio lurzorua kontserbazioari berari.

Plan Hidrologikoan honako hau ere esaten da: «Eremu Babestuen Erregistroan jasotako giza kontsumorako ur-bilgune guztiek dagokien **babes-perimetroa** izan beharko dute. Perimetro horretan, babestu beharreko eremuak, kontrol-neurriak eta lurzorua erabilerak eta horietan garatu beharreko jarduerak mugatuko dira, ur-bilguneen kantitateari eta kalitateari kalterik ez eragiteko». Hala ere, demarkazioan deklaraturako babes-perimetro bakar bat dago (2005eko apirilaren 8ko EHAA): Gernikako akuiferoari dagokion lurpeko ur-bilguneena (Vega, Eusko Trenbideak eta Ajangiz-A zundaketak). Kasu hori aipatzen dugu Urdaibai espazioan deklaraturako perimetro bakarra delako, eta ur-bilgune guztien zonazioa ezartzeko jarraitu beharreko bidea erakusten duelako.

Nolanahi ere, Plan Hidrologikoaren IV. eranskinean esaten denez, «babes-perimetroa mugatzean, oro har, irizpide hidrologikoak edo hidrogeologikoak erabiliko dira». Eta honako hau gehitzen du: «babes-perimetroa mugatzen ez bada, **zaintza-eremu** bat ezartzen da, eta, bertan, Administrazio Hidraulikoak jarduerak ur-bilgune babestuaren gainean (eta bereziki haren uren kalitatean eta emarian) dituen eraginaren ebaluazio bat aurkezteko exijitu ahal izango du».

«Zaintza-eremua lurpeko ur-bilguneen inguruko erradio finkoko azalera zirkular bat izango da; eta, azaleko ur-bilguneen kasuan, isurtze-arroaren gaineko erradio finkoko arku bat izango da. Erradio horiek honakoak izango dira: 500 m, 15.000 biztanletik gora zerbitzatzen dituzten hornidura-sistemako ur-bilguneetan; 200 m, 2.000 eta 15.000 biztanle artean zerbitzatzen dituztenetan; 100 m, 50 eta 2.000 biztanle artean zerbitzatzen dituztenetan; eta Administrazio Hidraulikoak zehaztuko duen luzera bat, 10 eta 50 biztanle artean zerbitzatzen dituzten hornidura-sistemako ur-bilguneetan». Araudiak ez du ezartzen, argi eta garbi behintzat, zonazio horrek dakarren erabileren muga; URBASO metodologiak, gero aurkeztutakoak, baldintzatzaileak kontuan hartzen ditu proposaturako zonazioaren barruan adierazitako bufferraren arabera. Plan Hidrologikoan «Klima-aldaketaren ondorioak»

ere aipatzen dira. «Demarkazioan hainbat azterketa egin dira klima-aldaketak aldagai hidrologiko eta klimatikoetan duen eragina aztertzeko, zenbait agertoki eta proiektzioen arabera. Oro har, horiek guztiek adierazi dute prezipitazioa eta urteko isurketa jaitsiko direla eta batez besteko tenperatura handitu eta lurrunketa areagotuko dela. Ondorioz, ur-baliabideen erabilgarritasuna urrituko da demarkazioan». «Klimaren bariazio globalak eta aldagai hidrologiko ezberdinen aldaketak zuzeneko ondorioak izan ditzakete ur-masen eta eremu babestuen baldintzetan, eta, besteak beste, erregimen hidrologikoa, espezieen osaera eta ezaugarri fisiko kimikoak aldatu ditzakete. Horregatik, erresilientzia, zein egokitzeko gaitasuna sendotzeko neurriak hartu eta lan egin behar da, baita klima-aldaketaren efektuak arintzeko ere».

Aipu horiei dagokienez, funtsezkoa da gai bat azpimarratzea, zoritxarrez maizegi araudietan ez baita kontuan hartzen, araudiak ez baitira zuzenean plangintza hidrologikora zuzentzen, lurralde-plangintzara baizik. **Ebapotranspirazioaz** ari gara. Prozesu hori klima-aldaketari lotuta dago, baina baita lurraldearen erabileren kudeaketari ere, batez ere basogintza-erabilerenari, eta Urdaibain presentzia handia dute. Baliabidearen kantitatean duen eraginaz ari gara, haren kalitatera mugatu gabe. Horregatik, basogintzaren egokitze-kudeaketak funtsezko eginkizuna bete dezake lurraldearen erresilientzia hidrologikoan, baldin eta dagozkion arauen —foru-arauak kasu honetan— espirituan hala jasota badago. Ikuspegi horretatik garrantzi handiagoa eman beharko litzaioke arau horietan jasotako «mendi babesleen» deklarazioari, erregimen hidrologikoa eraginkortasunez erregulatzen eta lurzorua kontserbatzen laguntze aldera, urgentzia handiagoarekin hornidurarako ur-bilguneen babes-perimetroetan.

### 3/2023 Errege Dekretua, kontsumoko uren kalitatearen, kontrolaren eta horniduraren irizpide tekniko-sanitarioak ezartzen dituen

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/01/10/3/con>

Errege-dekretu horrek 2020/2184 Zuzentarauaren transposizioa egiten du estatuko legeriara. Zuzentaria «giza kontsumorako uren kalitateari buruzkoa» da eta «bere xedea da pertsonen osasuna kontsumoko uren edozein kutsaduratik eratorritako ondorio kaltegarrietatik babestea, haien osasungarritasuna eta garbitasuna bermatuz, eta kontsumoko uretarako

sarbidea hobetzea». «Kontsumoko uraren produkzioarako urak biltzeko erabiltzen diren ur-masen» egoera onaz interesatzen da. Demarkazio hidrografikoetako plan hidrologikoek horretarako ezartzen duten erregistroan jasota daude. Errege-dekretu horrek nabarmen baldintzatuko ditu ur-bilguneak babesteko moduak eta irizpideak. Zuzentarauak aurrerapen garrantzitsua dakar: «Errege-dekretu honetan ezartzen den arriskuan oinarritutako ikuspegia nobedade garrantzitsua da, hiru osagai integratzen baititu: giza kontsumoko uraren produkzioarako ur-bilguneetako arriskuaren ebaluazioa eta kudeaketa; hornidura-eremuko arriskuaren ebaluazioa eta kudeaketa, hasi ur-bilgunetik eta erabiltzaileari entregatzen zaion arte (hargune esaten zaiona); eta, azkenik, lehentasunezko eraikinetako barne-instalazioen arriskuaren ebaluazioa eta kudeaketa». Proiektu honetan, interesa lehen osagaira mugatzen da: «Ur-bilguneetako arriskuaren ebaluazioari eta kudeaketari dagokionez, ikuspegi holistikoa hartu behar dute, eta kontsumoko uraren produkzioarako behar den edateko uraren arazketa-maila murriztera bideratutako neurrien oinarria izan behar du». Hau da, jatorrian kalitatea zenbat eta hobea izan, orduan eta txikiagoa izango da ondoren behar den tratamendua, nahiz eta, zuhurtzia beharrezkoaren ondorioz, beti aurreikusita egon behar duen.

Errege-dekretu horrek aintzat hartzen dituen definizio batzuk kontuan hartzea komeni da: «Bilguneko ura: ur-masetako bilguneko urak, kontsumoko uraren produkzioarako erabiliko direnak, edozein dela ere haien jatorria eta, hala badagokio, behar duten tratamendua. Ur-bilgunea: kontsumoko uraren produkzioa bideratutako ura biltzen den eremua; bertan dauden jarduerak, lurzorua erabilerekin edo haren izaerak bildutako uraren kalitatean eragina izan dezakete: 1. Azaleko ur kontinentalen bilguneen kasuan, urak erauzketa-punturantz drainatzen dituen eremu hidrologikoak, arroak edo drainatze-azpiarroak osatuko du» (gure Lehentasun Hidrologikoko Espazioaren kontzeptua da). Nabarmentzekoa da «ur-bilgune» kontzeptuak hartzen duen garrantzi berritua, «bilguneko uraren» interesa bere lurralde-ingurunera hedatzen baitu. Horregatik jasotzen du testuak «administrazio hidraulikoak» ezarri behar duela «ur-bilguneen geometria, informazio-zerbitzu elkarreragingarrien bidez».

Errege-dekretuan «ur-bilguneetako arriskuak ebaluatzen dituzten elementuak» zehazten dira. Elementu horien artean daude, besteak beste, «ur-bilguneen karakterizazioa» eta «klima-aldaketaren ondorio diren arriskuak» modu espezifikoan kontuan hartzea, «haiei aurre egiteko egokitze-neurri egokienak identifikatzeko asmoz».

Karakterizazioak barnean hartzen du «**babes-perimetroen** kartografia», 907/2007 Errege Dekretuan azaldutakoaren arabera egin beharrekoa: «Plan hidrologikoak babes-perimetroak ezarri ahal izango ditu, jabari publiko hidraulikoa kutsatzeko edo degradatzeko arriskua ekar dezaketen jarduerak debekatzeko... Era berean, plan hidrologikoan jasoko dira lurpeko ur-masen egoera babesteko ezarritako perimetroak». Adierazi beharra dago Urdaibaiko esparruan deklaraturako babes-perimetro bat besterik ez dagoela, eta lurpeko urena dela. Karakterizazioak barnean hartzen ditu, halaber, «lurzoruaren erabilerekin deskribapena, jariatze-urak eta ur-bilguneak elikatzen dituzten prozesuak». Urdaibairen kasuan gai hori funtsezkoa da, baina lurzorua erabilera ez ezik, basogintzakoa gehienbat, batez ere haren kudeaketa ere, horrek nabarmen baldintzatzen baititu jariatze-urak eta ur-bilguneak elikatzen dituzten prozesuak.

## Euskadiko Lurzorua Babesteko 2030erako Estrategia (Eusko Jaurlaritza, 2022)

<https://www.ihobe.eus/argitalpenak/euskadiko-lurzorua-babesteko-2030erako-estrategia>

Lurzorua plangintza hidrologikoan zein lurralde-plangintzan maiz azaltzen den elementu biofisikoa dela kontuan harturik, eta haren funtzionaltasun hidrologikoa aintzakotzat hartuta, gure gaiarekin zerikusia duten estrategia horren alderdi positibo batzuk sartu ditugu hemen, haren hutsuneak ere erakutsita. «Funtsezko gai» gisa onartzen duenez, «Lurzoruaren babesari sistematikoki ez ikusi egin zaio denbora luzean. Kutsadura izan da politika espezifikoaren xede bakarra, herrialde garatuetan —batez ere industrializatuenetan— sortzen diren arazoaren garrantziaren ondorioz. Hala ere, kutsaduraz harago, badira ekosistema edafikoaren osotasun funtzionalarekiko beste mehatxu batzuk: higadura; zigilatzea; gazitzea; trinkotzea; materia organikoaren eta biodibertsitatearen galera; edo lerradurak (halakoak ez dira ahaztu behar helburua ingurunearen babes integrala bada). Gainera, ez da ahaztu behar lurzorua klima-sistemaren elementu garrantzitsua dela —eta askotan zaindu gabea—, ozeanoen ondoren bigarren karbono-hustulekua delako».

Begien bistakoa denez, estrategiak hasieratik jasotzen ditu lurzuruko ekosistemak ematen dituzten zerbitzuak eta horien euskarri diren funtzioak. Hala, erregulazio-zerbitzuen artean jasotzen ditu «uraren kalitatearen erregulazioa» eta «ur-horniduraren erregulazioa», eta

hornidura-zerbitzuen artean «ur-iturriak». Higadurari dagokionez, ondorioztatzen da «landare-estalki iraunkorra ziurtatzen duten lurzorua erabilerek lurzoru-galera eraginkortasunez murrizten dutela», eta nabarmentzen da «higaduraren baldintzatzaileak lurraldearen esku-hartze edo kudeaketako edozein politikatan txertatu beharra». Erronka teoria praktika efizientera eramatean datza, basogintzaren kudeaketatik hasita. Lurzoru-galerak lurzorua hezetasun-erregulazioaren murrizketa dakar, eta, ondorioz, ibilgurako sedimentu-ekarpenaren igoera. Alderdi horiek zuzeneko eragina dute lurraldearen funtzionalitate hidrolotikoa. Izatez, lurzorua hezetasuna erregulatzeko zerbitzua haren osasunaren partetzat hartzea funtsezkoa izango litzateke lurraldearen egokitze-kudeaketan.

Estrategiaren «Planteamendu estrategikoaren» «2050erako ikuspegian» «EAEko lurzoru guztiak modu jasangarrian kudeatzen dira, eta, aldi berean, mehatxuei arrakastaz aurre egiten zaie; horrela, lurzorua funtzioak epe luzean bermatzen dira, etorkizuneko belaunaldiak erabil dezaten». Horren aldeko apustua egiten dugu, baldin eta lurzorua funtzioaren artean hidrolotikoa sartzen badira, are gehiago helburu gisa planteatzen denean «elkarren mendeko diren bi kontzeptu horiek —lurzorua eta lurraldea— bat etortzea». Ura da, izatez, bien arteko konektorea.

## Urdaibaiko Biosfera Erreserbaren Erabilera eta Kudeaketa Zuzentzeko Plana

<https://www.euskadi.eus/bopv2/datos/2016/11/1605040e.pdf>

## Urdaibaiko Biosfera Erreserbako Horniduraren Lurralde Ekintzako Plana

<https://www.busturialdekoura.com/biltegia/LEE-PAT/PAT-documento-5.pdf>

Erabilera eta Kudeaketa Zuzentzeko Plana 139/2016 Dekretuak onartzen du (2016ko azaroaren 28ko EHAA). 1.2.1 artikuluan («Berrikustea eta aldatzea») honako hau dio: «Plan honen indarraldia mugagabea da, baina berrikusi egin beharko da honako kasu hauetan: a) Indarrean sartzen denetik hamar urteko epea igarotzen denean». Beraz, 2026an berrikusi beharko litzateke, eta horrek aukera ematen du sintesi honetan ur-bilguneak babesteko lurralde-eragina duten neurrien inguruan adierazten ari garen alderdiak kontuan hartzeko, eta ezinbestean izan behar dute indarrean dauden

araudietan jasota dagoena baino zehatzagoak.

Izatez, gai horren inguruan, 4.5.2 artikulua («Hiri-zuzkidurarako ura hartzeko eremuen babesa (UHEM)») da ur-bilguneak berariaz aipatzen dituenena, eta honako hau esaten du bere puntu bakarrean: «Urdaibaiko Biosfera Erreserbako Zuzkiduraren gaineko Lurralde Ekintza Plana mugatu eta erregulatuko ditu hiri-zuzkidurarako ura hartzeko eremuak babesteko esparruak». Lurralde Ekintzako Plana «azpiegiturak ezartzeko eta definitzeko plan berezia da ... Urdaibaiko Biosfera Erreserbaren Erabilera eta Kudeaketa Zuzentzeko Planaren helburuak lortzea ahalbidetuko du, aurreikusitako zehaztapenak garatzen dituen hirigintza-eta ingurumen-erregulazio xehatuaren bitartez...».

Lurralde Ekintzako Plana 22.1 artikuluan («Ur-aprobetxamenduak») dioenez, «azaleko eta lurpeko ur-aprobetxamenduak uren arloan indarrean dagoen legerian ezarritakoa kontuan harturik erregulatuko dira». Aurreko apartatuetan komentatu dugu legeria hori. Nolabait ere, arauen zirkulu itxi batean gaude. 24.2 artikuluan («Babes-perimetroak eta zaintza-eremuak») Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrolotikoa Plan Hidrolotikoa esandakoa jasotzen da: «Eremu Babestuen Erregistroan jasotako giza kontsumorako ur-bilgune guztiak dagokien babes-perimetroa izan beharko dute. Perimetro horretan, babestu beharreko eremuak, kontrol-neurriak eta lurzorua erabilerak eta horietan garatu beharreko jarduerak mugatuko dira, ur-bilguneen kantitateari eta kalitateari kalterik ez eragiteko».

Erabilera eta Kudeaketa Zuzentzeko Planaren berrikuspina aukera ezin hobea izango litzateke Urdaibaiko lurraldeko Lehenetsun Hidrolotikoko Espazioak txertatzeko, ur-bilguneen perimetroen eta haien barne-zonazioaren mugaketa argudiatuta, eta, horrekin batera, kartografiatutako eremuetan lurzorua erabileren baldintzatzaileak zehazteko, ur-bilguneko ur-baliabidearen gainean zenbaterainoko eragina duten kontuan hartuta, kantitateari, kalitateari eta urtarokotasunari dagokienez. Gure proposamenak ildo horretan doaz. Horrek lagunduko luke, gainera, aipatutako 3/2023 Errege Dekretuan «giza kontsumoko uraren produktiorako ur-bilguneetako arriskuaren ebaluazioari eta kudeaketari» buruz jasotakoa Urdaibaiko espazioan betetzen.

Araudien azterketatik ondorioztatzen denez, araudi guztiak Plan Hidrolotikoko Eremu Babestuen Erregistroko ur-bilguneetan babes-perimetroak ezartzeko beharra jasotzen duten arren, praktikan jartzen direnak oso urriak dira, are gehiago azaleko

uren kasuan. Horietan, babesa zaintza-eremu batera mugatzen da. Eremu hori isurtze-arroaren gaineko erradio finkoko arku batek mugatzen du, 100 eta 500 m arteko arku-luzerakoak, hornitutako biztanle kopuruaren arabera. Mugaketa irekiegia da, zehaztasun handiagoa behar duena eta ur-bilguneen gaineko inpaktua kontuan hartu beharko lukeena, bai baliabidearen kalitatearen bai kantitatearen eta urtarokotasunaren gainekoa, alderdi horiek ez baitira behar bezala jasotzen araudietan. Paradigma-aldaketa behar da ur-bilguneen lurralde-babesa ulertzeko moduan, are gehiago 2020/2184 Zuzentarauak eta 3/2023 Errege Dekretuaren bidezko transposizioak nobedade garrantzitsu gisa ekartzen duen «arriskuan oinarritutako ikuspegia» kontuan hartuta.

Araudiek ere ez dute argi eta garbi ezartzen babes-perimetroen eta horien barne-zonazioaren espazio-mugaketak dakarren erabileren muga. Egoeren kasuistika zabala izan badaiteke ere, araudi batera eramaten zaila, errealtatera hobeto egokitzen diren eta ebidentziekin arauen egokitzapen beharrezkoak justifikatuko dituzten irizpide hidrokologiko-edafiko orokorren aldeko apustua egin behar da. Aldaketetara egokitzearen kontzeptua araudien esparrura iritsi behar da. URBASO metodologiak paradigma-aldaketarako laguntza izan nahi du, baldintzatzaileak kontuan hartzen baititu lurzoruaren erabileran proposatutako zonazioaren barruan adierazitako bufferraren arabera.

### 5.3. Lehentasan Hidrologikoko Espazioak

UPV/EHUK PIRAGUA proiektuari egindako ekarpena hartzen da erreferentziatzen (INTERREG-POCTEFA (EFA210/16, 2018-2021): «LURRALDEAREN FUNTZIONALITATE HIDROLOGIKOAREN KUDEAKETATIK ABIATUTA KLIMA-ALDAKETARA EGOKITZEA. Zerbitzu hidrologikoen erabilgarritasuna bermatuko duen erabilera-mosaiko baten alde»<sup>26</sup>.

Helburua da **lurraldea bere funtzionalitate hidrologikotik abiatuta egokitzea**. Horretarako, zerbitzu hidrologikoak (ur-hornidura, kantitatez eta kalitatez, espazioan eta denboran) ematen dituzten arroko eremuei lehentasuna emango zaie, eta beste zerbitzu ekosistemiko batzuekin (hornidura, erregulazioa, euskarria, kulturalak) duten erlazio konplexua kontuan hartuko da. Kontua da lurraldeko espazio aldakorrenetan jardutea, hau da, lurzoruaren erabileretan aldaketak gertatzen ari diren arroko eremuetan, etorkizuneko erabilerak klima-aldaketara nola egokitu daitezkeen zehazteko, zerbitzu hidrologikoak hobetzea kontuan hartuta. Helburu horrek lehentasun handiagoa du gaur egungo edo etorkizuneko ur-bilguneak (azalekoak eta lurpekoak) kargatzeko eremuak definitzen dituzten lurralde-espazioetan. Izan ere, eremu horiek eremu estrategikotzat hartu behar dira plangintza hidrologikoan ez ezik, lurralde-antolamenduan ere.

**Zerbitzu hidrologikoez** ari gara, zeren zerbitzu ekosistemikoez ingurumen-estrategietan hartzen duten nabarmentasuna gorabehera, horietan beti ez baitaude irudikatuta urarekin erlazionatutako onurak. Ildo horretan, Brauman *et al.* (2007) ezinbesteko erreferentzia dira, ekosistemek eskainitako zerbitzu hidrologikoen balioa nabarmentzen baitute, eta haien ondorio diren onurak lau esparrutan kategorizatzen baitituzte: kantitatea, kalitatea, kokapena eta unea.

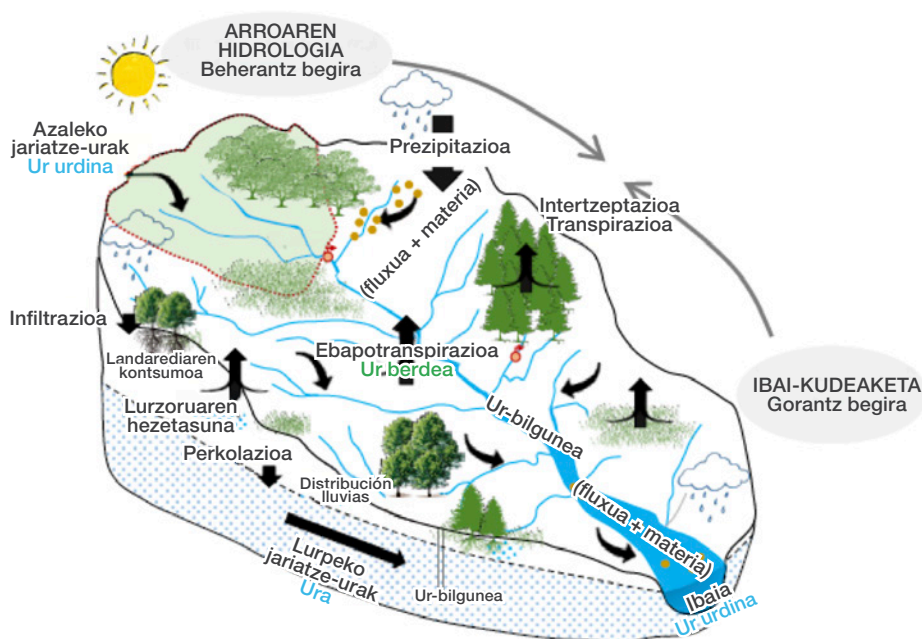
Lurzoruaren erabileren bi mota kontuan hartzen dira: denboran finkatutakoak, landare-masetan eta lurzoruaren aldaketa handirik eragiten ez dutenak (hamarnaka urteko baso-masak, non egindako kudeaketak aldaketa hidrologikoa nabarmenik ez baitakar); eta aldaketa-egoeran daudenak, masen dinamikan aldatu garrantzitsua dutenak (hasi abandonatuta dauden belardietatik eta txandaketa-ziklo laburrak dituzten hazkunde azkarreko espezieen plantazioetara iritsi arte, **ebapotranspirazioaren** baldintzak eta lurzoruaren berezkoak eraldatuz). Kasu horretan, eremu guztiei ez zaie lehentasun bera eman behar: batzuetan, zerbitzu hidro-ekosistemikoak lehenetsi behar dira (ur-bilguneak egotea, ingurumen-emariak mantentzeko beharra...); beste batzuetan, beste zerbitzu batzuk, hala nola karbonoaren finkapena edo zur-produkzioa, lurraldean zerbitzuak elkarren osagarri izan daitezten.

26 <https://digital.csic.es/handle/10261/271868>

Egokitzapenaren alorrean jarduteak lurraldearen dinamika ezagutzea dakar, eta ebolutiboa da denboran. **ARRO ikuspegia** behar dugu, IBILGU ikuspegiaz harago. ARRO ikuspegian (26. irudia, ibaia erantzun gisa) lurraldea klima-aldaketaren ondoriozko efektuen hartzailetzat ez ezik, kausa erantsizat edo indargetzailetzat ere hartzen da (lurralde-okupazioaren efektu hidrológicoak). Hala, **lurraldearen egokitze-kudeaketak aldaketaren nahi gabeko efektuak arintzen lagundu behar du, zehazki, ur-baliabideen gainekoak arintzen.**

Paradigma-aldaketa beharrezkoa da etorkizuneko agertokien aurrean lurraldearen egokitze-kudeaketarantz

aurrera egiteko. **Lehentasun Hidrológico Espazioak** aurkezten ditugu (26. irudia): «Ur-baliabideen erabilgarritasuna, espazioan eta denboran, kantitatean eta kalitatean bermatzeko lehentasuna izan behar duten lurraldearen zatiak. Azaleko ur-bilguneen kasuan, ur-bilgunera isurtzen duen drainatze-arro osoa hartzen du barnean Lehentasun Hidrológico Espazioak. Lurpeko uren kasuan, isurtze-arroaren mugaketa konplexuagoa da eta azterketa espezifikoak behar ditu». Kasu gisa, ur-bilguneak kargatzeko eremuak daude, edozein dela ere haien izaera eta eskala. Izan ere, klima-aldaketaren aurreko lehentasun hidrológico eremu estrategikotzat hartu behar dira plangintzan.



**26. irudia.** Ibai-arroa prozesuen sistema integratu gisa: ARRO ikuspegia, lurraldearen egokitze-kudeaketarako ezinbestekoa, ibilguaz harago (hemendik aldatua: Zabaleta *et al.*, 2021<sup>27</sup>). Gorriz adierazi da ur-bilgune batekin lotutako Lehentasun Hidrológico Espazio bat.

27 <https://ojs.ehu.eus/index.php/ekaia/article/view/22113>

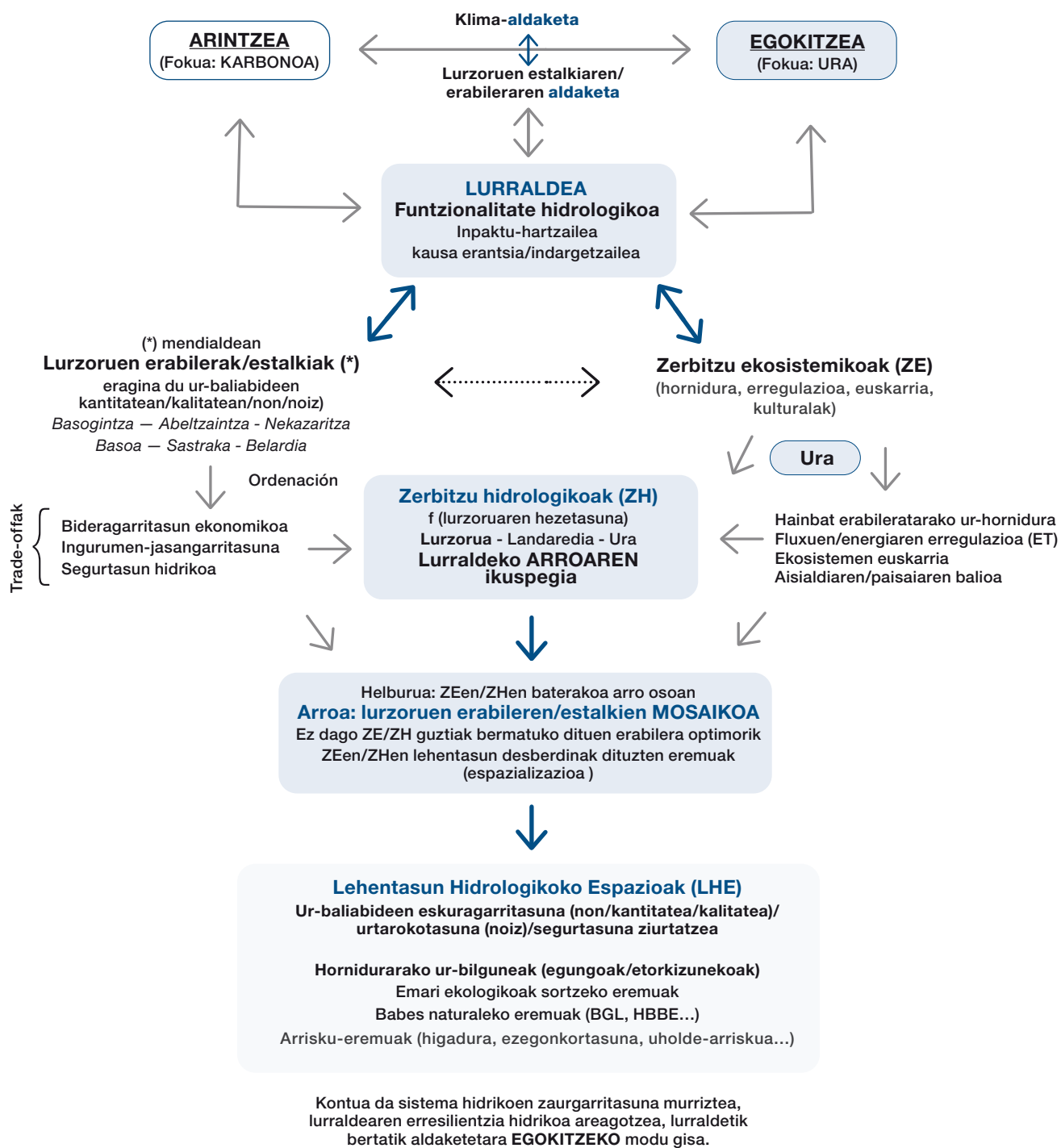
Ilido horretan, adierazi behar da klima-aldaketa inpaktu hidrologikoen sortzaile izatea ez dela eztabaidatzen, eta plangintza hidrologikoa kontuan hartu ohi bada ere, lurralde-plangintzan ez dela aintzat hartzen ur-baliabideei dagokienez. Hain zuzen ere, kontuan hartu beharreko beste aldaketa bat dago, lurzorua erabilerena (eta haien kudeaketarena), zuzenean zenbait lurralde-eskalatuko erabakien mende dagoena (lurraldearen antolamendua, basogintza-politikak...). Aldaketa horren inpaktuak (batez ere baliabidearen kantitatearen gaineko eragina, ebapotranspirazioa handitzearen ondorioz) ez dira egoten plangintza hidrologikoa jasota. Beraz, esan daiteke plangintza horrek ez duela behar den neurrian kontuan hartzen lurraldearen zati guztien funtzionalitate hidrologikoa. Inpaktuak bereiztea oso garrantzitsua da, zeren etorkizuneko agertoki hidrologikoak aurreikusitako klima-agertokiaren arabera proiektatzea ahalbidetuz gain, gaur egungo egoeratik abiatuta lurralde-eragina duten neurriak ezartzeko aukera ematen baitu, lurzorua erabileren plangintza eta kudeaketa espazialaren bitartez, egokitze-ikuspegi estrategikoa aintzat hartuta.

Funtsezkoa da lurraldetik bertatik aldaketetara egokitzeko aukerak ezagutzea eta aztertzea, lurzorua funtzio hidrologikoa eta bertan dauden landare-estalkien behar hidrikoak kontuan hartuta. Ilido horretan, ebapotranspirazioa da balantze hidrikoaren termino baldintzatzaileena, nahiz eta plangintza hidrologikoa prezipitazioei eta emariei interes handiagoa eman zaien. Esan daiteke **lurzorua plangintza hidrologikoaren termino ahaztuena den bezala, ebapotranspirazioa balantze hidrikoaren termino ahaztuena dela.** Balantze hidrikoaren funtsezko hiru termino dira prezipitazioa (P), ebapotranspirazio potentziala (ETP) eta ebapotranspirazio erreala (ETE). **Klima-aldaketak**

**lehen bietan eragina badu (P eta ETP), lurzorua erabileren aldaketak batez ere hirugarrenean (ETE) du eragina.**

Hor hartzen du zentzurik handiena **Baso Hidrologiak**, baso-lurzoru-ur erlazioaren ezagutza-esparru gisa. Calder-en (2007) arabera —alor horretako erreferentzia nagusietako bat—, baso-hidrologiak azken urteetan aurrerapen garrantzitsuak izan baditu ere, ezagutza zientifikoa beti ez da iritsi baso-politikaren alorrera. Eta aipatzen du, gainera, baso-programak, batez ere, biodibertsitatearekin, ikatz-bahiketarekin, zur-produkzioarekin, onura ludikoekin... zerikusia duten alderdietara zuzenduta egoten direla, baina ur-baliabideen gaineko efektuak ez direla beti kontuan hartzen. Autoreak azpimarratzen duenez, iritzi publikoak basoek ekartzen dituzten onurei buruz duen pertzepzioa ez dator bat esparru guztietan ebidentzia zientifikoekin, eta **basoen funtzio hidrologikoa** nabarmentzen du.

27. irudiak zerbitzu hidrologikoen errekonozimendutik klima-aldaketara egokitzeko eskema kontzeptual bat jasotzen du, ura egokitzapenaren ardaztat hartuta, eta lurraldearen kudeaketa, berriz, aldaketaren efektuen kausa erantsizat edo indargetzailatzat. 28. irudian ikus daiteke **Lehentasun Hidrologikoko Espazioak** ezartzeko ibilbide-orria. Lehen urratsa haien mugaketa da, ur-bilgunearen izaera (azaleko eta lurpeko urak) eta han baliabidearen presentzia baldintzatzen duten prozesuen espazio-esparrua kontuan hartuta. Espazio horiek «**bokazio**» hidrologikoko espazio gisa jasota egon beharko lukete lurralde-plangintzan. Bigarrena lurzorua erabilerak eta kudeaketak dituzten inplikazioei buruzko diagnostikoa da, batez ere erabilera finkatugabeen dagokiena.



**27. irudia.** Lehentasun Hidrolögikoko Espazioak identifikatu eta haien gainean jardutearen bidez lurralde-plangintzan zerbitzu hidrolögikoa kontuan hartzeko eskema kontzeptuala.<sup>28</sup>

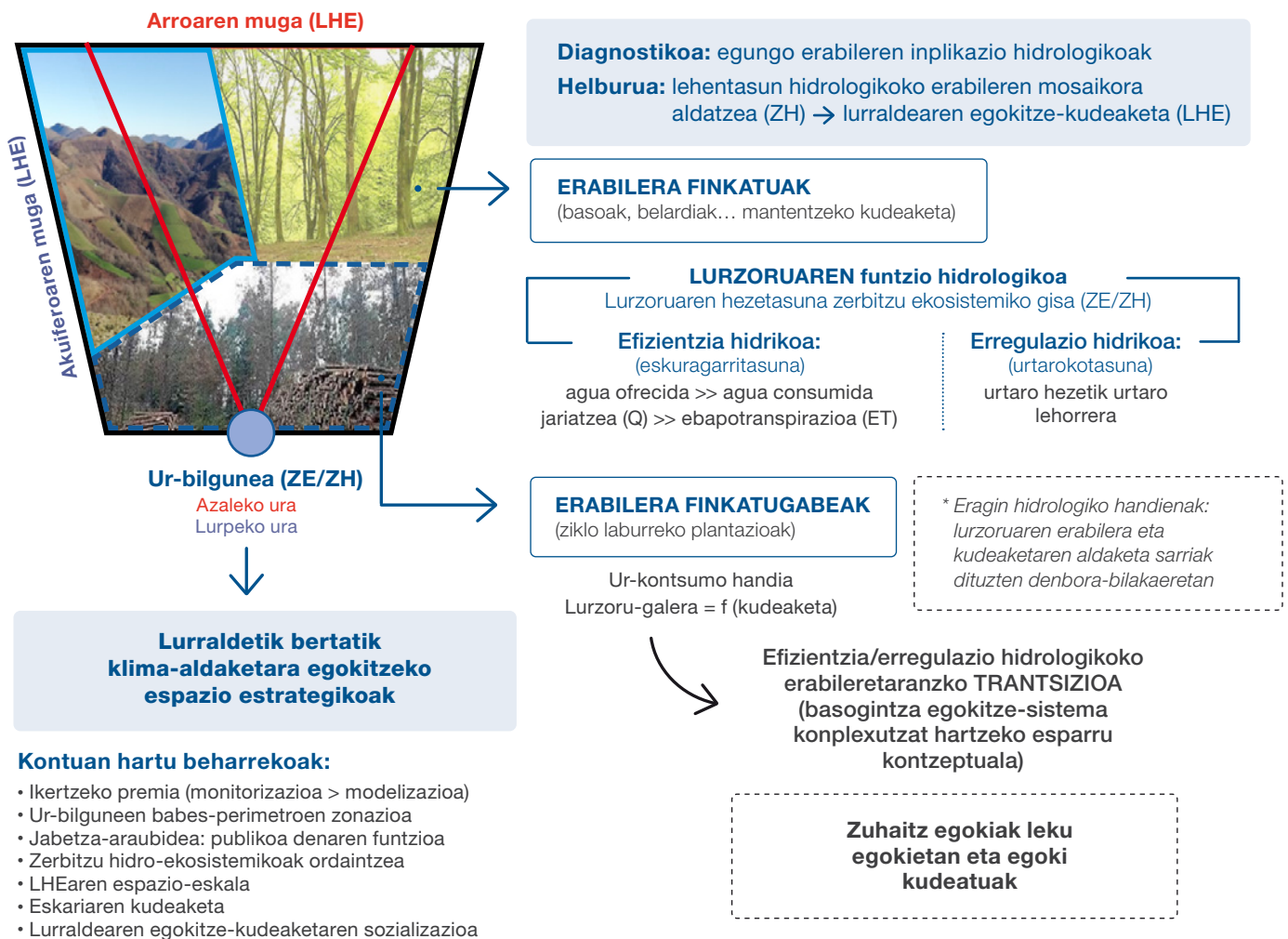
28 <https://digital.csic.es/handle/10261/271868>

Ildo horretan, kezkarria da Urdaibaiko espazioan Lehtasun Hidrologikoko Espazioetan hazkunde azkarreko eta mozketa-ziklo laburreko baso-plantazioak izatea, zuhaitz gazteen ur-kontsumo handiari (baliabidearen kantitatean du eragina) lurzoru-galera gehitzen baitaio (eta ondoriozko sedimentu-arrastea, kalitatean eragina duena), zenbaitetan oso garrantzitsua izaten dena, maiz samar desegokia izaten den baso-kudeaketaren ondorioz. Landarediaren efizientzia hidrikoa eta lurzoruaren erregulazio hidrologikoa (segurtasun hidrikoaren ikuspegiarekin) bermatuko dituzten arroko erabileretarantzko trantsizio beharrezkoan, funtsezkoa da basogintza berriz pentsatzea (baso-hidrologia) eta egokitze-sistema konplexu gisako esparru kontzeptual baterantz zuzentzea: zuhaitz egokiak leku egokietan, eta behar bezala kudeatuak. Ildo horretan, 7. apartatuan

proposatzen diren zerbitzu ekosistemikoak ordaintzeko neurriek trantsizioa bermatzeko esparru sozioekonomiko egokia eskain dezakete.

**Egokitzapena, oroz gain, prozesu sozial kolektiboa da, jendearengandik eta jendearentzat, lurraldetik eta lurraldearentzat egiten dena.** Herri-jakinduria handia dago eguneratu gabe, memoria historiko handia berreskuratu behar da lurraldeko aldaketen inplikazioen inguruan, eta den-dena da beharrezkoa oraina ulertzen laguntzeko. Gainera, lurraldearen eta bertako jendearen erresilientzia hidrologikorantz aurrera egiteko, beharrezkoa da askotariko ezagutza akademikoko pertsona asko inplikatzeko, jakintza partzialak integratuz diagnostiko zehatza eta aurreikuspen konplexuak egiten lagundu dezaten, eta, ondorioz, erabakiak hartzeko informazioa eman dezaten.

### LEHTASUN HIDROLOGIKOKO ESPAZIOAK (LHE): ur-bilguneak



28. irudia. Lehtasun Hidrologikoko Espazioak ezartzeko ibilbide-orria.

## 4.6. Ur-bilguneen babes-eremuak: URBASO metodologia

Eremu horiek ezartzeko URBASO proiektuaren metodologia hartu da erreferentziatzen (LIFE20 ENV/ES/000687, 2021-2015; NEIKER, UPV/EHU, BC3 eta BBUP/CABB: «Giza kontsumoko hornidurarako ur-bilguneen arro hidrografikoak mugatzeko eta karakterizatzeko eskuliburua»<sup>29</sup>).

Aipatutako eskuliburua hornidurarako ur-bilguneen arro hidrografikoak mugatzeko eta arroaren ezaugarri multzoa (lurzoruaren konposizioa eta erabilera edo haren higakortasuna barne) kalkulatzeko prozedurak jasotzen ditu. Prozedura horiek, software libreko eta kode irekiko informazio geografikoko sistemak erabiliz, partzialki edo guztiz automatizatzeko berariaz sortutako tresnak deskribatzen ditu (gure kasuan, informazioaren zati handi bat GeoEuskadiren FTPtik hartu da<sup>30</sup>). Tresnak eta eskuliburua baliagarriak izango dira arro hidrografikoen karakterizazioaren estandarizazioa, efizientzia eta erreproduzigarritasuna

areagotzeko monitorizazio-programen barruan, eta, zehazkiago, babes-eremuen ezarpenaren barruan. 29. irudian ikus daiteke metodologia hori garatzeko lan-fluxua.

Izatez, arestian aipatu den indarreko araudiaren arabera, Eremu Babestuen Erregistroan jasotako giza kontsumorako ur-bilgune guztiek dagokien **babes-perimetroa** izan beharko dute. Perimetro horretan, babestu beharreko eremuak, kontrolneurriak eta lurzoruaren erabilerak eta horietan garatu beharreko jarduerak mugatuko dira, ur-bilguneen kantitateari eta kalitateari kalterik ez eragiteko. Metodologia horren aplikazioaren adibide gisa jasotzen da Mape 1 ur-bilgunearen kasua. Ur-bilgune hori Busturiko udal-mugartean dago. Bildutako ur kantitatea eguneko 746,5 m<sup>3</sup>-koa da (URA - Uraren Euskal Agentzia), eta 5.000 pertsona baino gehiago hornitzeko ahalmena du, egunean pertsonako 146 l-ko batez besteko kontsumoa asumituz. 2. taulak Mape 1 ur-bilgunearen arroko uraren, lurzoruaren erabileren, lurzoru moten eta klimaren ezaugarrien laburpena jasotzen du, eskura dagoen informazioarekin.



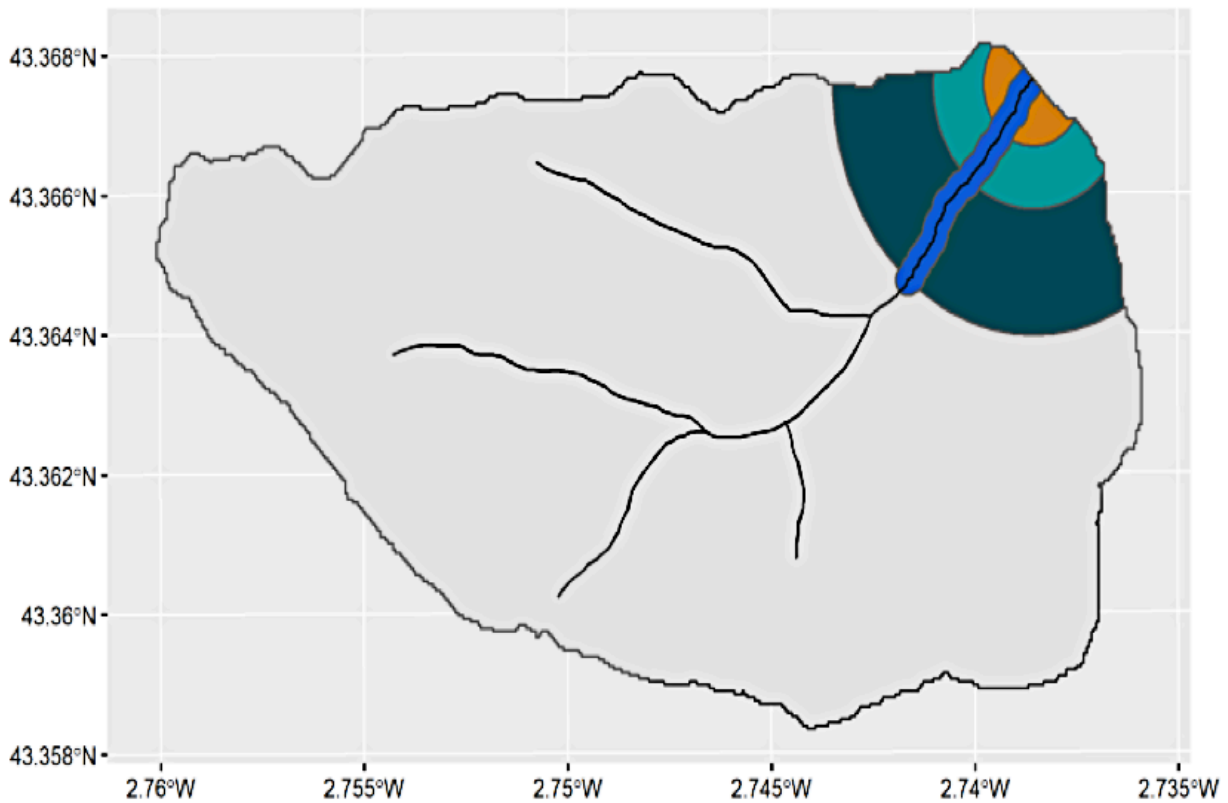
**29. irudia.** Giza kontsumoko hornidurarako azaleko ur-bilguneen arro hidrografikoak mugatzeko (berdez) eta karakterizatzeko (marroiz) lan-fluxua.

<sup>29</sup> [basozaintza@neiker.eus](mailto:basozaintza@neiker.eus)

<sup>30</sup> <ftp://ftp.geo.euskadi.eus/>

Ur-bilgunera isurtzen duen arroaren espazio-mugaketatik abiatuta (Lehentasun Hidrologikoko Espazio izendatu duguna), arroaren barruko babes-eremuak mugatzen dira. Hala, ur-bilgunetik ibaian gora 4 babes-eremu definitzen dira: 25 metro ibaiaren alde banatan eta 100, 200 eta 400 metroko hiru zerrenda ur-bilgunetik aurrera. 30. irudian ikus daiteke Mape 1 ur-bilgunearen (Busturia) adibidea. Babesaren

zonazio-proposamen hori bat dator Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrografikoaren Plan Hidrologikoan<sup>31</sup> babes-perimetroen mugaketarako azaldutakoarekin. Baina URBASO metodologia harago doa, zeren bere asmoa baita, babes-eremuak mugatzeaz gain, **lurzorua eta haren erabilerak kudeatzeko neurriak** proposatzea, lurraldearen erresilientzia hidrologikoa sustatzeko (3. taula).



**30. irudia.** Mape 1 arroko babes-eremuen mugaketa. Ur-bazterreko eremua (urdinez), babes bereziko eremua (laranjaz), tarteko babes-eremua (berde ilunez) eta urruneko babes-eremua (turkesaz).

31 <https://www.uragentzia.euskadi.eus/plan-hidrologico-tercer-ciclo-planificacion-2022-2027/webura00-01020102planrevision/es/>

	UNITATEAK	EMAITZA
<b>URA</b>		
Hartutako ur-bolumena	m <sup>3</sup> /egun	746,5
Hornidura	pertsona-kopurua	7465
Solido esekiak	mg/L	
Karbono organiko disolbatua	mg/l	
<b>LURZORUAREN ERABILERA</b>		
Landatzeko basoa	% okupazioa	90,2
Espezie nagusia	lzena	Intsinis pinua
Espezie nagusia	Espezie nagusiak okupatutako %	39,7
Masa nagusiaren egoera	lzena	Tantai-basoa
Masa nagusiaren egoera	Masa nagusiaren egoerak okupatutako %	48,5
<b>LURZORU-MOTAK ETA HORIEN PROPIETATEAK</b>		
Lurzoru-mota nagusia	Edafotaxa, FAO taxonomiaren arabera (1984)	Kanbisol gleikoa
Eremu-ahalmena	cm <sup>3</sup> ur / cm <sup>3</sup> lurzoru	0,36
Zimeldura-puntua	cm <sup>3</sup> ur / cm <sup>3</sup> lurzoru	0,19
Asetasun-puntua	cm <sup>3</sup> ur / cm <sup>3</sup> lurzoru	0,52
Ur erabilgarria	cm <sup>3</sup> ur / cm <sup>3</sup> lurzoru	0,17
Eroankortasun hidraulikoa	cm/h	0,35
Iragazkortasun-mota		Motela, neurriz
Higadurarekiko sentikortasuna		Oso handia
<b>KLIMA</b>		
Egungo urteko prezipitazioa	mm	1430
Etorkizuneko urteko prezipitazioa	mm	1285
Egungo euriaren higagarritasuna	MJ mm hm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> yr <sup>1</sup>	695
Etorkizuneko euriaren higagarritasuna (2100)	MJ mm hm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>	1102

2. taula. Mape 1 ur-bilgunearen aroko uraren, lurzoruaren erabileren, lurzoru moten eta klimaren ezaugarrien laburpena.

# 06

## Egokitzapen hidrologikoa lurralderatzeko proposamenak

Lurralde-eragineko gidalerroen modura, PIRAGUA metodologia aurkeztu dugu, **Lehentasun Hidrologikoko Espazioak** mugatzeko beharra justifikatzen duena, eta egokitzeko neurrien modura URBASO metodologia, **babes-perimetroen** zonazioa justifikatzen duena. Ikuspegi horrekin, Lehentasun Hidrologikoko Espazioen geometria mugatu dugu azterlan honetan kontuan hartutako eta Babes

Eremuen Erregistroan<sup>32</sup> jasotako Urdaibai espazioko azaleko ur-bilgune guztietarako, haien egungo egoera (aktiboa, osagarria, larrialdikoa) alde batera utzita. Lehentasun Hidrologikoko Espazioak udalerrien arabera kartografiatuta daude, eta proiektu honen amaieran lhoberi aurkeztutako dokumentuan jasota. Horrekin batera, ur-bilguneen babes-eremuak ere mugatu dira.

EREMUAK	MUGAKETA	BAIMENDUTAKO ERABILERA	KUDEAKETA	MUGAKETAK	HELBURUA
<b>Babes berezia</b>	0 - 100 m	Mendi babeslea	Kontserbazioa (haritzia, lizardia...)	Azpiegitararik ez (pistak...)	Karga murriztea: sedimentuak, karbono organiko disolbatua
<b>Tarteko babesa</b>	100-200 m	Zur-ekoizpena. Naturatik gertuko basogintza. Baso-estaldura iraunkorra	Lurraldera egokitutako dibertsitate genetikoa	Azpiegitararik ez (bakanketa kontrolatua)	Higadura eta lurzoru-galera saihestea
<b>Protección lejana</b>	200-400 m	Tarteko babesaren kasuan bezala, aprobetxamendurako bide-azpiegiturekin (baldintzen pean)	Lurraldera egokitutako dibertsitate genetikoa	Bakanketa kontrolatua	Higadura eta lurzoru-galera saihestea
<b>Erribera</b>	Buffer, 25 m, errekaen bi aldeetan	Erriberako basoa	Kontserbazioa (haltzadia, lizardia...)	Azpiegitararik ez	Erregularra. Ibilguaren hidromorfologia; uraren tenperatura

**3. taula.** Ur-bilguneen babes-eremuaren zonaziorako proposatutako babes-bufferrak (URBASO metodologia), eta esleitutako ezaugarriak.

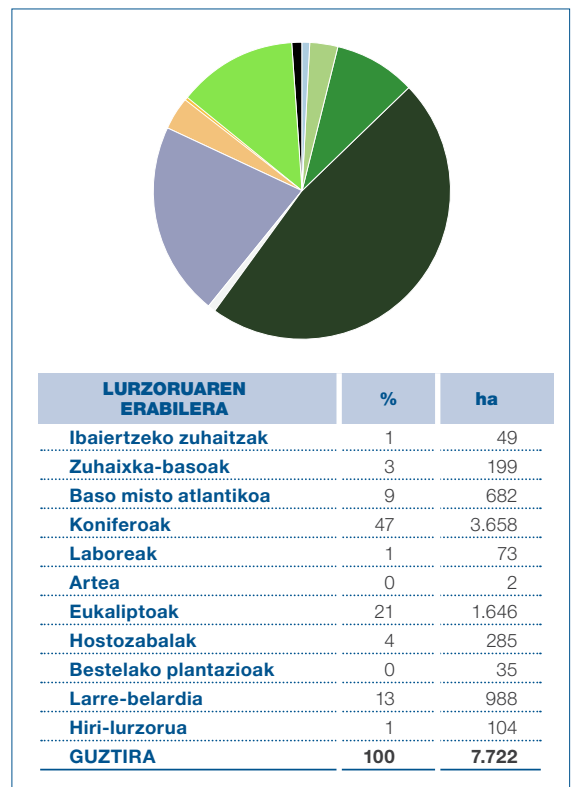
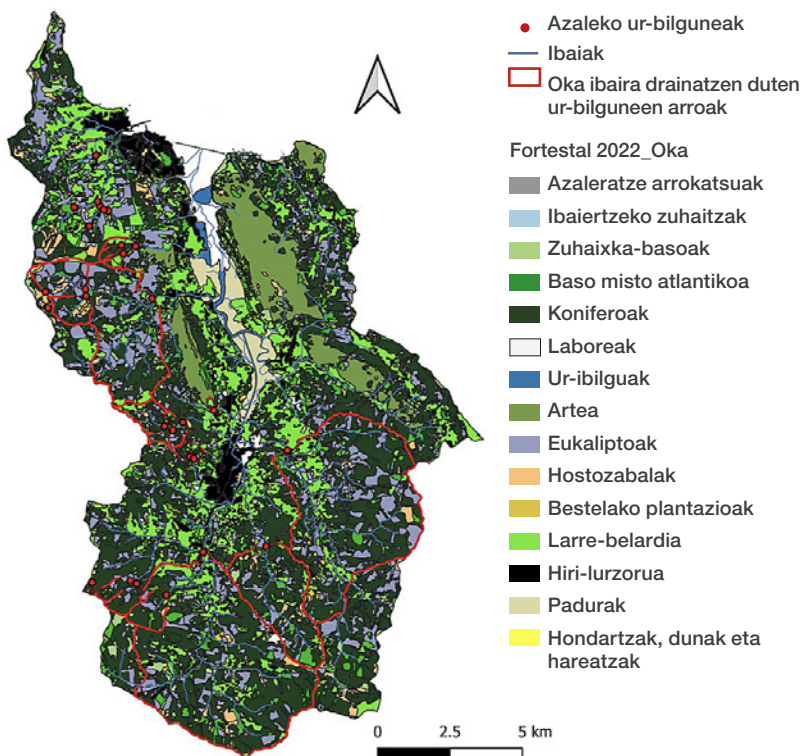
<sup>32</sup> <https://www.geo.euskadi.eus/geobisorea>

31. irudian ikus daiteke Lehentasun Hidrologikoko Espazio horien espazio-mugaketa. 7.722 ha dira, hau da, lurraldearen % 35-40. Gaur egun, espazio horien % 68 koniferoen eta eukaliptoen plantazioek okupatzen dituzte, espazioen % 17 baso misto atlantikoari, hostozabalei eta zuhaixka-landare-diari dagokie, eta % 13 belardiak eta larreak dira. Gainerako azalera laboreei eta hiri-okupazioari dagokie. Begien bistakoa da plantazioen baso-kudeaketak hartzen duen garrantzia. Ur-bilgunerako drainatze-arroa oinarri kartografiko baten gainean adieraztean datza mugaketa. Katastroaren gainean egin da (poligono eta partzelen kodea erabilita), eta udalerrien arabera aurkezten da, udal-esparruan ezagut dezaten eta lurralde-plangintzan aintzat har dezaten.

Adibide gisa, 32. irudian Muxikaren kasua ikus daiteke (mapa bakarrik, katastro-informazioaren taularik gabe), eta, bertan, Lehentasun Hidrologikoko Espazioa eta babes-eremuak. Ur-bilguneak dituzten Urdaibaiko udalerriak, edo erreserbatik kanpo egonik lehentasun-eremuak edo ur-bilguneen babes-eremuak Urdaibai barruan dituztenak, honako hauek dira: Ajangiz, Arratzu, Arrieta, Busturia, Errigoiti, Forua, Gernika-Lumo, Kortezubi, Mendata, Munitibar eta Muxika.

Babes-perimetroarako proposatutako barne-zonazioak (URBASO metodologia) indarrean dagoen Plan Hidrologikokoaren «zaintza-eremuak» ekartzen ditu gogora, «babes-perimetroa mugatzen ez den artean», distantzia bakar batek mugatzen dituenak, azaleko ur-bilgunetik aurrera: 100, 200 edo 500 m, zerbitzatutako biztanleriaren arabera. Arazo praktikoa perimetroa bera mugatu ez izana eta zaintza-eremuaren barne-zonaziorik eza da, begien bistakoa baita ur-bilgunerako distantzia ur-bilgunean baliabidearen kantitatea (alderdi horretan garrantzitsuagoa da Lehentasun Hidrologikoko Espazioaren osotasuna) eta, batez ere, kalitatea ziurtatzeko irizpide hidrologikoa dela.

Gure barne-zonazioaren proposamenak, eta, horrekin batera, ur-bazterren babesak (30. irudia), zehaztasun handiagoa ematen dio babes-eskemari, eta, neurri batean jeneralista bada ere, erabilerari, kudeaketari eta mugei buruzko irizpideak eskaintzen ditu mugatutako eremu bakoitzerako (3. taula). Alderdi horiek KLIMATEK proiektu honen ekarpen gisa balio dute 3/2023 Errege Dekretua betetzeari begira. Errege-dekretu horrek nobedade gisa ezartzen ditu «arriskuan oinarritutako ikuspegia» eta «ur-bilguneetako arriskuaren ebaluazioa eta kudeaketa».



**31. irudia.** Plan Hidrologikokoaren Eremu Babestuen Erregistroan jasotako Urdaibaiko azaleko ur-bilguneetarako isurtze-arroen mugaketa (gorriz). Barnean hartzen dira lurzorua erabileren banaketa (Euskadiko Baso Mapa) eta mugatutako isurtze-arroek (Lehentasun Hidrologikoko Espazioa) okupatzen duten azalera (ha) eta ehunekoa.

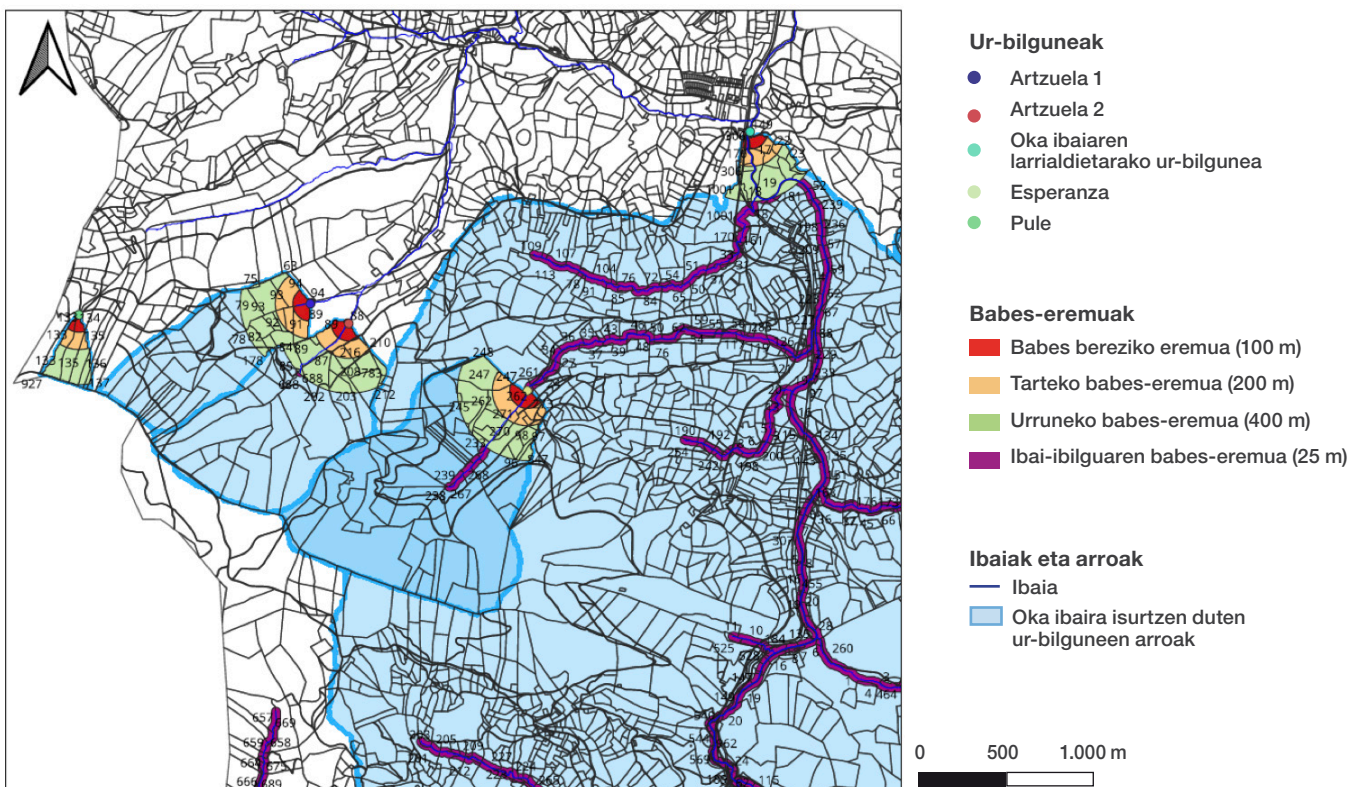
Gure iritziz, zonazio hori plangintza hidrologikoan eta lurralde-plangintzan epe laburrera kontuan hartzeak aurrerapen garrantzitsua ekarriko luke egokitzapenerako lurraldearen kudeaketa hidrologikoan, baina horrek ez du esan nahi etorkizunari begira alderdi horiek guztiak gehiago zehaztu behar ez direnik, betiere prozesuen jarraipenetik eratorritako ebidentziak oinarri hartuta. Azken batean, abian diren aldaketetara (klima-aldaketa eta lurzorua okupazioarena) egokitzeko, arauak berak egokitu behar dira, are abiadura handiagoan ere.

3. taulan kontuan hartu diren babes-eremu guztiak Eremu Babestuen Erregistroan jasotako azaleko ur-bilgune guztietarako kartografiatu dira (3. irudia), Lehentasun Hidrologikoko Espazioen kartografiarekin batera, guztia ere katastroan oinarrituta, udal-enteez errazago identifika ditzaten babes-eremuetan dauden poligonoak eta partzelak. 33. irudian ikus daiteke ur-bilgune horien guztien babes-perimetroen geometria (400 m), lurzorua erabileren banaketarekin batera. Mapa guztiak eta horiekin batera doazen katastro-eta ulalerrien arabera aurkeztu zaizkio lhoberi.

Irudiko taularen arabera, urruneko babes-eremuak (400 m) okupatzen duen azalera 328 ha-koa da guztira,

hots, Lehentasun Hidrologikoko Espazioen azaleraren % 4,2 eta Erreserbaren guztizko azaleraren % 15-17. Epe laburrean, basoen egokitze-kudeaketa egokiaren bitartez, lurraldearen zati horren funtzionalitate hidrologikoa bermatzeaz hitz egiten ari gara, Lehentasun Hidrologikoko Espazioen osotasunean lurzorua erabilerak eta kudeaketa epe luzeagora kontuan hartzeak ekar lezakeenaren zain. Datuak kontuan harturik, babes-eremuen azaleraren % 58 plantazioek okupatzen dute, koniferoek eta eukaliptoek, % 20 basoa da, batez ere baso misto atlantikoa eta hostozabalak, eta beste % 20 belardiak eta larreak.

Lehentasun Hidrologikoko Espazioetako ehunekoekin (31. irudia) konparatuta, plantazioen azalera behera egiten du (% 68tik % 58ra), basoarenak gora (% 17tik % 20ra) eta belardi eta larreenak neurri handiagoan egiten du gora (% 13tik % 20ra). Kontuan hartu behar da **ur-bilguneen inguruan plantazio asko daudela**, eta horien kudeaketak praktikan ondorio asaldatzailak izaten dituela baliabidearen kantitateari, kalitateari eta urtarokotasunari dagokienez. Larre eta belardien presentzia zabala aipatu behar da, zeren ebidentzia sendoagorik ezean, eragin positiboa izan baitezakete baliabidearen alderdi horietan.



**32. irudia.** Muxikako ur-bilguneetako Lehentasun Hidrologikoko Espazioak (arroa, urdinez) eta haien babes-eremuak (URBASO).

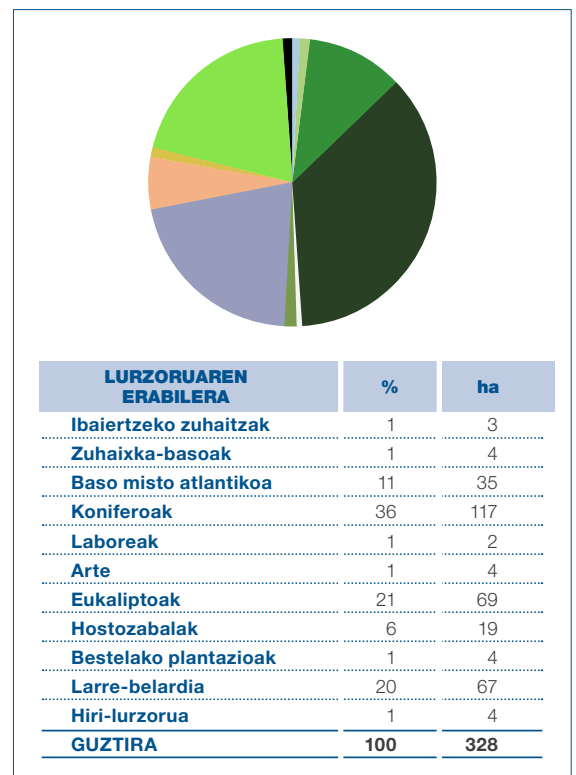
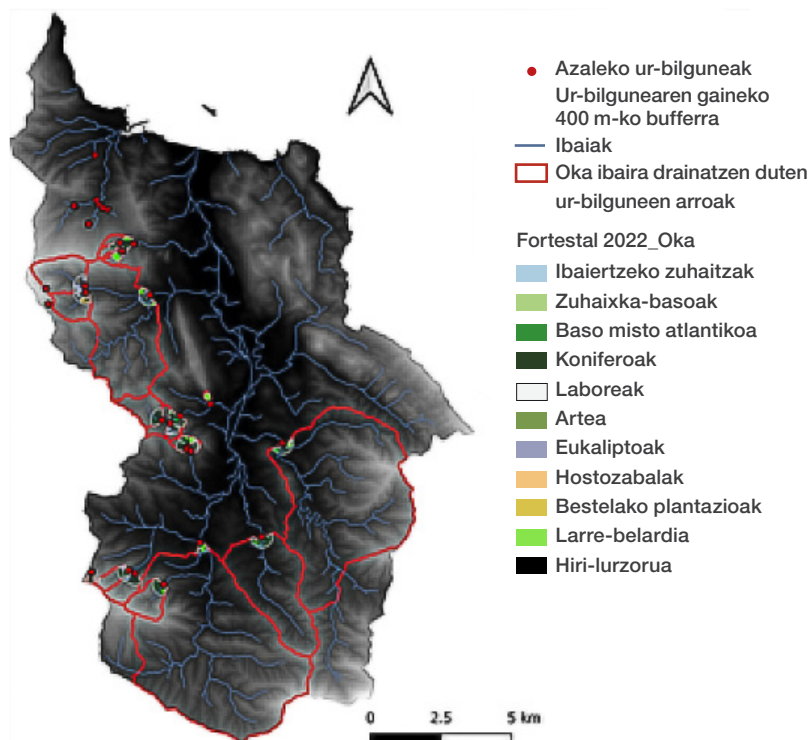
## 6.1. Demarkazio hidrografikoetan aldaketen jarraipena egiteko metodologia

34. irudiak inpaktuen azterketa batean kontuan hartu beharreko alderdiak jasotzen ditu (estuarioko esparrua AZTIren ekarpena da). Kontuan izan behar da modelizazioak inoiz ez duela emango, beharrezkoa bada ere, eredurako sarrerako datuena baino kalitate handiagoko emaitzarik. Apustua datu horien kantitatean eta kalitatean dago, eta ur-baliabideen kasuan ezinbestekoa da prozesuen oinarriko aldagai adierazgarrienen etengabeko datu-serieak edukitzea: klimatikoak (P, T) eta hidrologikoak (Q, emariak, kantitatearen adierazlea; CSS, solido esekien kontzentrazioa, kalitatearen adierazle orokorra, edo uhertasuna, ordezko parametro gisa, bere urtaroko joera barne). Izan ere, horrexegatik daude irudian\* batez markatuta.

Monitorizazio-ahalegina aldagai hidrologikoetan zentratu behar da, arroaren puntu adierazgarrietan. Izatez,

geologia eta erliebea ez bezala, «informazio finkoak» baitira eta kartografiak baitituzte, lurzoruen (lodiara, ) aldatu egiten da erabileraren eta kudeaketaren poderioz, batez ere basogintza-jardueraren ondorioz, maizegi ez baititu kontuan hartzen inplikazio edafiko-hidrologikoak. Lurzoruek beren propietateen (hidrologikoak barne) kartografia adierazgarria behar dute, baita denboran zeharreko ebaluazioa ere, propietateetan lurralde-egokitzapenaren alde edo kontra egin lezaketen joerak detektatu ahal izateko. Gogoan izan behar da abian diren aldaketak ez direla soilik aldaketari buruzkoak (gainezarrak eta eskala globalekoak), lurzoruaren erabilerei eragiten dietenak ere (tokiko eskala eta gure egungo erabakien ondorioa) kontuan hartu behar baitira.

«Zirkulazio orokorreko ereduetatik eratorritako etorkizuneko **klima-agertokiak**, downscalingarekin, eredu batetik bestera asko aldatzen badira, aldakortasuna handiagoa da espero daitezkeen **agertoki hidrologikoetan** (emari ertainak, txikiak eta handiak), zirkulazio orokorreko ereduaren ziurgabetasunari iragarpenean erabilitako eredu hidrologikoena gehitzen zaio-eta». Gure EGHILUR proiektutik hartua (KLIMATEK 2016)<sup>33</sup>



**33. irudia.** Kontuan hartutako Urdaibaiko espazioko azaleko ur-bilguneen 400 m-ko babes-eremuak. Barnean hartzen dira azalera (ha) eta lurzoruaren erabilerek okupatutako ehunekoa (Euskadiko Baso Mapa). Lehentasun Hidrologikoko Espazioak ere erakusten dira.

33 [https://www.euskadi.eus/documentacion/eghilur/es\\_def/adjuntos/02KLIMATEK.pdf](https://www.euskadi.eus/documentacion/eghilur/es_def/adjuntos/02KLIMATEK.pdf)

## Zerbitzu hidrológicoak ordaintzeko proposamenak

Urdaibairako **zerbitzu hidrológicoak ordaintzeko** eskema baten diseinurako proposatzen diren ildo orokorrak honako hauek dira: lehenik, araudia legitimatzeko prozesu batean oinarritu behar da, gizarte-eragileen artean gobernantzako akordio instituzional bat ezartzean oinarrituta, lurraldea irizpide hidrológikoei jarraikiz kudeatzeko adostutako estrategia baten inguruan. Bigarrenik, zerbitzu hidrológicoak ordaintzeko eskema bat esparru kontzeptual baten bidez artikulatu behar da. Esparru hori ingurumen-printzipio eta -irizpideek (baldintzazkotasuna, gehigarritasuna) eta gizarte-irizpideek (tokiko balioak, ekitatea) osatzen dute, eta epe luzerako eraginkortasuna eta jasangarritasuna lortzen lagundu behar dute. Hirugarrenik, esparru kontzeptual hori sozialki garatu behar da, funtsezko balio gisa lurraldea zaintzea izango duen esparru etiko-arauemaile baten bidez. Hots, nahi den aldaketa eraldatzailea modu bidezko eta ekitatiboan garatzeko behar diren eskubide eta betebeharrak legitimatzeko, bermatzeko eta fiskalizatzeko gai izango den ingurune kolaboratiboa.

### 7.1. Zerbitzu ekosistemikoak ordaintzea

**Zerbitzu ekosistemikoak ordaintzearen** kontzeptuari buruzko hainbat ikusmolde eta teoria daude. Oro har, mekanismo ekonomiko gisa definitzen da, normalean

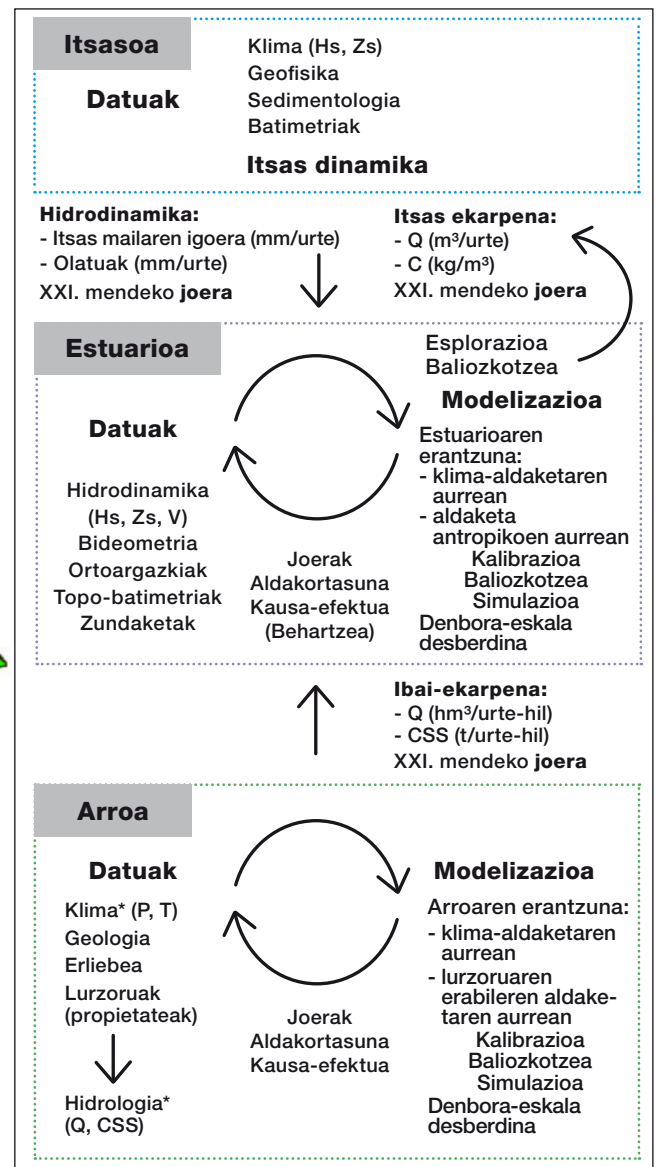
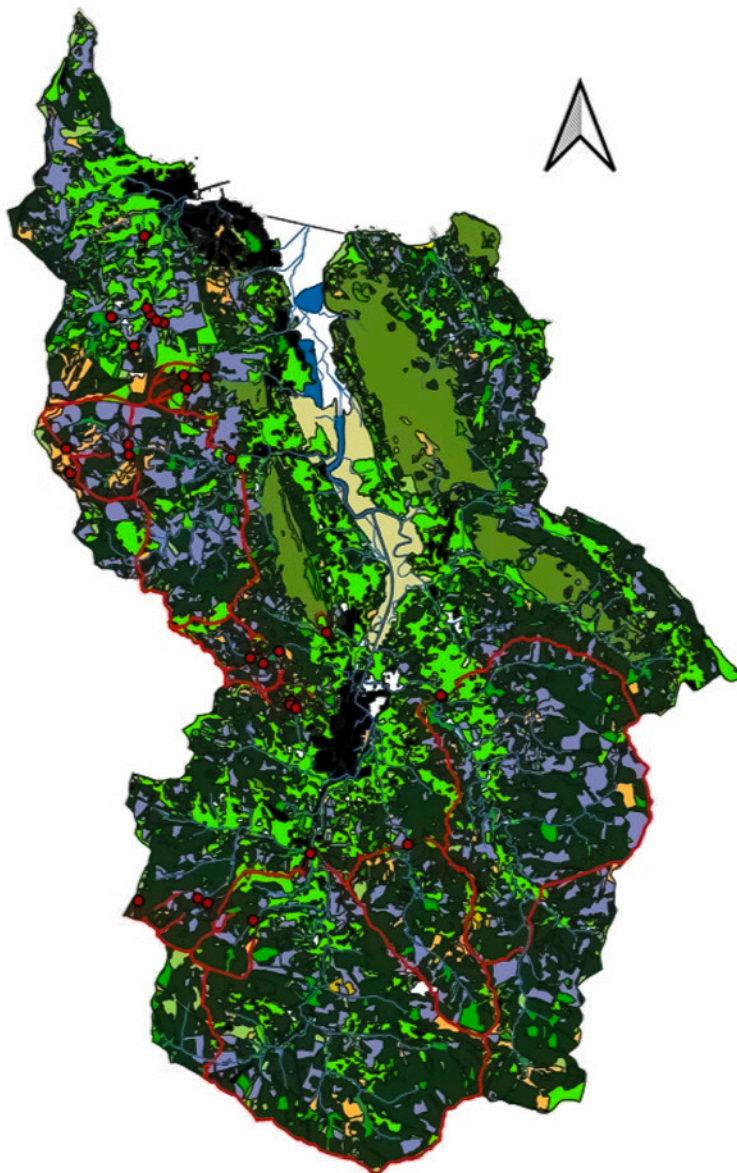
erregulazio-sistema jakin batean oinarritua, zerbitzu ekosistemiko jakin batzuen hornidura efektiboarekin lotutako ingurumen-arloko kanpo-efektu positiboak internalizatzen ahalegintzen dena, adibidez, arro hidrografikoen babesa, biodibertsitatea edo karbono-bahiketa (Porras, *et al.*, 2008). Zerbitzu ekosistemikoak ordaintzearen kontzepturako lehen hurbilketa teorikoa merkatuan oinarritutako ikusmolde batetik abiatzen da. Horren arabera, ongi definitutako zerbitzu ekosistemiko bat eskuratzeko prest dagoen balizko «erosle» baten eta «saltzailearen» arteko borondatezko transakzio bat da, baldin eta «saltzaileak», edo zerbitzuaren hornitzaileak, haren prestazioa bermatzen badu (Wunder, 2005).

Ikuspegi pragmatikoago batetik adierazita, zerbitzu ekosistemikoak ordaintzeko eskema batek nahitaez ekarri behar du berekin, berehalako helburu gisa, zerbitzu ekosistemiko jakin batzuen hornidurarako pizgarri izatea, normalean jardunbide jasangarrien multzo bat hartzearen bidez (Muradian *et al.*, 2010). Hala ere, lortu nahi diren helburuak erdiestea ez dago hornitzaileen partaidetza- eta betetze-mailaren mende soilik; aitzitik, pizgarri ekonomikoan edo ordaintzen eskemaren beraren diseinu egoki eta zorrotzaren mende ere badago, eragileen baldintza partikularrak eta inplementazio-arloa ezagutzea abiapuntu hartuta (Porras *et al.*, 2013), hau da, espazio sozioekologikoa ezagututa, bertan dauden interrelazio konplexuak eta botere-harremanak eta guzti.

Hasierako ikusmolde hori arian-arian areagotu eta garatu da praktikan, literaturan islatu den aldi berean.

Horrela, kontzeptu, baldintzatzaille eta ezaugarri berriak txertatu dira, hala nola baldintzazkotasuna, gehigarritasuna eta ordainketa-egitura gero eta konplexuagoa. Dena den, zerbitzu ekosistemikoak ordaintzearen kontzeptuarekin erlazionatutako ezaugarri horietaz gain, praktikan jarri aurretik zenbait kanpo-faktore berrikusi behar dira, bai arauemaileak

bai instituzionalak. Faktore horiek neurri handi batean zehazten dute proposatutako pizgarri ekonomikoaren efizientzia/efikazia ez ezik, maila sozial, politiko eta instituzionalean dituen ondorioak ere, ekitatearen eta legitimitate sozialaren terminoetan (Muradian *et al.*, 2010; Pascual *et al.*, 2010; Pascual *et al.*, 2014).



**34. irudia.** Demarkazio hidrografiko batean (ibai-arroa eta lotutako estuarioa) ur-baliabideen gaineko aldaketen (klima-aldaketa eta lurzoruaren erabilerena) inpaktuen azterketan kontuan hartu beharreko alderdien eskema. Zenbait klima-agertokitarako datuen (denbora-escala desberdina) eta modelizazioaren (eredu multzoa) prozesu iteratiboa da.

## 7.2. Zerbitzu hidrologikoak ordaintzea ebaluatzeko ikusmolde metodologikoa

Proiektu honen helburu bat izan da Urdaibaiko Biosfera Erreserbaren esparruan zerbitzu hidrologikoei lehentasun estrategikoa ematean oinarritutako lurraldearen egokitze-kudeaketarako proposamen integral bat ebaluatzea. Planteamendu horren barruan, kontua da zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema baten diseinurako hainbat gidalerro eta ildo ebaluatzea, Urdaibaiko Biosfera Erreserbako kudeaketa hidrologiko integralean oinarritutako lurralde-antolamendu jasangarriaren gidalerroak inplementatzen laguntzeko funtsezko tresna instituzionala izango baita eskema hori.

Hiru etapatan banatutako ikusmolde metodologikoa proposatu da. Lehenik, zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskemen eta ur-funtsen literatura-berrikuspina. Bigarrenik, intsinis pinuaren (*Pinus radiata*) eta eukaliptoaren (*Eucalyptus globulus*) plantazioen errentagarritasun ekonomikoaren balioaren kalkuluan oinarritutako hurbilketa kuantitatiboa egiten da. Kalkulu horri esker, tarte bat estimatu ahal izango da baso-produktoreek edo lurraren jabeek basoa kudeatzeko ereduaren aldaketa jasangarri bat onartzeko beharko lituzketen aukera-kostuen inguruan (atalase gisa). Hirugarrenik, Urdaibaiko Biosfera Erreserbarako zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema bat diseinatzen funtsezko hainbat ildo proposatzen dira.

### Literatura-berrikuspina

Zerbitzu hidrologikoak ordaintzeari eta ur-funtsei buruzko proiektuen gaineko literatura-berrikuspenaren helburu espezifikoak honako hauek dira: (1) arro hidrografikoetan oinarritutako pizgarri-sistema horiek erakusten dituzten egungo patroik eta joera nagusiak identifikatzea; (2) zerbitzu hidrologikoen horniduran duten inpaktua ebaluatzea; (3) Urdaibairako zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema bat diseinatzen funtsezko elementuak ezartzea. Metodologikoki, berrikuspina elkarren segidako bi etapatan egin da: (1) Web of Science [WoS] datu-base akademiko indexatua arakatu da, gako-hitzak eta eragile boolearrak sartuta. (2) Ur-funtsen kasu-azterketen analisisian zentratutako literatura-berrikuspeneko artikulu multzo

jakin bat kontsultatu da, eta, gainera, Ur Funtsen Latinoamerikako Aliantza plataformak abian dituen proiektuak ebaluatu dira<sup>34</sup>.

Literatura-berrikuspenaren emaitzek nabarmentzen dute zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskemek eta ur-funtsek gero eta garrantzi handiagoa dutela maila globalean arro hidrografikoen kudeaketa integrarean. Oro har, toki- edo eskualde-esparruko programek eraginkorrak direla frogatzen dute. Izan ere, pizgarri-eskema jakin bat sartzea laguntza erabakigarria izan da, lehenik, lurren jabeen portaeran maneiu-jardunbide jasangarrien aldeko aldaketa bat eragiteko (baldintzazkotasuna). Eta, bigarrenik, ekintza horiek, praktikan, zerbitzu hidrologikoen horniduran aldaketa garbi positiboak sortu izateko (gehirritasuna). Hala ere, esperientziak erakusten du haien ingurumen- eta gizarte-helburuen betetze-maila diseinu-fasean kontuan hartu beharreko bi faktore nagusiren mende egongo dela. Lehenik, gizarte-eragileek erabakiak hartzeko prozesuetan aktiboki eta ekitatez parte hartzeko estrategiak sartzea. Bigarrenik, ur-baliabidearen eta arro hidrografikoaren kudeaketarekiko lotura arauemaile eta instituzionala zenbaterainokoa den.

### Zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema baterako hurbilketa ekonomikoa

Ondoren aurkezten dira Urdaibaiko Biosfera Erreserbarako zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko proposamen baterako balorazio ekonomikoaren kalkuluak. Kasu honetan, lehen etapa baten emaitzak aurkezten dira, baso-lurren jabeek esleitu beharko litzaiekeen gutxieneko ordainketa baten gutxi gorabeherako aurretiazko kalkulu bati dagozkionak. Horren truke, baso-plantazio aloktonoen ordeztu espezie autoktonoak landatzeko konpromisoa hartu behar dute, irizpide hidrologikoetan oinarritutako lurraldearen egokitze-antolamendurako aurretiazko proposamen bat oinarri hartuta. Kontua da, beraz, lurzorua erabileraren egokitze-aldaketaren ondorioz izandako mozkin ekonomikoaren galeratik eratorritako aukera-kostuak kalkulatzeko. Konpentsazio efektiboa edo egokia emateko, baso-lurren jabeek egin beharreko ordainketek gaintu edo, gutxienez, estali egin behar dituzte zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema baten barruan zehaztutako erabilera alternatiboek ordeztuko

34 <https://www.fondosdeagua.org/es/>

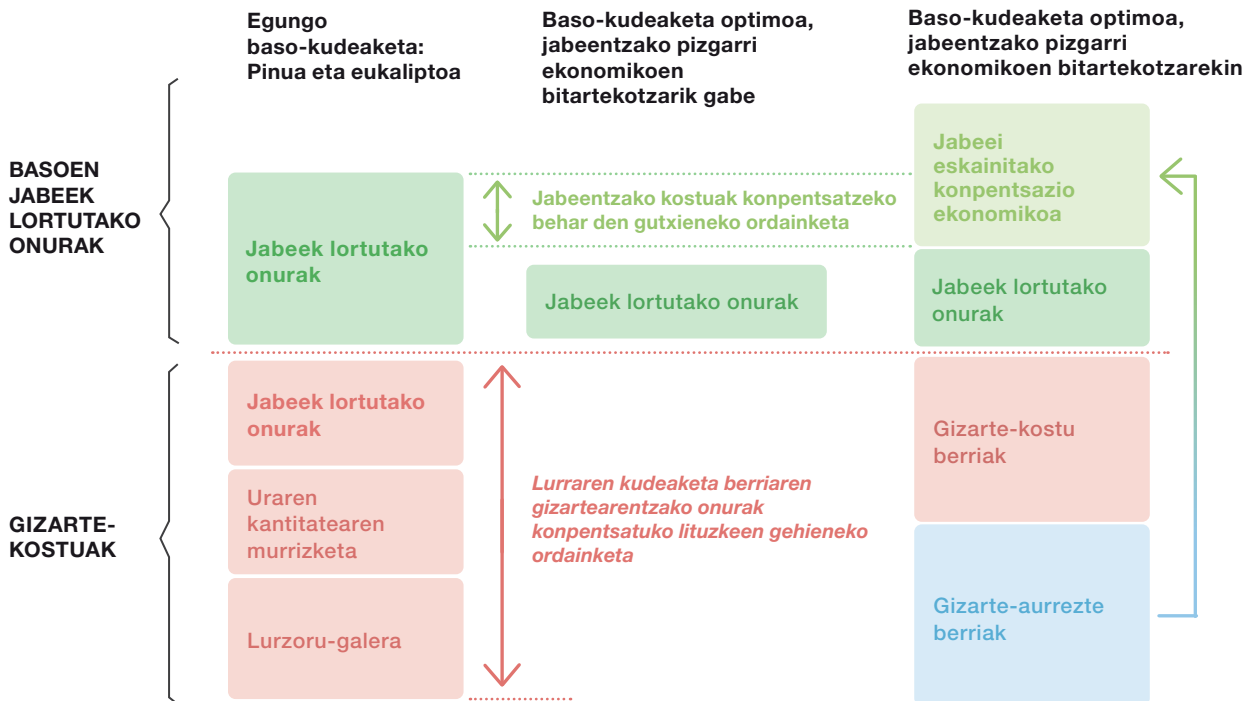
dituzten lurraren erabilera aurreikusien aukera-kostuak (Engel *et al.*, 2008).

Eskema teorikoa 35. irudian adierazten da. Pinu- eta eukalipto-plantazioak nagusi diren egungo basogintza-agertokian, baso-ustiapenen jabeek zura merkaturatzearen ondorio diren mozkin ekonomikoak hartzen dituzte. Jarduera horrek, alabaina, hainbat kanpo-efektu negatibo edo kostu sozial sortzen ditu, ingurumen-kostuen modura. Horien barruan, kasu honetan, kostu «hidrologikoak» besterik ez dira nabarmendu.

Lehen batean, kostu «hidrologiko» horietako gehienak Uraren Esparru Zuzentzeriak aipatzen duen ingurumen-kostuaren kontzeptuari legozkioke. Kostu hori, teorian bederen, gizarteak berreskuratu beharko luke uraren zerbitzuaren kudeaketaren barruko internalizazio moduan. Hala ere, kostu hidrologiko horiek ez lituzkete erabiltzaileek modu eksklusiboan beren gain hartu behar, neurri prebentibo edo zuzentzaile espezifikoaren finantzaketa osagarriaren bidez baizik. Hala gomendatzen du, era berean, Uraren Esparru

Zuzentzeriak berak (ondorengo araudi hidrologikoak irmoago nabarmentzen du), neurri prebentibo horiek ingurumen-proiektzioa ekarri behar dutela asuminen baitu, kostuak berreskuratzeko sistemaz kanpo.

Ustiapenen jabeak konpentsatzeko behar den gutxieneko ordainketa horri dagokion erreferentziatzko balio teoriko batera hurbiltzeko, pinu- eta eukalipto-plantazioen gaur egungo urteko errentagarritasuna ezagutzea izango litzateke prozedura. Horretarako, ariketa teoriko sinplifikatu bat egin zen, bi espezieetarako basogintza-tratamendu konbentzionalaren eredu batean oinarritua, Bizkaiko probintzian kokatutako jabetza pribatu bat kontuan hartuta. Aldagai askok esku hartzen dute espero diren diru-sarrerak eta baso-ustiategi bat inplementatzeko eta maneiatzeko kostuak kalkulatzeko orduan. Diru-sarreren aldetik, prezioek egitura konplexua dute espeziearen arabera, eta zuraren azken helburuaren balio-diferentzia edo zuraren batez besteko bolumena bezalako faktoreen mende daude, adibidez, pinuaren kasuan (oineko m<sup>3</sup> laukoa edo errealekoa). Kostuen aldetik, kontuan harturik lurra osorik mekaniza daitekeen



Iturria: hemendik egokitua: Pagiola & Platias (2007) eta Engel *et al.* (2008)

**35. irudia.** Baso-lurren jabe pribatuei baso-kudeaketa jasangarriaren truke zuzendutako zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema teoriko baten irudikapena

ala ez, malda handia duen edo harritsu den ala ez, urtaroaren kalitatearen arabera batez besteko produktibitatea, eta abar.

Lehenik, egindako kalkuluak egungo merkatu-prezioen arabera (2023. urtea) kuantifikatzen dira, bai iraganean egindako basogintzako tratamendu-jardueretarako bai azken mozketari dagozkionetarako. Hots, txanda amaierako diru-sarreraren eta kostuen balio eguneratuak dira, kontsumoko prezioen indizearen (KPI) bilakaera kuantifikatu gabe. Bigarrenik, diru-sarreraren eta kostuen gutxi gorabeherako balioak zenbatzen dira. Hirugarrenik, zuraren azken salmenta-prezioetarako, zutikako zuhaitzen prezioak hartzen dira erreferentziatzat.

### *Pinus radiata*

*Pinus radiata* espeziearen ustiapen baten kasuan, azken mozketaren unean hektareako azken dentsitatea hektareako 300 oinekoa dela jotzen da, hektareako 1.100 oineko hasierako basoberritzea abiapuntu hartuta. 33 urteko mozketatxanda edo -zikloa kontuan hartzen

da. Hau da, urteko batez besteko produktibitatea «egoki» eta «optimo» artekoa dela estimatzen da, urteko 10-15 m<sup>3</sup>/ha ingurukoa. Beraz, zerrenda marroiaren efektua ez da kontuan hartzen. Balio horiek bi bakanketaz eta bi inausketaz (behekoa eta goikoa) osatutako basogintza-eredu estandar bati aplikatzen zaizkio, mantentze-lanak eta sastrakak kentzeko jarduerak ere barne direla. Azken mozketari dagozkion diru-sarreraren gutxi gorabeherako kalkulua egiteko, zerratutako zurak bere kalitate eta lodieraren arabera izan ditzakeen hiru xedeak kontuan hartzen dira. Xede nagusi horiek altzariak, enbalajea eta papera dira, eta gutxi gorabeherako banaketa-ehuneko bat esleitzen zaie. Azkenik, hektareako 397 €-ko urteko gutxi gorabeherako errentagarritasun-balioa lortzen da. 4. taulak *Pinus radiata* espeziearen baso-ustiapen bati dagozkion balioak laburbiltzen ditu, 2023. urteko eurotan kalkulatuak.

### *Eucalyptus globulus*

Kasu honetan, basoberritze batetik, hots, lehen txandako azken mozketatxanda batetik datorren *Eucalyptus globulus*

URTEA	BASOGINTZA-TRATAMENDUA	ERAUZITAKO KANTITATEA (oin/ha)	KOSTUAK (€/ha)	ZURAREN XEDEA	DIRU-SARRERAK (€/ha)
0	Basoberritzea (1.100 oin/ha)		2.500		
1-9	Mantentze-lanak eta belar-sastrakak garbitzea		2.000		
10	Beheko inausketa eta bakanketa	300	500		
18	Goiko inausketa 2. bakanketa	500	500	Enbalaje-zura, paletak	416
33	Azken mozketatxanda	300		Altzariak (% 20) Enbalajea (% 35) Papera (% 45)	18.200
		<b>Guztira</b>	<b>5.500</b>		<b>18.616</b>
		<b>Guztizko onurak</b>			<b>13.116</b>
		<b>Urteko errentagarritasuna</b>			<b>397,45</b>

Iturria: bertan landua.

**4. taula.** *Pinus radiata* espeziearen baso-ustiapen baten finantza-errentagarritasuna, txanda-amaierako hektareako €-tan (2023. urtea)

*Labill* espeziearen plantazio baten errentagarritasun ekonomikoaren ariketa teoriko baten emaitzak aurkezten dira. Hasierako dentsitatea hektareako 1.100 oinekoa da gutxi gorabehera. Oro har, zelulosa-produkzioa bideratutako dentsitatea da. Basogintza-tratamenduei dagokionez, eta *Eucalyptus globulus* espeziearen zuraren funtsezko xedea zelulosa (birrintzea) dela kontuan harturik, landaketa-dentsitateak behin betikoak izaten dira eta normalean ez da inausketarik egiten, espezieak inausketa natural bizia du-eta.

Praktikan, beraz, ongarritzea eta lehia ezabatzea dira, batez ere, espeziearen zainketa nagusiak. Ongarritzea, oro har, landatzean, hutsarteak betetzean (jabe pribatuen kasuan) eta sastraka bidezko lehia ezabatzean egiten da. Sastrakak garbitzeko eta lurra landatzeko prestatzeko prozesuaren ondorio dira desberdintasun nagusiak. Zeregin horretan zenbait faktore baldintzatzailek esku hartzen dute, maldak, arroka motak eta drainatze-zailtasunek, besteak beste. 5. taulan ikus daitekeenez, faktore horiek, besteak beste, desberdintasunak eragiten dituzte eragiketa-kostuetan. Eukaliptoaren basogintza-tratamenduak ez bakanketarik ez inausketarik barne hartzen ez badu ere, baso-ustiapenaren azken errentagarritasunean eragina duen jardunbide bereizgarri bat sartu da. Ongarritze erantsi bat da, sastrakak kentzeko lan mekanizatu batekin batera. Jarduera horrek, eragiketa-kostua dakarren arren, azken produktibitatea handitzea eragiten du. Kasu partikular honetan, azken zur-bolumena 280 estereotik (A eredu) 350 estereora (B eredu) igotzen da.

Pinu- eta eukalipto-ustiapenen aukera-kostuetan oinarritutako zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko

eskema baten balorazio ekonomikoari dagokionez, oso diferentzia adierazgarriak ikusten dira errentagarritasun-datuetan. Horrek zaildu egiten du ondorio sendoak ezartzeko lana. Zuraren sektoreak, hasteko, zailtasun intrintsekoa du bere jarduera ekonomikoaren kostuak eta diru-sarrerak kuantifikatzerakoan. Bigarrenik, koiunturaren eta testuinguruaren arabeko faktore ugari daude. Hirugarrenik, kuantifikazio-metodoak ez dira homogeenak izaten. Laugarrenik, plantazio aloktonoetara zuzendutako dirulaguntza instituzionalen sistema zabal bat izateak ezkutatu egiten du, nolabait ere, bai sektorearen benetako bideragarritasuna bai jabearen benetako identifikazioa edo onargarritasuna zenbaterainokoa izan daitekeen basogintza-alternatiba jasangarriagoen aldean.

*Pinus radiata* eta *Eucalyptus globulus* espezieen ustiapen baten aukera-kostuetan oinarritutako gutxieneko pizgarri bat ezartzeko erreferentzia gisa erabil daitekeen gutxi gorabeherako errentagarritasunaren atariko tarte bat ezarri ahal izateko, landa-lan zabal eta xehatuagoa egin behar da. Atariko emaitzek ezartzen duten tarte estimatuaren arabera, aukera-kostuak islatuko litzatekeen gutxieneko ordainketa urteko 350-400 €/ha ingurukoa izango litzateke *Pinus radiata* espeziearen ustiapenatarako eta urteko 350-450 €/ha ingurukoa *Eucalyptus sp* espeziearen kasuan. Hala ere, balio horiek proiektuko partzeletan egindako landa-lan zabal eta zorrotzago baten bidez ebaluatu behar dira. Partzelen errentagarritasunen artean espero diren diferentziak kontuan harturik, ordainketa bereizien eredu baten aukera planteatu beharko litzateke.

URTEA	BASOGINTZA-TRATAMENDUA	ERAUZITAKO KANTITATEA (oin/ha)	KOSTUAK (€/ha)	ZURAREN XEDEA	DIRU-SARRERAK (€/ha)
0	Belar-sastrakak ESKUZ garbitzea, lursaila makina bidez prestatzea, ongarritzea, eskuz landatzea (1)	1.100	2.900		
0	Belar-sastrakak MOTOSEGA bidez garbitzea, lursaila makina bidez prestatzea, ongarritzea, eskuz landatzea (2)	1.100	2.700		
0	Belar-sastrakak ARRASTELUAREKIN garbitzea, lursaila makina bidez prestatzea, ongarritzea, eskuz landatzea (3)	1.100	2.400		
3	Magnesioa (Mg), fosforoa (P) eta nitrogenoa (N) dituen ongarrria		170		
7	Belar-sastrakak makina bidez garbitzea eta ongarritzea (B ereduaren errendimenduak)		900		
15-16	Azken mozketa (280 estereo), estereoko 29 euroan (A)	850		Papera (% 100)	8.120
15-16	Azken mozketa (350 estereo), estereoko 29 euroan (B)	850		Papera (% 100)	10.150
	<b>A1 ereduaren ONURAK GUZTIRA</b>				5.050
	<b>A2 ereduaren ONURAK GUZTIRA</b>				5.250
	<b>A3 ereduaren ONURAK GUZTIRA</b>				5.550
	<b>A1 URTEKO ERRENTAGARRITASUNA</b>				<b>337</b>
	<b>A2 URTEKO ERRENTAGARRITASUNA</b>				<b>350</b>
	<b>A3 URTEKO ERRENTAGARRITASUNA</b>				<b>370</b>
	<b>B1 ereduaren ONURAK GUZTIRA</b>				6.180
	<b>B2 ereduaren ONURAK GUZTIRA</b>				6.380
	<b>B3 ereduaren ONURAK GUZTIRA</b>				6.680
	<b>B1 URTEKO ERRENTAGARRITASUNA</b>				<b>412</b>
	<b>B2 URTEKO ERRENTAGARRITASUNA</b>				<b>425</b>
	<b>B3 URTEKO ERRENTAGARRITASUNA</b>				<b>448</b>

Iturria: Bertan landua.

5. taula. *Eucalyptus globulus* espeziearen baso-ustiapen baten finantza-errentagarritasuna, txanda-amaierako hektareako €-tan (2023. urtea).

### 7.3. Urdaibaiko Biosfera Erreserbako zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema baterako funtsezko elementuak

Lehentasun Hidrologikoko Espazioak ezartzera zuzendutako gidalerroen proposamenak (5.2 apartatua) eta babes-perimetroen barne-zonazioa URBASO metodologian oinarrituta ezartzeko neurriak (5.3 apartatua) abiapuntu hartuta, Urdaibai espaziorako zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema bat (36. irudia) ezartzeko ibilbide-orri bat proposatzen da ondoren. Prozesua ondoren xehatzen diren funtsezko elementuetan definitzen diren bost fase nagusitan zatitu da. Fase horien garrantziko eragiketa-alderdiak irudian laburbiltzen dira.

Azkenik, hainbat ondorio eztabaidatzen dira, printzipio, gomendio eta funtsezko elementuen modura, zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko programen eta ur-funtzen literatura-berrikuspenean aditzera emandako ebidentziaren azterketatik abiatuta. Horretarako, lan honen berezko muga metodologikoak onartzen dira, baita teoriaren eta proiektuetan aditzera emandako ebidentzien arteko itxurazko isuria ere (Martín-Ortega *et al.*, 2013).

1. Zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema baten diseinuak legitimazio arauemaileko aurretiazko prozesu batean oinarritu behar du. Hau da, lurraldea irizpide hidrologikoak txertatuz kudeatzeko erregulazio-araudi batean oinarrituko den akordio instituzional baten ezarpenean. Akordio horrek, gainera, lehenengo eta behin baso-ustiapenen bideragarritasun ekonomikoa bermatu behar duten pizgarri ekonomikoen banaketa bidezkoa eta ekitatiboa ahalbidetu du. Esparru arauemaile horren onarpenak, era berean, gomendatutako basogintza-ereduak inplementatzeko behar den legitimitate soziala (funtsezko zenbait sektore sozialen onargarritasunari dagokionez) ahalbidetu beharko luke.
2. Zerbitzu hidrologikoen gehigarritasuna frogatzeko behar diren monitorizazio biofisikoko mekanismoen inplementazioa. Horrek berekin dakar oinarri-lerro sendoen ezarpena eta zerbitzu hidrologikoen proiekturik gabeko modelizazioa (edo *business as usual*). Asmo hori ez da ulertu behar soil-soilik proiektuaren barruan zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskemaren eta haren ekintza osagarrien

eraginkortasuna frogatzeari begira. Gainera, zerbitzu hidrologikoen hornitzaile eta onuradunenganako justizia- eta gardentasun-kontutzat hartu behar da. Izan ere, zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko programaren finantzaketa-eskema kontuan harturik, baliteke haiek ur-zerbitzuaren tarifen igoera bati aurre egiten aritzea. Ildo horretan, Urklima proiektuaren diseinu metodologikoak helburu hori lortzen laguntzen du, zenbait basogintza-ereduren funtzio ekohidrologikoa eta higaduraren (lurzoru-galera) eta sedimentazioaren inguruko inpaktuak ebaluatzen dituzten azterketa teknikoak inplementatzen baititu. Gainera, ICP Forest bezalako nazioarteko monitorizazio-metodologiak txertatzen ditu proiektuak.

3. Basogintzako jardunbide jakin batzuk betetzearekin lotutako zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko balizko kontratuak diseinatzerakoan (baldintzazkotasun-printzipioa), funtsezkoa da zerbitzuen hornitzaileek baldintzazkotasun hori zenbateraino beteko duten neurtzeko monitorizazio-sistemak txertatzea. Praktikan, ordea, oso gutxi dira ez betetzearen edo borondatez uko egitearen ondoriozko zehapen-mekanismoak txertatzen dituzten ordainketa-eskemak. Horregatik, gomendagarria da nolabaiteko erregulazio-malgutasuna duen kontratu-eredu bat diseinatzea, hau da, arau- eta instituzio-mailan nahiz klima- edo ingurumen-mailan izan daitezkeen gorabeheretara egokitzeko gaitasuna duena. Administrazio-kudeaketaren barne-maian, zerbitzu hidrologikoen hornitzaileei aldi behin kontratua berriz negoziatzeko aukerak eskainiko dizkieten hainbat posibilitate ebaluatzea gomendatzen da.
4. Esperientziak eta ebidentzia zientifikoak frogatzen dute zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskema baten diseinu eta plangintza estrategiko eta operatiborako prozesuetan ekitate soziala kontuan hartzeak eginkizun instrumental nabarmena betetzen duela, gizarteratzearen alorrean ez ezik, proposatutako kontserbazio-helburuen lorpenean ere. Praktikan, ekitate sozialeko irizpide bat sartzeak berekin dakar, gutxienez, elkarrekin lotutako hiru alderdi harmonikoki integratzea: (i) erabakiak hartzeko prozesuetan onuradunek aktiboki eta banatuta parte hartzea; (ii) kostuen, mozkinen eta eskubideen banaketa proportzionala; eta (iii) gizarte-eragileen balioak, gaitasunak, iritziak eta eskubideak errekonozitzea eta indartzea.
5. Kontratu kolektiboen eredu batek kontratuko terminoen onargarritasuna, identifikazioa eta azken betetzea bultzatzen lagundu dezake. Izatekotan ere, aukera irekia eta borondatezkoa izango litzakeela

onartuta. Horrez gain, kontratu kolektiboen eredu horrekin lotutako ordainketa-sistemak «aglomerazio» izeneko mekanismo bat txerta lezake. Ezarritako oinarriko ordainketari proiektuan parte hartzea erabakitzen duen aldameneko jabe bakoitzeko hobari bat aplikatzean datza eredu hori. Gainera, ordainketa kolektiboen eskema batek transakzio-kostuak murrizten lagundu dezake, hau da, pizgarri-eskema baten administrazioarekin lotutako kostuak, lehen batean zerbitzuen hornitzaileek beren gain hartu beharko lituzketenak. Aglomerazio bidez bereizitako ordainketak eskaintzen dituen zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko sistema batek zerbitzu hidrologikoaren puntutik gehigarritasun handiagoa eskaini ahal izatearen abantaila du, betiere kasu bakoitzean ingurumen-baldintzen eta baldintza ekologikoen eta hidrologikoen azterlan xehatu batek bermatua.

6. Transakzio-kostuek edo administrazio-kostuek kontratuak formulatu, inskribatu, negoziatu eta betearazteko prozesutik eratorritako hainbat kostu hartzen dituzte barnean, baita zerbitzuen hornitzaileek beren jabetzetan beren gain hartutako konpromisoak benetan betetzearekin zerikusia duten jarraipen- eta monitorizazio-jarduera guztien ondorio direnak ere. Transakzio-kostuen osagaiak eta diru-zenbatekoak eroslearen edo ordaintzailearen rola bere gain hartuko duen entearen edo enteen, eta hornitzaileekiko kontratu-harremanetan izan litezkeen informazio-asimetrien mende egongo dira. Teorian, azken horiek hartuko lukete beren gain transakzio-kostu horiek ordaintzeko kontratu-betebeharra. Dena den, kostu horien zenbatekoa handia izan daiteke, eta proiektuaren pizgarria kentzeko arrazoi posible bat sor dezake. Horregatik, zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko



Iturria: Bertan landua.

- eskema askok, eta, bereziki ur-funtsek hartzen duten mekanismoa administrazio publikoek funts fiduziaro edo *trust fund* bat eratzea izaten da, transakzio-kostuen aurrekontu-erantzukizuna epe luzera bere gain hartzeko.
7. Ebidentzia zientifikoak eta esperientziak berresten dute ordainketa bereziren eskema batek areagotu egiten duela proposatutako kontserbazio-helburuak betetzeko probabilitatea. Bereizkuntza-prozesu hori bi modutan sor daiteke, aldizkatuta. Alde batetik, hornidura-kostuen oinarriaren gainean (inplementazio-kostu handiagoak dituzten hornitzaileei zenbateko handiagoak ordaintzea), edo, bestela, sortutako onura ekosistemikoen oinarriaren gainean (zerbitzu hidrologikoen hornidura handiagoa ematen duten partzeletan zenbateko handiagoak ordaintzea). Urdaibaiko Biosfera Erreserbaren testuinguruan, lehen sistemak berekin ekarriko luke, adibidez, errentagarritasun ekonomiko handiagoak sortzen dituzten baso-partzelen jabeek pizgarri handiagoa aplikatzea. Ildo horretan, oso diferentzia adierazgarriak daude pinuaren eta eukaliptoaren errentagarritasunetan, eta are espezie bereko partzelen artean ere. Bigarren sistemak ordainketa handiagoak ekarriko lituzke berekin, jabeak inplementatzea erabakitzen duen basogintza kudeatzeko ereduaren dauden diferentzia kuantitatibo eta kualitatiboen arabera. Zerbitzu hidrologikoen hornidura eskalatzeko partzelen aglomerazioaren ondoriozko ordainketa gehigarriak gehitu beharko litzaizkioke horri (5. puntua).
8. Ebidentziak frogatzen du zein garrantzitsua den zerbitzu ekosistemikoak ordaintzeko eskema bat diseinatzeke eta ondoren garatzeko prozesuan eskualde jakin baten balio-aniztasuna modu integratuan kontuan hartzea eta artikulatzea. Tokiko balioztat hartzen dira natura ezagutzeko, interpretatzeko eta harekin harremanetan jartzeko askotariko modu partikularrak. Hots, kontua da behetik gorako ikusmolde inklusiboa eta parte-hartzailea hartzea (*bottom-up approach*), sistema sozioekologiko jakin bat osatzen duten alderdi identitarioak, kulturalak eta sozioekonomikoak aztertu eta eztabaidatzeko. Integrazio-prozesu inklusibo horretan zehar praxirik ez izateak, edo praxia urria edo desegokia izateak, ondorio negatiboak ekar ditzake parte-hartzeari, konpromisoari, emaitzei edo, are gehiago, gizarte-gatazkei dagokienez.
9. Lurraldea zaintzeko eredu hori interakzio sozialeko esparru zabalago baterako erreferentzia izan daiteke. Nahi den aldaketa eraldatzailea modu bidezko eta ekitatiboan garatzeko behar diren eskubide eta betebeharrak legitimatzeko, bermatzeko eta fiskalizatzeko gai izango den esparru etiko-arauemaike kolaboratiboa da. Bitartekaritza-ente batek gainbegiratura egon daitekeen bizikidetzaren esparrua. Ente horrek, adibidez, zerbitzu hidrologikoen hornitzaileen eta erabiltzaileen (onuradunak) artean izan litezkeen interes-gatazketan edo jabetza-eskubideen gatazketan esku hartu ahal izateko erantzukizuna izango luke.
10. Urklima proiektuak planteatzen duen pizgarrien eskemak zerbitzu hidrologiko jakin batzuen hornidura garbia lehenestea hartzen du ardatz. Horrela, zerbitzu horiek neurtzeko eta monitorizatzeko metodologiak eta mekanismoak barne hartzen dira. Berehalako helburu hori lortzearekin batera, zerbitzu hidrologikoak ordaintzeko eskemaren diseinua aprobetxa daiteke beste zerbitzu ekosistemiko batzuen gehigarritasuna sustatzeko edo biodibertsitatea eta karbono-bahiketa bezalako onura partekatutak lortzeko. Hori bai, horretarako, alde aurretik kontuan hartu behar da zerbitzu ekosistemikoen multzoaren itxarondako bilakaeraren modelizazioa, sinergiak eta konpromiso-egoerak (edo *trade-off*-ak) gertatzeko aukerari aurrea hartu eta saihestu ahal izateko.
11. Lurraldearen kudeaketa-ereduan aldaketa eraldatzailearen prozesu horretan esku hartzen duten faktore eta adierazle biofisiko eta sozioekonomikoen arteko interrelazio konplexua, eta haiek erabakiak hartzeko prozesuetan integratzeko premia kontuan harturik, irizpide anitzeko ebaluazio soziala garatzea gomendatzen da, ente aholku-emaike baten eskutik. Metodologia horrek izaera ezberdineko (kuantitatiboa eta kualitatiboa) aldagai edo irizpide multzo bat eranstea ahalbidetzen du, eragile garrantzitsuen erabakigunea osatzen duten hainbat alternatiba ebaluatzeke asmoz. Alternatiba horiek lurzoruen erabilerekin zein pizgarri ekonomikoen inguruan dauden aukerak irudika litzakete, zenbait baso-erabilera eta zerbitzu ekosistemikoak ordaintzeko sistema potentzialak konbinatuz.

---

# Erreferentziak

---

- BIZKAIKO FORU ALDUNDIA (2022). Bizkaiko Foru Aldundiaren 69/2022 FORU DEKRETUA, maiatzaren 10ekoa. Honen bidez, Bizkaiko Lurralde Historikoan basoetako azpiegituretan inbertsioak egiteko eta basoen bideragarritasuna garatu eta hobetzeko 2022. urterako dirulaguntzak emateko oinarri arautzaileak eta deialdia ezartzen dira.
- BRAUMAN, K., DAILY, G., DUARTE, T.K., MOONEY, H., 2007. *The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services*. Annual Review of Environment and Resources 32: 6.1-6.32. [doi.10.1146/annurev.energy.32.031306.102758](https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758)
- CALDER, I., 2007. *Forests and water - Ensuring forest benefits outweigh water costs*. Forest Ecology and Management 251: 110–120. [doi.10.1016/j.foreco.2007.06.015](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.015)
- CEARRETA, A., MONGE-GANUZAS, M., 2013. *Evolución paleoambiental del estuario del Oka (Reserva de la Biosfera de Urdaibai, Vizcaya): respuesta al ascenso del nivel marino durante el Holoceno*. Jornadas de Geomorfología Litoral, pp. 163-166. Geo-Temas 14 ISSN 1576-5172
- CHUST, G., GONZÁLEZ, M., FONTÁN, A., REVILLA, M., ALVAREZ, P., SANTOS, M., COTANO, U., CHIFFLET, M., BORJA, A., MUXIKA, I., SAGARMINAGA, 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., ORUE-ECHEVARRIA, D., FIGUEIRA, T., URIARTE, A., 2022. *Climate regime shifts and biodiversity redistribution in the Bay of Biscay*. Science of The Total Environment, 803, 149622.
- ENGEL, S., PAGIOLA, S., WUNDER, S., 2008. *Designing Payments for Environmental Services in Theory and Practice. An Overview of the Issues*. Ecological Economics 65: 663–674. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>
- EPELDE, I., LIRIA, P., DE SANTIAGO, I., GARNIER, R., URIARTE, A., PICÓN, A., GALDRÁN, A., ARTECHE, J.A., LAGO, A., CORERA, Z., PUGA, I., ANDUEZA, J.L., LOPEZ, G., 2021. *Beach carrying capacity management under Covid-19 era on the Basque Coast by means of automated coastal videometry*. Ocean & Coastal Management, 208, 105588.
- GARCÍA-ARTOLA, A., CEARRETA, A., MONGE-GANUZAS, M., NIKITINA, D., LI, T., HORTON, B.P., 2023. *Holocene environmental evolution and relative sea-level change in the Oka estuary (Urdaibai Biosphere Reserve, northern Spain)*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 286.

- GARNIER, R., TOWNEND, I., MONGE-GANUZAS, M., DE SANTIAGO, I., LIRIA, P., ABALIA, A., EPELDE, I., DEL CAMPO, A., CHUST, G., VALLE, M., GONZÁLEZ, M., MADER, J., GÓMEZ, M., CASTILLO, C., URIARTE, A., 2022. *Modelling the morphological response of the Oka estuary (SE Bay of Biscay) to climate change*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 279, 108133. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108133>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), 2023. *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI: 10.1017/9781009157896>
- LIRIA, P., EPELDE, I., DE SANTIAGO, I., GARNIER, R., ABALIA, A., MADER, J., 2021. *KOSTASystem, a coastal videometry technology: development and applications*. Proceedings of the 9<sup>th</sup> EuroGOOS International Conference ‘Advances in Operational Oceanography: Expanding Europe’s Observing and Forecasting Capacity’, 3-5 May 2021.
- MARTIN-ORTEGA, J., OJEA, E., ROUX, C., 2013. *Payments for Water Ecosystem Services in Latin America: A literature review and conceptual model*. Ecosyst. Serv. 6: 122–132. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.09.008>.
- MARTÍNEZ-SANTOS, M., ANTIGUEDAD, I., RUIZ-ROMERA, E., 2014. *Hydrochemical variability during flood events within a small forested catchment in Basque Country (Northern Spain)*. Hydrological Processes 28(21), 5367-5381. <https://doi.org/10.1002/HYP.10011>
- MONGE-GANUZAS, M., CEARRETA, A., EVANS, G., 2013. Morphodynamic consequences of dredging and dumping activities along the lower Oka estuary (Urdaibai Biosphere Reserve, southeastern Bay of Biscay, Spain). *Ocean & Coastal Management* 77, 40-49.
- MURADIAN, R., CORBERA, E., PASCUAL, U., KOSOY, N., MAY, P.H., 2010. *Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services*. Ecol. Econ. 69: 1202-1208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eco-lecon.2009.11.006>.
- PANAGOS, P., BORRELLI, P., MEUSBURGER, K., ALEWELL, C., LUGATO, E., MONTANARELLA, L., 2015A. *Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale*. Land use policy (48), 38-50. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.05.021>
- PANAGOS, P., BORRELLI, P., MEUSBURGER, K., 2015b. *A new European slope length and steepness factor (LS-Factor) for modeling soil erosion by water*. (117-126) *Geosciences*, 5(2). doi:<https://doi.org/10.3390/geosciences5020117>
- PASCUAL, U., MURADIAN, R., RODRÍGUEZ, L.C., DURAIAPPAN, A., 2010. *Exploring the links between equity and efficiency in payments for environmental services: A conceptual approach*. *Ecological Economics* 69: 1237–1244. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.000>
- PASCUAL, U., PHELPS, J., GARMENDIA, E., BROWN, K., CORBERA, E., MARTIN, A., GOMEZ-BAGGETHUN, E., MURADIAN, R., 2014. *Social equity matters in payments for ecosystem services*. *BioScience* 2014, 64: 1027-1036. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu146>
- PERAZA-CASTRO, M., RUIZ-ROMERA, E., MEAURIO, M., SAUVAGE, S., SANCHEZ-PEREZ, J.M., 2018. *Modelling the impact of climate and land cover change on hydrology and water quality in a forest watershed in the Basque Country (Northern Spain)*. *Ecological Engineering* 122, 315-326. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.07.016>
- PERAZA-CASTRO, M., RUIZ-ROMERA, E., MONTOYA-ARMENTA, L.H., SANCHEZ-PEREZ, J.M., SAUVAGE, S., 2015. *Evaluation of hydrology, suspended sediment and nickel loads in a small watershed in Basque Country (northern Spain) using ecohydrological SWAT model*. *Ann. Limnol-Int. J. Lim.* 51 (1), 59–70. <http://dx.doi.org/10.1051/limn/2015006>
- PORRAS, I., GRIEG-GRAN, M., NEVES, N., 2008. *All That Glitters: A Review of Payments for Watershed Services in Developing Countries*. International Institute for Environment and Development, United Kingdom, p.138. <http://pubs.iied.org/pdfs/13542IIED.pdf>
- PORRAS, I., AYLWARD, B., DENGEL, J., 2013. *Monitoring Payments for Watershed Services Schemes in Developing Countries*. International Institute for Environment and Development, United Kingdom, p.36. <http://pubs.iied.org/16525IIED.html?c=econ>
- TOWNEND, I.H., WANG, Z.B., STIVE, M., ZHOU, Z., 2016. *Development and extension of an aggregated scale model: Part 1 – Background to ASMITA*. *China Ocean Engineering* 30(4), 483-504.

TOWNEND, I., ZHOU, Z., GUO, L., COCO, G., 2021. A morphological investigation of marine transgression in estuaries. *Earth Surface Processes and Landforms* 46(3), 1208 626-641.

UNECE ICP FORESTS PROGRAMME CO-ORDINATING CENTRE (ED.), 2022: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde [available from: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>]

WUNDER, S., 2005. *Payments for environmental services: some nuts and bolts*. CIFOR Occasional Paper. CIFOR, Indonesia.

ZABALETA, A., ANTIGUEDAD, I., 2013. *Streamflow response of a small forested catchment on different timescales*. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(1), 211-223. <https://doi.org/10.5194/HESS-17-211-2013>

ZABALETA, A., ANTIGUEDAD, I., BARRIO, I., PROBST, J.L., 2016. *Suspended sediment delivery from small catchments to the Bay of Biscay. What are the controlling factors?* *Earth Surface Processes and Landforms* 41(13), 1894-1910. <https://doi.org/10.1002/ESP.3957>

ZABALETA, A., 2008. *Análisis de la respuesta hidro-sedimentaria en pequeñas cuencas de Gipuzkoa*. Tesis doctoral. Geodinamika Saila, UPV/EHU.