

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

ZIENTZIA  
ETA TEKNOLOGIA  
FAKULTATEA  
FACULTAD  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Gradu Amaierako Lana  
Biologiako Gradua

## Ur-desbideratzeen eragina ibaietako komunitateetan

Egilea:

Maidar Erize Gardoki

Zuzendaria:

Aitor Larrañaga Arrizabalaga

© 2019, Maidar Erize Gardoki

Leioa, 2019ko uztailaren 18a

# **AURKIBIDEA**

<b>Abstract.....</b>	<b>1</b>
<b>Laburpena.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Sarrera.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Materialak eta metodoak.....</b>	<b>4</b>
2.1 Ikerketa-area eta presaren deskripzioa.....	4
2.2 Lan esperimental.....	5
2.3 Analisi fisiko-kimikoa.....	5
2.4 Biofilma eta materia organikoa.....	5
2.5 Ornogabeak eta arrainak.....	6
2.6 Datuen tratamendua.....	6
<b>3. Emaitzak.....</b>	<b>7</b>
3.1 Analisi fisiko-kimikoak.....	7
3.2 Materia organikoa.....	8
3.3 Biofilma.....	9
3.4 Ornogabeak.....	10
3.5 Arrainak.....	11
<b>4. Eztabaida.....</b>	<b>12</b>
4.1 Analisi fisiko-kimikoak.....	12
4.2 Materia organikoa.....	13
4.3 Biofilma.....	13
4.4 Ornogabeak.....	14
4.5 Arrainak.....	15
<b>5. Ondorioak.....</b>	<b>16</b>
<b>6. Esker onak.....</b>	<b>16</b>
<b>7. Bibliografia.....</b>	<b>17</b>
<b>Eranskina.....</b>	<b>21</b>

## **ABSTRACT**

Understanding how much water must remain in a stream to maintain a healthy functioning ecosystem has become an important focus in stream ecology research. Water abstraction can impact streams by altering the hydrological regime, water physicochemical characteristics, fluvial communities and ecosystem processes. Because water diversion is likely to increase in the near future, a research experiment was carried out in a section of the Deba River in Osintxu, Bergara (Gipuzkoa), where the dam of the Sologoen power plant is located, to further investigate on the effects of water abstraction on fluvial biota. To assess the impact of reduced discharge on the stream ecosystem, fluvial communities from *control* and *impact* reaches –upstream and downstream from the dam– were compared. Benthic macroinvertebrate, biofilm and fish communities were studied, as well as the storage of wet organic matter. Water physicochemical characteristics were also measured over the course of one year. Water diversion significantly affected water velocity, river-flow and the width of the wetted channel on the downstream reach. However, conductivity and pH levels, as well as nutrient amount did not show significant differences between the two reaches.

The results also point to a considerable loss of benthic macroinvertebrates on the *impact* reach: out of all the invertebrates that were collected, only 9% belonged to the reach below the dam. Within the periphyton community, the decrease of green algae coverage was particularly evident, and might have had an influence on the decrease of certain macroinvertebrate taxa that feed on biofilm. The decrease of organic matter abundance on the reach below the dam was attributed to the decrease of water velocity and river flow on that reach, as well as to the loss of organic matter through the diversion-canal. Finally, no significant differences were found in fish abundance nor fish average size between *control* and *impact* reaches. This might possibly be related to the fact that they are highly mobile species, and therefore do not offer a reliable view on the impact of water diversion. In conclusion, it is clear that water abstraction has a significant effect on fluvial biota and might also affect the overall functioning of stream ecosystems over an increased period of time.

## **LABURPENA**

Ekosistema osasuntsuak mantentzeko ibaietan garraiatu behar den ur kopurua zenbatekoa den jakitea galdegai errepikakorra bihurtu da ibai-ekologiaren ikerketetan. Ur-desbideratzeak eragin larriak izan ditzake ibai-ekosistemen erregimen hidrológicoan, uraren ezaugarri fisiko-kimikoetan eta ibaietako bizidunen komunitateetan, ekosistemako prozesuetan aldaketak eragiten baititu. Etorkizunean ur-desbideratzeek gora egingo dutenez gero, desbideratze horiek ibaiko komunitateetan dituzten eraginetan sakonkiago aztertzeko ikerketa bat burutu

da Deba ibaiko tarte batean, Bergarako Osintxu auzoan (Gipuzkoa), non Sologoen zentral hidroelektrikoaren presa kokatuta dagoen. Ur-murrizpenak ibai-ekosisteman dituen eraginak ebaluatzeko, *control* eta *impact* tarteetako (hurrenez hurren, presatik gora eta behera kokatutako 100 metroko tarteak) bizidunen komunitateak konparatu dira. Makroornogabe bentikoen, biofilmaren eta arrainen komunitateak aztertu dira, eta horiekin batera, ibaiko materia organikoaren kopurua ere. Uraren ezaugarri fisiko-kimikoak ere neurtu dira urtebeteko epean zehar. Ur-desbideratzeak nabarmenki murriztu ditu uraren abiadura, emaria eta ubide hezearen zabalera presatik beherako tartean. Hala ere, konduktibitatean, pH balioetan eta mantenugaien kopuruetan ez da ezberdintasun esanguratsurik aurkitu bi tarteen artean. Ikerketaren emaitzek makroornogabe bentikoen murrizpen gogoangarria erakusten dute *impact* tartean. Izan ere, ornogabe kopurua % 9ra murriztu da presatik beherako tartean. Perifiton komunitatearen barruan, alga berdeen murrizpena bereziki nabarmena da, eta biofilmaz elikatzen diren makroornogabeen taxoi batzuen murrizpena beherakada horrekin lotuta egon daitekeela uste da. Presatik beherako tartean behatutako materia organikoaren murrizpena tarte horretako uraren abiaduraren eta emariaren murrizpenari egotzi zaio, bai eta kanalak desbideratutako uretan galdutako materia organiko kopuruari ere. Amaitzeko, bi tarteen artean, ez da ezberdintasun esanguratsurik aurkitu arrainen ugaritasunean ez eta arrainen tamainan ere. Ezberdintasun nabarmenik aurkitu ez izana lotuta egon daiteke arrainak mugikortasun handiko animaliak izatearekin, ez baitute ikuspegi fidagarria ematen uraren desbideratzeak dituen eraginetan.

Ikerketa honen emaitzek bistaratzen dute ur-desbideratzeak eragin esangarria daukala ibaiko bizidunen komunitateetan, eta, gainera, epe luzean, ibai-ekosistemen funtzionamenduan eragina izan dezakeela.

## **1. SARRERA**

Uren desbideratzeak eta presen eraikuntzak betidanik egin izan dira giza interesak asetzeko, hala nola, ureztaketarako, ur-horniketarako, ibaian beherako uholdeak murrizteko, eta energia elektrikoa sortzeko (Csiki et al., 2010). Hidroelektriaren sektoreak munduko energia berriztagarrien % 80 osatzen dute (Kibler et al., 2013), eta, gaur egun, mundu-mailako ibaien bolumenaren ia erdia (% 48) emariaren erregulazioaren edo zatiketaren menpe dago (Reid et al., 2018). Europa-mailan, adibidez, eskuragarri dagoen ur gezaren % 10 desbideratzen da urtero (European Environment Agency).

Presen eraikuntzak ibai-ekosistemetakoa biodibertsitatea arriskuan jartzen du, uraren desbideratzeak ibaiaren berezko emaria aldatzen duelako, ibarbasoarekiko konektibitatea

murrizten delako, eta ibaiaren berezko habitat aniztasuna homogeneizatu egiten duelako (Reid et al., 2018). Presatik behera gelditzen den ibaiaren tartearen erosioa ere gertatzen da, eta, era berean, ur-desbideratzeak eragina izan dezake uraren tenperaturan eta kalitatean (Egré et al., 2002). Gainera, ur-eskari handiena sarritan etortzen da bat emari gutxieneko garaiekin, eta, horrek, ur-murrizpenaren larritasuna eta iraupena handitzea eragiten du (James et al., 2008). Horrek guztiak, hots, ura desbideratzearen eraginezko ibaiaren berezko baldintzen aldaketak, nahitaez, ibai-ekosistema osatzen duten bizidunetan eragiten du. Klima aldaketaren eta giza populazioaren hazkundeak eraginda, uren desbideratzean eta erregulazioan igoera nabarmena gertatzea espero da etorkizun hurbilean (Arroita et al., 2015; Arroita et al., 2016), eta, horregatik, garrantzitsua da uren desbideratzeak ibai-ekosistemetan dituzten eraginetan gehiago sakontzea.

Horretarako, ikerketa bat burutu da Bergarako Osintxu auzoa zeharkatzen duen Deba ibaiaren tarte batean, non Sologoen zentral hidroelektrikoaren presa kokatuta dagoen. Makroornogabeen eta materia organikoaren ugaritasuna, biofilmaren estaldura, eta arrainen batez besteko tamaina eta ugaritasuna izan dira aztergai, ura hidroelektrika txiki batera desbideratzen duen presa baten urgora (*control*) eta urbehera (*impact*) konparatuz. Ur-murrizpenaren eraginen ondorioz, espero da talde guztien ugaritasunetan murrizpenak ikustea:

1. Materia organiko kantitatea presatik behera murriztea espero da, presak ibaiaren beherako materialen garraioa oztopatzen duelako, eta, gainera, presaren eraginez *impact* tarteko emaria murriztuko delako.
2. Ura desbideratzearen eraginez *impact* tartean emaria eta abiadura txikiagoak izatea espero da, eta, ondorioz, algen dentsitateak behera egingo du presatik behera, uraren abiadura jaistean, muga-geruzako mantenugaien berritzea mantsotzen delako, eta, horren eraginez, algen hazkuntza murrizten delako.
3. Materia organikoaren eta algen dentsitatearen murrizpenaren eraginez, *impact* tartean makroornogabe bentikoen ugaritasuna jaistea espero da, talde bi horiek ornogabeen elikagai-iturri garrantzitsuak baitira.
4. Arrainen kasuan ere, biomasa baxuagoa izatea espero da presatik behera, goian aipatutako errekurtsoen murrizpenaren eraginez.

## 2. MATERIALAK ETA METODOAK

### 2.1 Ikerketa-area eta presaren deskripzioa

Ikerketa hau Gipuzkoan egin zen, Bergarako Osintxu auzoa zeharkatzen duen Deba ibaiaren tarte batean. Tarte horretan, Sologoeneko zentral hidroelektrikoaren presa dago kokatuta (koordinatuak: 43.160511, -2.402323). 1991. urteaz geroztik, zentral hidroelektrikoa martxan ibili zen Soraluzeko udalaren eta Eusko Jaurlaritzaren eskutik, baina sektore publikoa berrantolatzeko asmoarekin, 2016an likidatzea erabaki zen. 2017an Soraluzeko Udala zentralaren jabe egin zen, eta zentralaren bideragarritasuna eta errentagarritasuna hobetzeko asmoarekin berriro jarri zen martxan. Zentralean sortzen den energiatik, zati handi bat Soraluzeko zerbitzu publikoen sektoreak erabiltzen du argindar moduan. 2017. urtean, adibidez, Soraluzeko argiteria publikoak eta udal eraikinek (kiroldegia, udaletxea, futbol zelaia eta abar) 559.571 kwh-ko kontsumoa izan zuten. Debako presa 31 metroko luzerakoa, 2,5 metroko zabalerakoa, eta 3,5 metroko altuerakoa da. Ura zentral hidroelektrikora bideratzen duen kanala, guztira 823 metroko luzerakoa, presaren ezker aldean dago kokatua. Zentralean heltze ura turbinatu ondoren, ur hori berri ere Deba ibaira isurtzeko hustubidea ere badago. Ura desbideratzeko kanaliz gain, arraintentzako eskala bat ere badago (Soraluzeko Udala, 2018).



1. irudia: Deba ibaiaren kokapena. Gorriz impact tarte, berdez control tarte, eta beltzez Sologoeneko zentral hidroelektrikoaren presaren kokapena.

## 2.2 Lan experimentalak

Ur-murrizpenak ibaiko biotan dituen eraginak aztertzeko, 100 metroko bi tarte zehaztu ziren. Lehen tarteak presatik urgora zegoen kokatua, Osintxu auzoaren erdigunean (esperimentuaren kontrola), eta, bigarrena, presatik urbehera, herrigunetik aldentua (ur-murrizpenaren eraginpeko tarteak). Hurrenez hurren, tarte horiek, *Control* eta *Impact* bezala definitu ziren, eta horietako bakoitzean ornogabeen, arrainen, materia organikoaren eta biofilmaren laginen erreplikak batu ziren (ikus behean) 2017. urtean. Ibaiko uraren parametro fisiko-kimikoak ere neurtu ziren urte beteko epean zehar.

## 2.3 Analisi fisiko-kimikoa

Ibaiko parametro fisiko-kimikoen neurketak 2017ko ekainean eta urrian, eta 2018ko ekainean egin ziren. Emaria eta uraren abiadura neurtzeko FlowTracker-a (SonTek) erabili zen. *Control* eta *Impact* tarteetan puntu bana aukeratu zen horretarako, eta hautatutako ibaiaren zabalera zehar, metro bakoitzean egin ziren neurketak. Amaierako balioak zabalera osoko balioen batez bestekoekin kalkulatu ziren. Bestalde, mendiko zunda erabili zen konduktibitatea, pH-a, tenperatura eta disolbatutako oxigeno-kontzentrazioa neurtzeko. Nitrogeno eta fosforo kontzentrazioak kalkulatzeko, ibaitik batutako ur-laginak filtratu ziren mikrofibrazko filtroak erabiliz (glass-microfiber filters; Whatman International, 0.7 $\mu$ m), eta laginak -20 $^{\circ}$ C-tan gorde ziren analisiak egin arte. Fosforo erreaktibo disolbagarriaren kontzentrazioa (molibdatoaren metodoa (Murphy eta Riley, 1962)) kolorimetrikoki neurtu zen UV-1800 UV-vis espektrofotometro batean (Shimadzu, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). Amonio-kontzentrazioa (Salizilato metodoa; Reardon et al., 1966) estimatzeko ere, metodo berdina erabili zen. Nitrato eta nitrito kontzentrazioak kapilaritatezko ioi-elektroforesi bidez (Agilent CE) determinatu ziren. Disolbatutako nitrogenoaren kopuru totala nitratoaren, nitritoaren eta amonioaren gehiketaz kalkulatu zen.

## 2.4 Biofilma eta materia organikoa

Biofilmari dagokiola, BenthosTorch-a (Biological Biophysical Engineering) erabili zen kuantifikazioa egiteko. Landako fluorimetro horrek algen kontzentrazioen estimak ematen ditu, fitobentosa osatzen duten organismoen pigmentuek igortzen duten fluoreszentiaren intentsitatean oinarrituta. Horrela, aztertutako gunean dagoen alga berdeen, zianobakterioen, eta diatomeoen dentsitateen proportzioak ematen ditu ( $\mu$ g/cm<sup>2</sup>) (Biological biophysical engineering, 2011).

Makina bentoseko harrien gainean kokatuta, 18 neurketa egin ziren tarte bakoitzean, eta balio guztien batezbestekoak kalkulatu ziren tarte bakoitzerako.

Materia organikoaren laginak ornogabeekin batera bildu ziren tarte bietan (ikus 2.5 puntuan). Behin laborategian, materia organikoaren laginak krisoletan sartuta, labean lehortu ziren 100□-tan 72 orduz, eta behin lehortuta, pisatu egin ziren. Lehortu ostean, 500□-ko labean erre ziren 8 orduz, eta berriro neurtu ziren pisuak. Horrela, pisu lehorraren eta errautsen pisuaren arteko kenketa eginda estimatu zen errautsik gabeko materia organikoaren pisua.

### 2.5 Ornogabeak eta arrainak

Presatik gorako eta presatik beherako tarte bakoitzean bentoseko laginen bederatzi erreplika hartu ziren (guztira 18 lagin) 2017ko ekainean, zoriz aukeratutako lekuetan. Puntu bakoitzean, surber sareak mugatutako azalera (30cm x 30cm) bentoseko material guztia bildu zen, eta bildutako materiala urez betetako baldeetan sartu zen. Baldeetara sartutako laginak 1mm-ko baheetatik iragazi ziren. Baheetan gelditutako materia organikoa etiketatutako plastikozko poltsatan sartu zen laborategian lehortzeko, eta ornogabeen laginak % 96ko alkoholdun boteetan gorde ziren. Laborategian, ornogabeak, bentoseko laginetan batutako bestelako materialetatik banatu ziren eskuz. Identifikaziorako Henri Tachet-en (2010) liburua erabili zen, eta taldearen arabera, identifikazioa maila-taxonomiko ezberdineraino egin zen.

Arrainak batzeko arrantza elektrikoa erabili zen aurretik finkatutako ibaiaren tarte bietan. Ekolur ingurumen aholkularitzako konpainia arduratu zen arrantza elektrikoaz, eta *control* eta *impact* tarteetan arrantzatutako ale guztiak pisatu eta neurtu egin ziren haien egoera estimatzeko. Harrapatutako aleen identifikazioa arrainak bildutako momentuan egin zen.

### 2.6 Datuen tratamendua

Laginketetan bildutako aldagaien informazio guztia Excel-en gorde zen, eta R software estatistikoaren bidez (The R Foundation for Statistical Computing; R version 3.6.0) aztertu zen. *Control* eta *impact* tarteetan arteko konparaketak egiteko t testak egin ziren ornogabe eta materia organiko kopurueterako, biofilmaren estaldurarako, arrainen tamainarako eta arrainen kopururako. Analisi fisiko-kimikoen balioak 2017ko ekaineko, 2017ko urriko eta 2018ko ekaineko laginketetan neurtutako batezbestekoetatik lortu ziren, eta tarte bien konparaketak egiteko t testa erabili zen.

IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) indizea kalkulatzeko, Alba-Tercedor eta Sánchez-Ortegaren (1988) artikulutik hartu ziren laginketan bildutako taxoi bakoitzaren balioak, eta guzti horien batuketa egin zen. Indize hau kalkulatzeko orduan, tarte bakoitzean bildutako ornogabe familia bakoitzak 1 eta 10 arteko balio bat jasotzen du. Ur garbienen bakarrak agertzen diren familien IBMWP balioak 10etik hurbil daude, eta familia



toleranteenak, hots, ur kutsatuetan bizirauteko gaitasuna dutenak, letik hurbilago. Horrela, IBMWP balio totala, tarte bakoitzeko familia guztien baturaren balioa da (erreplika guztiak kontuan izanik), eta, ondorioz, balio altuek kalitate oneko urak adierazten dituzte.

Shannon-en dibertsitate indizeak bizidunen komunitate bateko taxoiaren ugaritasunari eta uniformetasunari buruzko informazioa ematen du, eta indize hori kalkulatzeko behean adierazitako formula erabili zen:

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

Non,  $H'$ : Shannon-en dibertsitate indizea; eta  $p_i$ : "i" taxoiaren proportzioa bildutako ornogabe guztiekiko.

### 3. EMAITZAK

#### 3.1 Analisi fisiko-kimikoak

Disolbatutako oxigenoari dagokionez, tarte bietan agertu ziren % 100tik gorako oxigeno-saturazioak, baina *control* tartean *impact* tartean baino % 10 handiagoa zen saturazioa. Bestalde, ubide hezearen zabaleran lau metro baino gehiagoko murrizpena zegoen *control* tartetik *impact* tartera, eta, era berean, emarian eta uraren abiadura murrizpenak zeudela ikusi zitekeen presatik beherako tartean. Emariaren kasuan murrizpena % 40koa izan zen, eta abiaduraren kasuan % 30ekoa (ikusi 1. taula). Neurtutako mantenugaien kasuan (fosforoa eta nitrogenoa), antzeko balioak kalkulatu ziren bi tarteetan. Hala ere, neurtutako aldagai fisiko-kimiko guztien kasuan, tarte bien arteko ezberdintasunak ez ziren estatistikoki esanguratsuak izan (ikusi 1. taula).

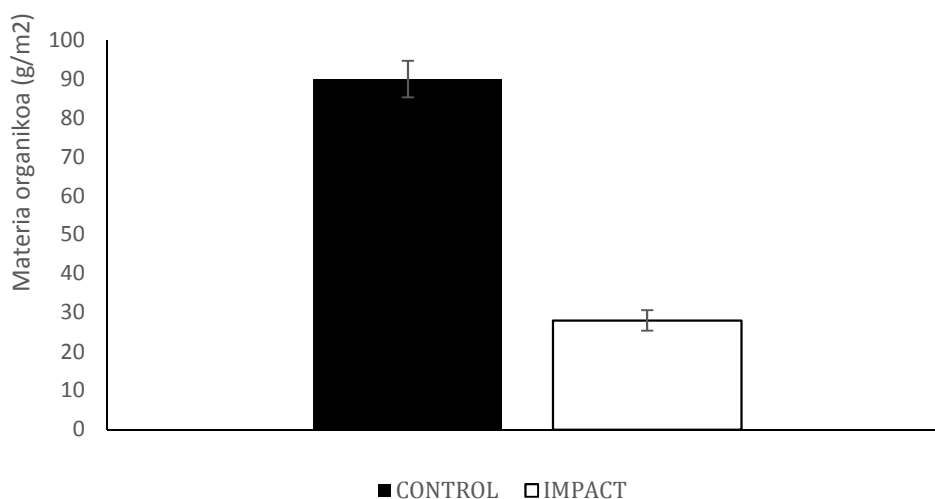
	CONTROL	IMPACT	Estatistikoa (t)	p balioa
<b>pH</b>	8,14 ± 0,18	8,1473 ± 0,04	-0,03	0,972
<b>Konduktibitatea (µS/cm)</b>	505 ± 78,23	508,666 ± 61,48	-0,03	0,972
<b>Temperatura (°C)</b>	18,3 ± 0,38	17,9 ± 0,38	0,7	0,496
<b>Disolbatutako oxigenoa (%)</b>	115,388 ± 0,91	105,844 ± 4,66	2	0,173
<b>Disolbatutako oxigenoa (mg/L)</b>	10,661 ± 0,16	9,827 ± 0,37	2	0,143
<b>Ubide hezearen zabalera (m)</b>	20,77 ± 2,49	16,611 ± 0,29	1,6	0,235
<b>Emaria (m<sup>3</sup>/s)</b>	1,55 ± 0,62	0,944 ± 0,13	0,9	0,434

<b>Abiadura (m/s)</b>	0,211 ± 0,05	0,146 ± 0,01	1,3	0,322
<b>Disolbatutako nitrogeno inorganikoa (mgN/L)</b>	0,5023 ± 0,083	0,5213 ± 0,037	-0,2	0,850
<b>Soluble reactive phosphorus (mgP/L)</b>	0,054 ± 0,014	0,0492 ± 0,016	0,2	0,840

1. taula: analisi fisiko-kimikoen emaitzak. *Control* eta *impact*: batezbestekoa ± errorea.

### 3.2 Materia organikoa

Materia organikoaren kopuruari dagokionez, ezberdintasun esanguratsuak ikusi ziren bi tartean artean ( $t= 3,83$ ;  $p= 0,002$ ), *control* tartean materia organiko kopuru handiagoa agertzen zelako *impact* tartearekin konparatuta ( $60 \text{ g/m}^2$  gehiago *control* tartean) (ikusi 2. irudia).



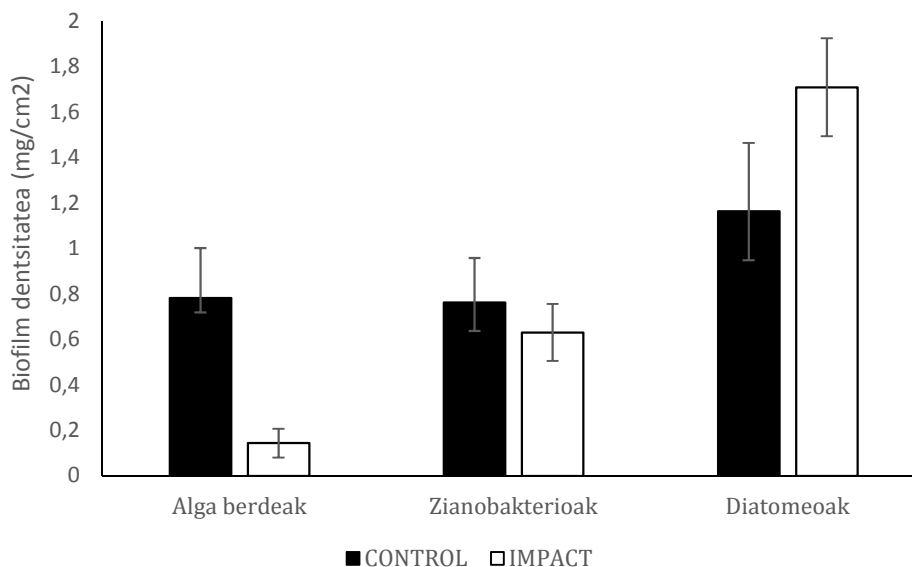
2. irudia: materia organiko kopurua ( $\text{g/m}^2$ , batezbestekoa ± errorea) deribazioko presatik urrea (*control*) eta urbehera (*impact*).

	<b>Estatistikoa (t)</b>	<b>Askatasun graduak</b>	<b>p balioa</b>	<b>Konparaketa</b>
Materia organikoa	3,8366	12,6	<b>0,002</b>	<b>C &gt; I</b>
Alga berdeak	2,7878	19,784	<b>0,011</b>	<b>C &gt; I</b>
Zianobakterioak	0,5667	28,9	0,575	----
Diatomeoak	-1,4766	30,8	0,149	----
Ornogabeak (ugaritasuna)	11,557	8,1	<b>&lt;0,001</b>	<b>C &gt; I</b>
Aingirak (tamaina)	0,6649	13,238	0,517	----
Aingirak (ugaritasuna)	1,2999	1,3	0,376	----
Amuarrainak (tamaina)	-0,1945	13,4	0,849	----
Amuarrainak (ugaritasuna)	0,7952	1,1	0,565	----
Ezkailuak (tamaina)	1,7903	131,8	0,076	----
Ezkailuak (ugaritasuna)	-1,0003	1,1	0,492	----
Loinak (tamaina)	4,6177	112,9	<b>&lt;0,001</b>	<b>C &gt; I</b>
Loinak (ugaritasuna)	-0,88295	1,3	0,509	----
Mazkarrak (tamaina)	0,8691	9,1	0,407	----
Mazkarrak (ugaritasuna)	-1,0299	1,0	0,491	----

**2. taula:** aztertutako aldagai ezberdinentzako egindako t-testen emaitzak, R programaren bidez kalkulatuak. Letra lodiz estatistikoki esangarriak diren kasuak.

### 3.3 Biofilma

Biofilmaren kasuan, hiru talde ezberdinen dentsitateak lortu ziren aztertutako laginetarako. Bai *control* tartean eta bai *impact* tartean dentsitate handiena erakusten zuten taldeak diatomeoak ziren. Alga berdeen dentsitatearen kasuan tarte bien artean ezberdintasuna esanguratsua zen ( $t=2,78$ ;  $p=0,011$ ), eta *control* tartean talde horren estaldura handiagoa zen. Zianobakterioen kasuan dentsitatea handiagoa zen *control* tartean, eta diatomeoen kasuan, ordea, dentsitatea handiagoa zen *impact* tartean *control* tartean baino: *control* tartean, alga berdeek perifiton komunitarearen % 28,87 osatzen zuten, zianobakterioek % 28,15 eta diatomeoek % 42,97; *impact* tartearen kasuan, alga berdeen, zianobakterioen, eta diatomeoen proportzioak % 5,77; % 25,38 eta % 68,83 ziren hurrenez hurren (ikusi 3. irudia). Hala ere, azken bi taldeen kasuak, ez ziren estatistikoki esanguratsuak izan.

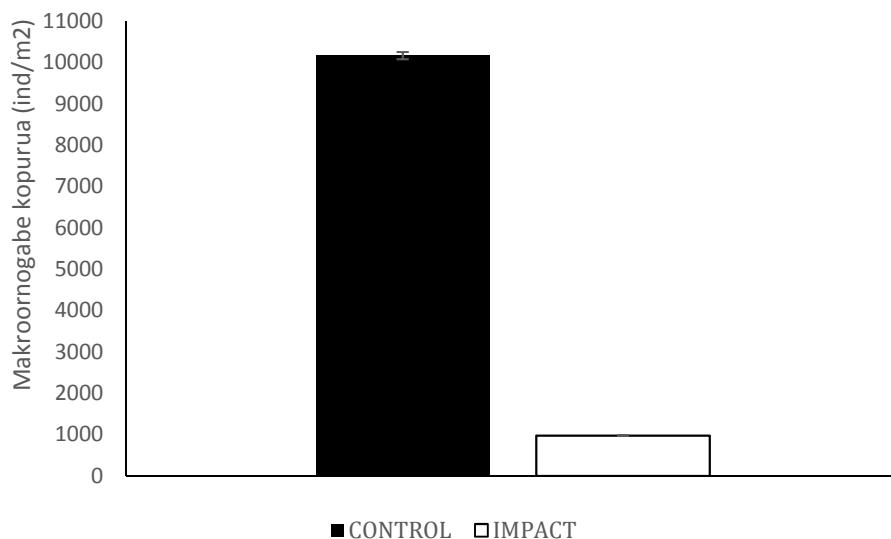


**3. irudia:** Biofilm taldeen dentsitatea (mg/cm<sup>2</sup>, batezbestekoa ± errorea) deribazioko presatik urgora (*control*) eta urbehera (*impact*).

### 3.4 Ornogabeak

Ornogabeen kasuan, *control* eta *impact* tarteen arteko ezberdintasun esanguratsuak zeuden kopuruaren aldetik ( $t = 11,55$ ;  $p < 0,001$ ), *control* tartearen alde. Laginketetan bildutako eta identifikatutako 11151 ornogabeetatik, % 90 baino gehiago *control* tartean bildutakoak ziren (*control* tartean 10174 eta *impact* tartean 977). Taxoi batzuen kasuetan murrizpenak bereziki handiak izan ziren, adibidez, trikopteroen kasuan, esaterako *Hydropsyche* generoaren kasuan; *control* tartean 1318 ale kuantifikatu ziren, eta *impact* tartean aldiz, soilik 55. Dipteroen kasuan ere berdina gertatzen zela ikusi zen, adibidez, Orthocladiinae azpifamiliaren kasuan 639 ale eta 35 ale zenbatu ziren, hurrenez hurren, *control* eta *impact* tarteetarako, eta 68 ale eta 4 ale, hurrenez hurren, Tanypodinae azpifamiliaren kasuan. Marruskatzaile batzuen kasuan ere murrizpen handiak egon ziren, *Potamopyrgus antipodarum* espeziearen kasuan adibidez: *control* tartean 752 ale kuantifikatu ziren, eta *impact* tartean, aldiz, 35. Antzeko egoera ikusi zitekeen *Ancylus fluviatilis* espeziearen kasuan, edo *Elmis* generoko larben kasuan (ikusi eranskina).

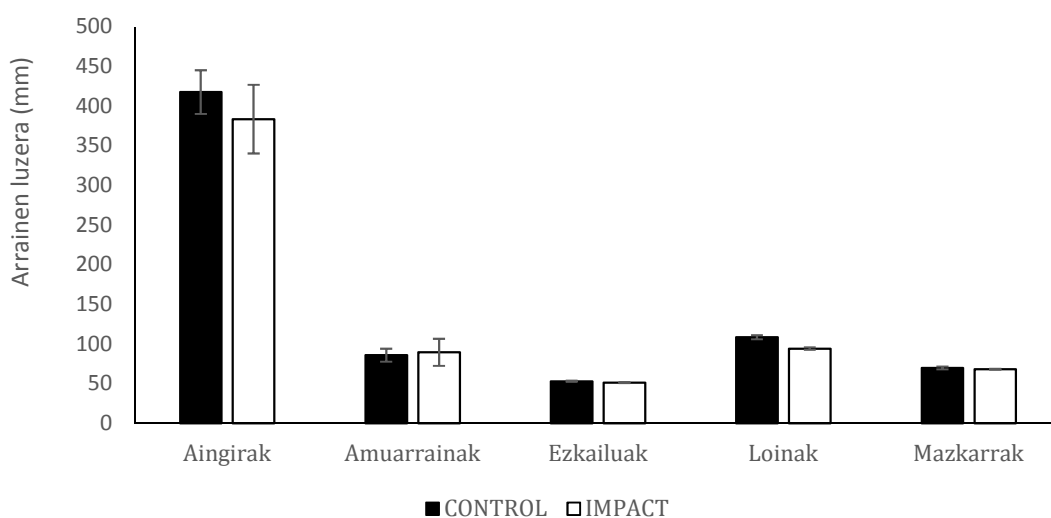
Ornogabeekin erlazionatuta, IBMWP indizeak tarte bietan 150etik gorako balioak erakusten zituen, 152 balioa *impact* tartearen kasuan, eta 230 balioa *control* tartearen kasuan). Shannon-en dibertsitate-indizearen kasuan, ez zen ezberdintasun nabarmenik ikusi tarte bien artean (balioak 2,11 eta 1,99 ziren, hurrenez hurren, *control* eta *impact* tarteetarako).



**4. irudia:** Makroornogabeen ugaritasuna (ind/m<sup>2</sup>, batezbestekoa ± errorea) deribazioko presatik urgora (*control*) eta urbehera (*impact*).

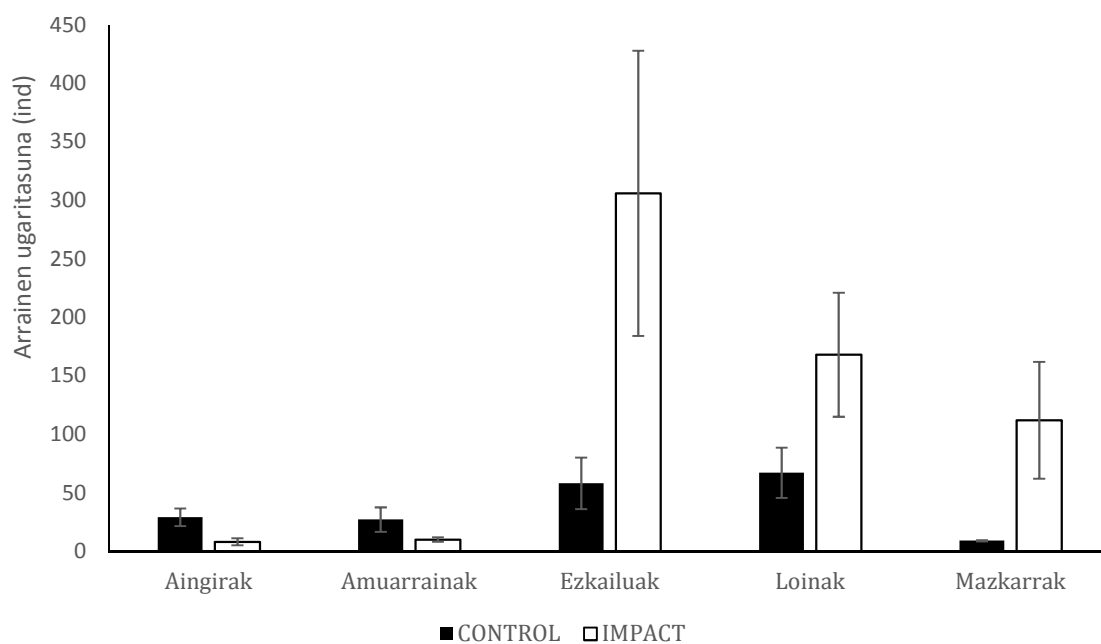
### 3.5 Arrainak

Arrainen kasuan, Deba ibaian arrantzatutako espezieak aingira (*Anguilla anguilla*), amuarraina (*Salmo trutta*), loina (*Parachondrostoma miegii*), ezkailua (*Phoxinus phoxinus*) eta mazkarra (*Barbatula quignardi*) izan ziren. Tamainaren kasuan nahiko balio bertsuak zituzten espezie guztiek aztertutako tarte bietarako (ikus 5. irudia). Tamaina handienak erakutsi zituztenak aingirak izan ziren, tarte bietan, 400 mm-tik gorakoak. Esangarritasun estatistikoari erreparatuta, loinen kasua izan zen kasu esanguratsu bakarra, eta, batez beste, *control* tartean *impact* tartean baino tamaina handiagoa zeukaten ( $t= 4,61$  ;  $p= <0,001$ ).



**5. irudia:** bildutako arrain-espezie ezberdinen luzera (mm, batezbestekoa ± errorea) deribazioko presatik urgora (*control*) eta urbehera (*impact*).

Arrainen ugaritasunaren kasuan, biomasa handieneko espezieak ugaritasun txikiagoan agertzen ziren tarte bietan (aingirak eta amuarrainak), eta ikusi zen bi espezie horien kopuruak murriztu egin ziren presatik behera. Ezkailuen, loinen eta mazkarren kasuan, ordea, kopuruek gora egin zuten (ikusi 6. irudia) presatik beherako tartean. Hala ere, arrainen ugaritasunean ezberdintasunak kasu baten ere ez ziren esanguratsuak izan (ikusi 2. Taula).



**6. irudia:** bildutako arrain-espezieen ugaritasuna (ind, batezbestekoa  $\pm$  errorea) deribazioko presatik urgora (*control*) eta urbehera (*impact*).

## 4. EZTABAIDA

### 4.1 Analisi fisiko-kimikoak

*Control* eta *impact* tarteen arteko ezberdintasun nabarmenik ez da ikusi pH-aren, konduktibitatearen eta tenperaturaren kasuetan. Presatik behera ubide hezearen zabaleran dagoen murrizpena, eta emarian eta uraren abiaduran dauden murrizpenak ere, zentralera desbideratzen den uraren ondorioa dira. Emariaren murrizpenaren eraginez ibaiaren tarte horretako mikrohabitatakat aldatu egiten dira, besteak beste, presatik behera ibarbasoarekiko konektibitatea galdu edo murriztu egiten delako (Reid et al., 2018). Ibaiko baldintza fisiko horiek aldatzeak, eragin zuzena dauka ibaiko ekosistema osatzen duen biotan.

#### 4.2 *Materia organikoa*

Lehenik eta behin, materia organikoaren kopuruan ezberdintasun nabarmenak daude. *Control* eta *impact* tarreak konparatuta, kopuru txikiagoak agertzen dira presatik beherako tartean. Materia organikoaren erretentzioan garrantzi handia dauka uraren abiadurak, uraren abiadura murrizten denean materia organiko gutxiago garraiatzen delako ibaian behera (Arroita et al., 2015). Zenbait ikerketatan materia organikoaren pilaketa handiagoak topatu dira presatik beherako tartetean, tarte horietako abiadura murriztu egiten delako presatik gorako ibaiaren tartarekiko (adibidez Dewson et al., 2007). Deba ibaiaren kasuan, *impact* tartean materia organikoaren pilaketa txikiagoa izateko bi arrazoi nagusi egon daitezke. Alde batetik, presak barrera efektua sortzen du, eta presatik gora hurbilen dagoen tartean ingurune lentikoa sortzen da, materia organikoaren erretentzioa faboratuz, uraren abiadura murrizten delako. Gainera, ibaian behera garraiatzen den materia organikoaren zati handi bat presaren kanaletik doan urarekin batera galtzen da. Bertatik, zentral hidroeletrikora heltzen da, eta turbinatik pasa ondoren, materia organiko hori ez da ibaira itzultzen, materia organiko hori guztia ibai-ekosistematik galtzen delarik (Arroita et al., 2015). Hori izan daiteke presatik behera materia organiko gutxiago agertzea azaltzen duen arrazoi nagusia.

#### 4.3 *Biofilma*

Biofilmari dagokiola, hiru taldeen proportzioak ezberdinak dira tarte batetik bestera: *control* tartearen kasuan, diatomeoak dira nagusi, eta zianobakterioen eta alga berdeen dentsitatea oso berdintsua da. *Impact* tartean, aldiz, alga berdeen dentsitatean beherakada esangarri bat ikusten da, zianobakterioen dentsitatea berdintsu mantendu da, eta tarte honetan ere, diatomeoak nagusitzen dira, baina horien proportzioa nabarmenki handitu da. Alga berdeen dentsitatearen murrizpena lotuta egon daiteke emariaren eta uraren abiaduraren murrizpenarekin. Izan ere, alga berdeek korronte handiagoko uretan hazteko joera handiagoa daukate, korronte handiagoko inguruneek oxigenazio handiagoa daukatelako, (Wehr eta Sheath, 2003), eta, gainera, emari handiagoko inguruneetan, muga-geruzako mantenugaien berritze-tasa handiagoa delako. Deba ibaiaren kasuan ikusi da mantenugaien kopuruan ez dagoela ezberdintasun esangarririk bi tarteen artean, baina *impact* tartean emaria eta ur-abiadura txikiagoak izateak murriztu izan dezake mantenugaien berritze-tasa, alga berde gutxiago agertzea eraginez. Diatomeoak sistema gehienetako talde ugariena dira, bai biomasaren aldetik, eta bai kopuru aldetik ere (Wehr eta Sheath, 2003) eta, Deba ibaian, tarte bien kasuan nagusitzen diren taldea dira. Alga berdeen kasuan ez bezala, *impact* tartean diatomeoen dentsitatea handitzeko joera ikusi den arren, ez da esanguratsua izan estatistikoki. Antzeko egoerak behatu zituzten Grown et al.-ek (2001) eta Katano et al.-ek (2009) haien

ikerketetan. Oro har, diatomeoak azkarren hazten diren taldea dira udaberriko baldintzek hobera egiten dutenean (Znachor et al., 2016); horrek erakutsi dezake erraztasun handiagoa daukatela azkar ugaltzeko ingurune-baldintzak optimoak ez diren arren, eta, ondorioz, *impact* tartean kopuru handiagoan agertzea diatomeoak. Zianobakterioen kasuan dentsitateak tarte bietan berdintsu mantendu diren arren, diatomeoen kasuan bezala, hori ere ez da estatistikoki esangarria izan.

#### 4.4 *Ornogabeak*

Ornogabeen kasuan, presatik beherako tartean indibiduo kopuruaren murrizpen handia dago *control* tarteareriko. *Impact* tartean bildutako ornogabe kopurua, tarte bietan bildutako kopuru totalaren % 9 inguru baino ez da, eta, gainera, taxoi-aberastasunari begiratuta ere, *impact* tartearen kasuan kopurua txikiagoa da *control* tartean baino (*impact* tartean 36 taxoi daude bilduta, eta *control* tartean 59). IBMWP indizeak erakusten du tarte bietako ura garbi dagoela, kasu bietan 150etik gorako balioak lortu direlako (Alba-Tercedor eta Sánchez-Ortega, 1988). *Impact* tartean balio txikiagoa izatea (152 balioa *impact* tartean eta 230 *control* tartean) presatik beherako tartean inpaktuak gehitzearen eraginezko taxoien desagertpenari egotzi dakioke. Shannon-en dibertsitate indizearen kasuan ere, 2,11 baliotik 1,99 baliorako beherakada, ur-desbideratzearen ondoriozko taxoien desagertpenak eragindakoa dela esan daiteke. Makroornogabeen ugaritasunaren murrizpena azaltzeko arrazoi nagusia elikadurarekin lotuta dago. Ikusi daiteke, esaterako, perifitonaren proportzioak eta kopuruak ezberdinak direla presatik gorako eta beherako tartean (bereziki nabarmena da alga berdeen kasuan), eta horrek zuzenean eragiten du marruskatzaileak diren ornogabeetan, hau da, biofilmaz elikatzen diren ornogabeetan (Katano et al., 2009). Presatik beherako tarteko alga berdeen murrizpenak azaldu dezake zenbait marruskatzailearen kasuan (*Potamopyrgus antipodarum* eta *Ancylus fluviatilis* espezieen, eta *Elmis* generoko larben kasuan, adibidez) ugaritasunak izugarri murriztu izana presatik behera. Horrekin batera, materia organikoa kantitate txikiagoan agertzeak zuzenean eragiten du detritiboroak diren makroornogabeetan, materia organiko horretaz elikatzen direlako. Webster et al.-ek (1979) ikusi zuten ibaietako urteroko hosto-sarrera haloktonoen % 80 makroornogabeek erabiltzen dutela elikatzeko. Trikopteroaren eta dipteroaren talde batzuetan ugaritasunen murrizpen izugarriak egon dira, kasu batzuetan 1000 indibiduo baino gehiagoko ezberdinasunarekin (*Hydropsyche* generoaren kasuan esaterako). Beraz, uraren desbideratzeak eragindako materia organikoaren eta biofilmaren murrizpenak eragin zuzena dauka makroornogaben kopuruaren murrizpenean, errekurtso horiekiko menpekotasuna dutelako bizirauteko. Errekurtso horien eskasiak hein handi batean ornogabeen murrizpena azal dezakeen arren, posible da beste zenbait faktorek



eragin izana, besteak beste ibaiko baldintzen homogeneizazioak. Izan ere, ibai naturalek aniztasun handiko baldintzak eskaintzen dizkiete ornogabeei, hala nola, korronte-abiadura eta sakonera ezberdineko inguruneak, edo tamaina eta mota ezberdineko substratuak. Presen eraikuntzen eraginez, baldintza horiek homogeneizatu egiten dira, ornogabeentzako mikrohabitat dibertsitatea eta kalitatea murriztuz (Santucci et al., 2005). Bestalde, presek sedimentu handien garraioa ekiditen dutenez (Katano et al., 2009), substratuaren tamaina eta substratu mota homogeneoak bihurtzen dira presatik behera, eta, horrek, eragin zuzena dauka makroornogabeen kopuruen murrizpenean, horien ugaritasuna legarraren, hartxintxarraren eta beste substratu mota batzuetako nahaste heterogeneoaren menpekota delako, bai eta neurrizko emariaren eta menpekota ere (Tiemann et al., 2004). Presa baten eraikuntzaren eraginez substratuaren konposizioa aldatzen denean, ibaiaren berezko heterogeneitate hori murrizten da, eta ornogabeen deplezioa horren ondorioa izan daiteke (de Jalon et al., 1994). Halaber, substratuaren degradazioaren eraginez gertatu daiteke ornogabe bentikoak predazioarekiko sentikorrago bihurtzea, predatzaileekiko babeslekuak gutxitzen direlako presatik behera (Tiemann et al., 2004).

#### 4.5 Arrainak

Arrainen kasuan, tamainari dagokiola, ez dago ezberdintasun nabarmenik *control* eta *impact* tarteen artean. Ugaritasunari dagokiola, *impact* tartean beherakadak ikusten dira aingiren eta amuarrainen kasuetan soilik. Habitat urtarretan, arrainen tamaina eta maila-trofikoa azalera mugatzen ditu (McIntosh et al., 2018), eta, horregatik, habitataren tamaina arrainen dibertsitatearen faktore erabakigarria izan daiteke (Siebers et al., 2019). Debako uraren desbideratzearen ondorioz, ubide hezearen zabaleraren murrizpena gertatu da presatik beherako tartean, arraintzako egokia den habitataren azalera murriztuz. Gainera, horrekin lotuta, ubide hezearen zabalera murrizteak ingurune lehorren azalera handitzea dakar, eta arrainengan, mugikortasun handiko animalia guztiz urtarrak direnez gero, eragin handia daukate lehorte gertaera txikienean ere (McIntosh et al., 2018). Horregatik, habitat optimoaren baldintzak eraldatzearen ondorioz, arraintzako batzuek ur-murrizpenaren eraginetatik ibaian behera aktiboki ihes egin izana posiblea da. Bestalde, kontuan hartuta *impact* tartean beheko maila-trofikoen ugaritasunean beherakadak daudela (biofilm kopuruan eta makroornogabeen ugaritasunean), horrek eragin zuzena dauka arraintan. Izan ere, ikusi da alga eta makroornogabeen kopuruen handipenak ibaietako arrainen hazkuntza eta ugal-arrakasta handitzen dituztela (Osmundson et al., 2002).

Aingiren eta amuarrainen kasuan presatik behera ugaritasun txikiagoak dauden arren, ezkailuak, loinak eta mazkarrak, kopuru handiagoetan agertzen dira presatik behera. Hala ere,

arrantzatutako espezie guztien artean estatistikoki esanguratsua den kasu bakarra loinena izan da. Tamainari dagokiola, oro har, azken hiru espezie horiek, harrapatutako bost espezieen artean txikiak izaten dira. Esan bezala, ur gutxiagoko ingurunean habitat egokiaren azalera murriztu egiten da, eta, beraz, horrelako ingurune batean komenigarriagoa izan daiteke tamaina txikiagoa izatea bertan bizirauteko. Ingurune horretara hobeto moldatuta egonik, eta espezie handiek eragindako (amuarrainek eta aingirek) lehia txikiagoa izanik (amuarraiek eta aingirak kopuru txikiagoetan agertzen direlako *impact* tartean), posible da faktore horiek azken hiru espezieen kopuruen handipenak eragin izana.

De Jalon et al.-en ikerketan ere (1994), ziprinidoen populazioetan gorakadak ikusi zituzten, eta amuarraien populazioek, ordea, behera egin zuten. Gertaera horren atzean presen kudeaketa eta ibaian zeharreko kokapena, eta ibai bakoitzaren ezaugarri ekologiko ezberdinak zeudela proposatu zuten.

## **5. ONDORIOAK**

Oro har, uraren desbideratzeak ikerketa honetan aztertutako bizidunen taldeetan ondorio kaltegarriak izan ditzakela bistakoa da. Ur-murrizpenak, biofilmaren dentsitatean, materia organikoaren kantitatean eta makroornogabeen ugaritasunean beherakada esanguratsuak dituela frogatu du lan honek. Arrainen emaitzen kasuan esangarritasun estatistikorik lortu ez izana lotuta egon daiteke mugikortasun handiko bizidunak izatearekin eta behar dituzten ornogabeak beste eremu batzuetatik lortu ahal izatearekin. Dena den, murrizpenaren eragina arrainetan oso handia izatea esperoko litzateke, eragindako eremuaren luzera edo inpaktua mantentzen deneko denbora luzeagoa izango balitz.

## **6. ESKER ONAK**

Esker onak Euskal Herriko Unibertsitateko Ekologia eta Landare Fisiologia saileko ibai-ekologia taldeari, bereziki, nire zuzendaria izan den Aitor Larrañagari, ikerketa taldeko laginketetan parte hartzeko aukera emateagatik.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Alba-Tercedor, J., Sánchez-Ortega, A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de hellawell (1978). *Limnética*, 4: 51-56.

Arroita, M., Aristi, I., Díez J., Martínez, M., Oyarzun, G., Elozegi, A. (2015). Impact of water abstraction on storage and breakdown of coarse organic matter in mountain streams. *Science of the Total Environment*, 503-504, 233-240. doi: Arroita, M., Aristi, I., Díez, J., Martínez, M., Oyarzun, G., & Elozegi, A. (2015). doi:10.1016/j.scitotenv.2014.06.124.

Arroita, M., Flores, L., Larrañaga, A., Martínez, A., Martínez-Sansos, M., Pereda, O., ... Elozegi, A. (2016). Water abstraction impacts stream ecosystem functioning via wetted-channel contraction. *Freshwater Biology*, 62(2), 243–257. doi:10.1111/fwb.12864.

Biological Biophysical Engineering, BenthosTorch. Eskuragarri hemen: <https://www.bbe-moldaenke.de/en/products/chlorophyll/details/benthosTorch.html>. Kontsulta-data: 2019-05-15.

Biological Biophysical Engineering, The BenthosTorch a unique instrument for quick and easy phytobenthos measurements. Eskuragarri hemen: <http://www.thermofisher.com.au/Uploads/file/Environmental-Industrial/Environmental-Monitoring-Safety/Water-Monitoring-Treatment/Algae-Monitoring/bbe-BenthosTorch-Brochure-TFS.pdf>. Kontsulta-data: 2019-06-18.

Csiki, S., Rhoads, B. L. (2010). Hydraulic and geomorphological effects of run-of-river dams. *Progress in Physical Geography*, 34(6), 755–780. doi:10.1177/0309133310369435.

De Jalon, D. G., Sanchez, P., Camargo, J. A. (1994). Downstream effects of a new hydropower impoundment on macrophyte, macroinvertebrate and fish communities. *Regulated Rivers: Research & Management*, 9(4), 253–261. doi:10.1002/rrr.3450090406.

Dewson, Z. S., James, A. B. W., Death, R. G. (2007). Stream ecosystem functioning under reduced flow conditions. *Ecological Applications*, 17(6), 1797–1808. doi:10.1890/06-1901.1.

Egré, D., Milewski, J. C. (2002). The diversity of hydropower projects. *Energy Policy*, 30(14), 1225–1230. doi:10.1016/s0301-4215(02)00083-6.

Ekolur Ingurumen Aholkularitza, Nortzuk gara. Eskuragarri hemen: <http://www.ekolur.com/pagina/nortzuk-gara/lang/eu>. Kontsulta-data: 2019-07-03.

European Environment Agency, Water abstraction. Eskuragarri hemen: <https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/water-resources/water-abstraction>. Kontsulta-data: 2019-07-07.

González, J. M., Recuerda, M., Elozegi, A. (2018). Crowded waters: short-term response of invertebrate drift to water abstraction. *Hydrobiologia*, 819(1), 39–51. doi:10.1007/s10750-018-3620-1.

Growns, I. O., Growns, J. E. (2001). Ecological effects of flow regulation on macroinvertebrate and periphytic diatom assemblages in the Hawkesbury-Nepean River, Australia. *Regulated Rivers: Research & Management*, 17(3), 275–293. doi:10.1002/rrr.622.

James, A. B. W., Dewson, Z. S., Death, R. G. (2008). The effect of experimental flow reductions on macroinvertebrate drift in natural and streamside channels. *River Research and Applications*, 24(1), 22–35. doi:10.1002/rra.1052.

Jenck, Espectrofotómetro UV-Vis·Shimadzu·UV-1800. Eskuragarri hemen: <https://www.jenck.com/productos/producto/uv-1800>. Kontsulta-data: 2019-07-09.

Katano, I., Negishi, J. N., Minagawa, T., Doi, H., Kawaguchi, Y., Kayaba, Y. (2009). Longitudinal macroinvertebrate organization over contrasting discontinuities: effects of a dam and a tributary. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(2), 331–351. doi:10.1899/08-010.1.

Kibler, K. M., Tullos, D. D. (2013). *Cumulative biophysical impact of small and large hydropower development in Nu River, China*. *Water Resources Research*, 49(6), 3104–3118. doi:10.1002/wrcr.20243.

McIntosh, A. R., McHugh, P. A., Plank, M. J., Jellyman, P. G., Warburton, H. J., Greig, H. S. (2018). Capacity to support predators scales with habitat size. *Science Advances*, 4(7), eaap7523. doi:10.1126/sciadv.aap7523.

Murphy, J., Riley, J. P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27, 31–36. doi:10.1016/s0003-2670(00)88444-5.

Osmundson, D. B., Ryel, R. J., Lamarra, V. L., Pitlick, J. (2002). Flow-sediment-biota relations: implications for river regulation effects on native fish abundance. *Ecological Applications*, 12(6), 1719-1739. doi:10.1890/1051-0761(2002)012[1719:fsbrif]2.0.co;2.

Reardon, J., Foreman, J. A., Searcy, R. L. (1966). New reactants for the colorimetric determination of ammonia. *Clinica Chimica Acta*, 14(3), 403-405. doi:10.1016/0009-8981(66)90120-3.

Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T. J., ... Cooke, S. J. (2018). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*. 000-000. doi:10.1111/brv.12480.

Santucci, V. J., Gephard, S. R., Pescitelli, S. M. (2005). Effects of multiple low-head dams on fish, macroinvertebrates, habitat, and water quality in the Fox River, Illinois. *North American Journal of Fisheries Management*, 25(3), 975–992. doi:10.1577/m03-216.1.

Siebers, A. R., Paillex, A., Robinson, C. T. (2019). Flow intermittency influences the trophic base, but not the overall diversity of alpine stream food webs. *Ecography*. doi:10.1111/ecog.04597.

SonTek, FlowTracker2 handheld-adv. Eskuragarri hemen:

<https://www.sontek.com/flowtracker2>. Kontsulta-data: 2019-05-17.

Soraluzeko hilabetekaria, SOLOGOEN energia garbia herrirako. Eskuragarri hemen:

[https://plaentxia.tok-md.com/pdf/335\\_alea\\_Pil\\_pilean.pdf](https://plaentxia.tok-md.com/pdf/335_alea_Pil_pilean.pdf). Kontsulta-data: 2019-05-16.

Soraluzeko Udala, Sologoeneko zentral hidroelektrikoa. Eskuragarri hemen:

<https://www.soraluze.eus/eu/albisteak/sologoeneko-zentral-hidroelektrikoa>. Kontsulta-data: 2019-05-16.

Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-Polatera, P. (2010) *Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie*. Exeter, Erresuma Batua: CNRS Editions.

Tiemann, J. S., Gillette, D. P., Wildhaber, M. L., Edds, D. R. (2004). Effects of lowhead dams on riffle-dwelling fishes and macroinvertebrates in a midwestern river. *Transactions of the American Fisheries Society*, 133(3), 705–717. doi:10.1577/t03-058.1.

Webster, J. R., Benfield, E. F., Cairns, J. (1979). Model predictions of effects of impoundment on particulate organic matter transport in a river system. *The ecology of regulated streams*(pp.339-364). Springer, Boston, MA.

Wehr, J. D., Sheath, R. (2003). Freshwater habitats of algae. *Freshwater algae of North America: ecology and classification*(pp.11-45). Elsevier.

Znachor, P., Hezlar, J., Vrba, J., Nedoma, J., Seda, J., Šimek, K., Vašek, M. (2016). Part I: Manmade reservoirs. Slapy Reservoir. *Brief history of long-term ecological research into aquatic ecosystems and their catchments in the Czech Republic*(pp.47-53). Biology Centre CAS, v.v.i., Institute of Hydrobiology, České Budějovice.

**ERANSKINA.**

<b>TAXOIA</b>	<b>CONTROL</b>	<b>IMPACT</b>
Acari	49	13
<i>Ancylus fluviatilis</i>	53	6
<i>Anisus</i>	1	0
<i>Apatania</i>	0	1
<i>Atherix</i>	1	1
<i>Atrichops crassipes</i>	4	0
<i>Baetis</i>	2215	470
<i>Bathyomphalus contortus</i>	2	0
<i>Boreobdella verrucata</i>	17	0
<i>Boyeria irene</i>	5	0
<i>Brachyptera</i>	0	1
<i>Bythinella</i>	1	0
<i>Caenis</i>	3481	152
<i>Ceraclea + Homilia</i>	126	1
Ceratopogoninae	14	25
Chironomini	80	6
Clinocerinae	11	1
<i>Dryops</i> larbak	5	0
<i>Dugesia</i>	2	0
<i>Echinogammarus</i>	33	5
<i>Elmis</i> larbak	8	0
<i>Ephemera</i>	1	0
<i>Ephemerella</i>	136	48
<i>Esolus</i> helduak	1	2
<i>Esolus</i> larbak	4	2
<i>Eubria</i> larbak	1	0
<i>Glossiphonia</i>	6	0
Gyrinidae	0	1
<i>Habroleptoides</i>	0	2
<i>Haementeria costata</i>	4	0
<i>Haliphus</i> larbak	2	0
Hemerodromiinae	1	0
Heptageniidae	7	2
<i>Hydraena</i>	1	0
<i>Hydrocyphon</i> larbak	0	2
<i>Hydropsyche</i>	1318	55
Hydroptilidae	1	0
<i>Hyporhyacophila</i>	2	2
<i>Leuctra</i>	25	15
<i>Limnius</i> helduak	3	1
<i>Limnius</i> larbak	29	0
Limoniini	1	0
<i>Mystacides</i>	1	0

<i>Oecismus monedula</i>	2	0
Oligochaeta	287	50
<i>Onychogomphus</i>	3	0
Orthoclaadiinae	629	35
Pediciini	1	1
<i>Philopotamus</i>	1	0
<i>Pisidium</i>	363	8
<i>Polycelis nigra</i> + <i>P. tenuis</i>	1	0
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	752	35
Prosimuliini	2	1
Psychodidae	4	0
<i>Psychomyia pusilla</i>	2	0
<i>Radix</i>	5	1
<i>Rhyacophila</i>	54	8
<i>Sialis</i>	1	0
Simulliini	39	5
<i>Sphaerium</i>	10	0
Stratiomyidae	4	1
Tanypodinae larbak	68	4
Tanytarsini	115	4
Tipulidae	2	0
Ninfak	177	10
<b>TOTALA</b>	<b>10174</b>	<b>977</b>
<b>TAXOI KOPURUA</b>	<b>59</b>	<b>36</b>

1. irudia: bildutako makroornogabe bentikoen taxoien zerrenda eta kuantifikazioa.