

“Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2022. urtea”



Gipuzkoako Foru Aldundiko
Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako
Departamentuarentzat

Txostena

Pasaia, 2022.ko abenduak 19

Dokumentu izenburua *Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2022. urtea*

Proiektu kodea IM-22-ESTUARIOS

Bezeroa GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA - DIPUTACIÓN FORAL GIPUZKOA, Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentua - Dpto. de Medio Ambiente y Obras Hidráulicas
Gipuzkoa plaza z/g
20004 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
Ignacio Bañares Santin jaunarentzat

Egileak Marta Isabel Revilla
Almudena Fontán
Joxe Mikel Garmendia

Data 2022/12/19

Hala badagokio, txosten hau honela aipatu behar da:

Revilla, M., A. Fontán, J.M. Garmendia, 2022. *Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2022. urtea*. AZTI-k Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 77 or.

AURKIBIDEA

ESKER ONAK.....	5
1 AURREKARIAK ETA HELBURUAK.....	7
2 METODOLOGIA	9
2.1 Lagintze-puntuak.....	9
2.2 Uretako ingurune-aldagaiak	15
2.2.1 Ur-laginak hartzea eta aldagaiak <i>in situ</i> neurtzea	15
2.2.2 Landa datuak egiaztatu eta gordetzea	19
2.2.3 Uraren kalitatearen zenbatespena klorofilaren arabera.....	19
2.2.4 Isuriaren adierazle diren mantengutza: amonioa eta fosfata	21
2.3 Aldagai meteorologiko eta hidrografikoen anomalien azterketa.....	25
3 EMAITZAK ETA EZTABAIDA.....	27
3.1 Klorofila kontzentrazioa Gipuzkoako estuarioetan	27
3.1.1 Aldakortasuna espazialaren eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak.....	27
3.1.2 Estuario bakoitzeko klorofilaren joerak epe luzera	29
3.2 Oxigeno disolbatuaren edukia Gipuzkoako estuarioetan	40
3.2.1 Espazio- eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak.....	40
3.2.2 Estuario bakoitzeko oxigenoaren joerak epe luzera	46
3.3 Ibaietatik datozen amonio eta fosfato ekarpenak.....	58
3.3.1 Espazio- eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak.....	58
3.3.2 Isuriaren adierazle diren mantengutzaen egoera 2022 urtean	59
3.4 Aldagai meteorologiko eta hidrografikoak	61
3.4.1 1997-2022 aldiari dagozkion Urolako ibai- eta euri-erregimenaren anomaliak.....	61
3.4.2 Tokiko eta eskualdeko eskala geografikoa	63
3.4.3 Telekomunikazio klimatikoak.....	64
3.4.4 Emariaren aldakortasunari eta klorofilan duen eraginari buruzko ondorioak	65

4	ONDORIOAK ETA GOMENDIOAK.....	67
5	BIBLIOGRAFIA	71
6	ERANSKINAK	75
6.1	Klorofilako datuak Deba ibaiaren estuarioan.....	75
6.2	Klorofilako datuak Urola ibaiaren estuarioan.....	75
6.3	Klorofilako datuak Oria ibaiaren estuarioan.....	76
6.4	Klorofilako datuak Urumea ibaiaren estuarioan.....	76
6.5	Klorofilako datuak Oiartzun ibaiaren estuarioan.....	77
6.6	Klorofilako datuak Bidasoa ibaiaren estuarioan	77

ESKER ONAK

Lan hau Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuaren interesari esker egin ahal izan da. Bereziki Iñaki Bañares-i eskertu nahi zaio, bere laguntza eta parte-hartzeagatik.

1 AURREKARIAK ETA HELBURUAK

Gipuzkoako Foru Aldundiak aldagai fisiko-kimiko ezberdinen datuak jasotzeko 80ko hamarkadako erdialdetik aurrera lagintze-kanpainak egiten ditu estuarioetan.

Lagintze-kanpaina hauetatik eratorritako datuekin, AZTI, sistema hauen kalitateari buruzko urteroko txostenak egiten hasi zen 1999. urtetik aurrera. Gipuzkoako Foru Aldundiak emandako ur-laginetan klorofila kontzentrazioen analisiak egiteaz ere arduratu zen 2017.era arte.

Iraupen luzeko serieek estuarioen ingurumen kalitatearen zenbait hamarkaden bilakaera deskribatzea ahalbidetu dute.

Hala, urtero, 2017.era arteko txostenetan, uretako klorofilaren eta oxigenoaren kontzentrazioaren joera deskribatu zen, hain zuzen, ingurumen interes handia duten aldagaiak.

Gainera, mantengaien kontzentrazioen (amonioa eta fosfatoa) eta uhertasunaren epe-luzeko aldaketen berariazko azterketa batek Gipuzkoako arroetan saneamenduak izan duen eraginkortasuna frogatzea ahalbidetu zuen (Revilla et al., 2011b).

Bestalde, urteroko txosten batzutan sedimentuen ezaugarrien azterketak (granulometria, materia organikoa, erredox potentziala, metal astunak eta hidrokarburo aromatiko poliziklikoak (HAP)) kontuan hartu ziren. Hain zuzen, 2009 eta 2011 bitartean Deba, Urola eta Oria ibaien estuarioetako sedimentuen ezaugarriak aztertu ziren. Gainera, azterketa hauetan, sedimentuek bizidunengan izan dezaketen toxikotasun-arriskua ere zenbatetsi zen (Fontán et al., 2010; Revilla et al., 2011a, b).

Gipuzkoako Foru Aldundiaren eskaerei erantzunez, beste azterketa zehatzak ere egin dira AZTIIn. Horri esker, Gipuzkoako estuarioetako eta itsasertzeko uren eta sedimentuen egoera kimikoari buruzko informazio zabala, eta baita ingurune horietan bizi diren komunitate biologikoei buruzkoa ere (planktona eta bentosa), eskuragarri dago (ikus, adibidez, Belzunce et al., 2011; Muxika eta Valencia, 2011; Muxika et al., 2017).

Txosten hau Gipuzkoako Foru Aldundiaren Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuak eskatuta landu da. Azterketa hau estuarioen ingurumenak 2022. urteraino izan duen bilakaerari dagokio.

Jarraian, erabili diren datuen jatorria eta azterlan honen helburu zehatzak zerrendatzen dira.

- 1. HELBURUA: **“a” klorofilaren** aldakortasun espazialaren eta denbora-aldakortasunaren ereduak deskribatzea. Klorofila, fitoplankton-biomasaren hurbilketa moduan eta fitoplanktonak itsas ingurunean gertatzen den nitrogenu eta fosforo aberastearen aurreko erantzunaren adierazle bezala, aldagai erabilgarritzat jotzen da (Harding, 1994). Klorofilan oinarritzen den adierazle bat erabilia (6 urteko 90. perzentila) uren kalitatean egon diren aldaketak ere balioztatuko dira txosten honetan. Adierazle hori estuario bakoitzean eremu desberdinetarako zenbatetsiko da. Datuak jasotzeari dagokionez, Gipuzkoako Foru Aldundia izango da ur-laginak jasotzearen eta beraien azterketen arduradun. Ondoren, AZTI-ko langileek landuko dituzte datuak.
- 2. HELBURUA: **disolbatutako oxigenoaren** epe luzerako bilakaera deskribatzea. Estuarioetan, oxigenoa da uren kalitateari lotzen zaizkion aldagai nagusietako bat. Oxigeno-maila bai eragile naturalek (fotosintesia, amasketa, nitrifikazioa, difusioa...), eta bai eragile antropikoek (eutrofizazioa eta materia organiko eduki handia duten isuriak) baldintzatzen dute. Gipuzkoako Foru Aldundiko teknikariak izango dira hainbat aldagai fisiko-kimiko *in situ* neurtzearen arduradun, uretan disolbatutako oxigenoa barne. Estuario batzuetako denbora-segidak 1988.etik gaur egunerainokoak dira. Datu horiek AZTI-ko langileek kalkulu-orrietan sartzen dituzte, ondoren lantzeko.
- 3. HELBURUA: 2022. urtean neurtutako uretan disolbatutako mantenugaien kontzentrazioak (**amonioa eta fosfata**, hain zuzen), aurreko neurketekin alderatzea. Informazio hau Gipuzkoako Foru Aldundiaren datu-basean dago (datu-base honi buruzko zehaztasun gehiago eskuratzeko, ikus Revilla et al., 2011b). Mantenugaien kontzentrazio hauek kontuan hartu dira, bere bat-bateko gorakadak gaizki araztutako hiriko hondakin-uren adierazle diren heinean. Gainera, mantenugaien gehiegizko kontzentrazioek estuarioetan eutrofizazio arazoak sor ditzakete, fitoplanktonaren edo/eta makroalgen hazkuntza bizkortuz eta, ondoren, ekoiztutako biomasaren pilaketa eta oxidazioa eraginez.
- 4. HELBURUA: Azken hamarkadetako **prezipitazioen** eta **ibai-emariaren** aldaketa-ereduak deskribatzea. Klorofilan, oxigenoan eta abarretan antzemandako aldaketek ibai-erregimenaren aldakortasunarekin zerikusirik duten ikertzea da helburua. Hori, arroaren saneamendu-prozesuek estuarioan uraren kalitatea hobetzen duten ebaluatzeko garrantzitsua da.

2 METODOLOGIA

2.1 Lagintze-puntuak

Aldagai fisiko-kimikoak eta klorofila aztertzeko laginketak Gipuzkoako sei estuario nagusietan (Deba, Urola, Oria, Urumea, Oiartzun eta Bidasoa) egin ziren. Marearen nolabaiteko eragina izaten duten zenbait erreka ere kontutan izan ziren (**1. taula**). Aldagai fisiko-kimikoak bai *in situ* egindako neurketeki (tenperatura, oxigenoa, pH, gazitasuna eta eroankortasuna) eta baita laborategian egindakoei ere (esaterako, uhertasuna eta mantenugaiak) derizkie. Lagintze-puntu gehienetan aldagai fisiko-kimikoentzat 30 urte baino gehiagoko denbora-segida dago eta klorofilarentzat 15 urte baino gehiagokoa.

1. taula. Gaur egun Gipuzkoako estuarioen jarraipenean eta eskuragarri dauden datu-segidetan aztertzen diren lagintze-puntuak. Gazitasun maximoaren tartea adierazten da. Gaur egun klorofila neurtzen den lagintze-puntuak kolore grisez nabarmentzen dira.

Estuarioa/ Zona	Lagintze- Puntua	Kokapena	Fisiko- Kimika datuak	"a" klorofila datuak	Gazitasun maximoa
MUTRIKU	MIJ04450S	Mijoa erreka	2004-		<18
DEBA	DEB50000S	Sasiola zubia	1987-	1999-	<18
	DEB52200S	F.E.V.E. zubia	1987-		<18
	DEB53400S	Lasao baserria	1987-	1999-	18-30
	DEB54300S	Finca Laskibar ontziola	1987-		18-30
	DEB54900S	Deba zubia	1987-	1999-	>30
	DEB55400S	Itsasoratzeko kai-muturra	2001-		>30
UROLA	NAR07500S	Narrondo erreka	2006-		18-30
	URO52800S	Saburutx zubia	1987-	1999-2012	18-30
	URO55000S	Gorostiaga zubia	1987-	1999-	18-30
	URO55800S	Padurak	1987-		18-30
	URO57000S	F.E.V.E. zubia	1987-	1999-	>30
	URO57900S	N-634eko zubia	1987-		>30
	URO58700S	Zumaiako portua	1987-	1999-	>30
ORIA	ORI60200S	San Esteban zubia	1986-	1999-2012	<18
	ORI62400S	Aginagako lehenengo ontzirelekuak	1986-	1999-	<18
	ORI64700S	Aginagako bigarren ontzirelekuak	1986-	1999-2012	18-30
	ORI67200S	Ontziola (Atxega)	1986-	1999-	>30
	ORI68700S	Orio zubia	1986-	1999-2012	>30
	ORI70700S	Itsasoratzeko kai-muturra	2001-	2001-	>30

1. taula (Jarraipena). Gaur egun Gipuzkoako estuarioen jarraipenean eta eskuragarri dauden datu-segidetan aztertzen diren lagintze-puntuak. Gazitasun maximoaren tartea adierazten da. Gaur egun klorofila neurtzen den lagintze-puntuak kolore grisez nabarmentzen dira.

Estuarioa/ Zona	Lagintze- Puntua	Kokapena	Fisiko- Kimika datuak	"a" klorofila datuak	Gazitasun maximoa
IGARA	IGA05200R	Igara erreka	2018-		<18
AÑORGA	ANI04800S	Añorga erreka (Infierno)	1987-		<18
URUMEA	URU41300S	Astigarragako bihurgunea	1987-		<18
	URU42300S	Pilar auzoko zubia	1987-	1999-2012	<18
	URU44000S	Txomin-Enea auzoko zubia	1987-	1999-	18-30
	URU45300S	Egiako zubia	1987-	1999-2012	>30
	URU46600S	Burdinezko zubia	1987-	1999-	>30
	URU49000S	Kursaaleko zubia	2001-	2001-	>30
OIARTZUN	MOL00600S	Molinao erreka	1989-		18-30
	OIA12200S	Errenteriako zubia - Oiartzun ibaia	1989-		<18
	OIA13000S	Lezoko zubia - Oiartzun ibaia	1989-		<18
	OIA14000S	Portuko barnealdea - Oiartzun ibaia	1989-	1998-	>30
	OIA14500S	Lezoko kaia	1989-	1998-2012	>30
	OIA15000S	Molinao errekaaren ahoa	1989-	1998-	>30
	OIA15500S	Portuko erdialdea	1989-	1998-2012	>30
	OIA16700S	Itsasorako kanala	1989-	1998-	>30
	OIA16200S	Herrera kaia	1989-	1998-	>30
BIDASOA	END10200R	Endara errekaaren ahoa	1995-		<18
	BID00000R	Endarlazako zubia	1995-	1999-2001	<18
	BID04200S	Alunda-Lastaola bihurgunea (PK 81, C-131)	1992-	1999-2012	<18
	BID07600S	Behobiako zubia	1992-	1999-	<18
	BID10350S	Santiagoko zubia (Irun)	1992-	1999-	18-30
	BID13300S	Arrantzale-kofradia	2001-	2001-	>30

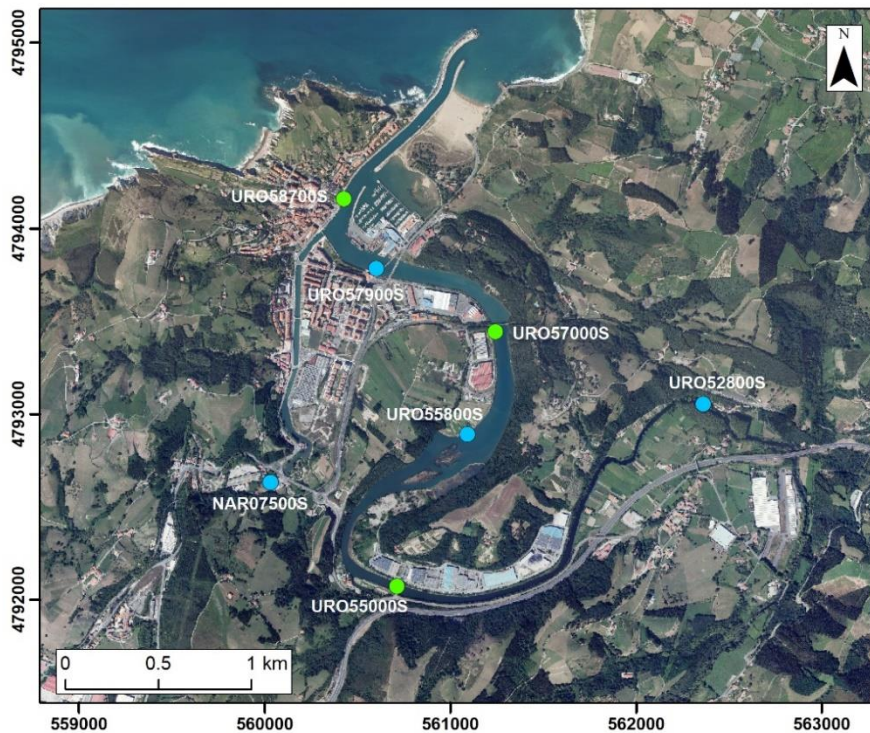
1. taulan ikus daitekeenez, *in situ* neurtzen diren aldagai fisiko-kimikoak (tenperatura, oxigenoa, pH, gazitasuna eta eroankortasuna), klorofila baino lagintze-puntu gehiagotan neurtzen dira, azken hau laborategian aztertu behar delarik.

Taula berean, lagintze-puntu bakoitzeko gazitasun-tartea adierazten da (denbora-segidan aurkitu den gehieneko balioan oinarritua). Honek, lagintze-puntu bakoitzean ibaiak itsasoarekiko duen eragina islatzen du.

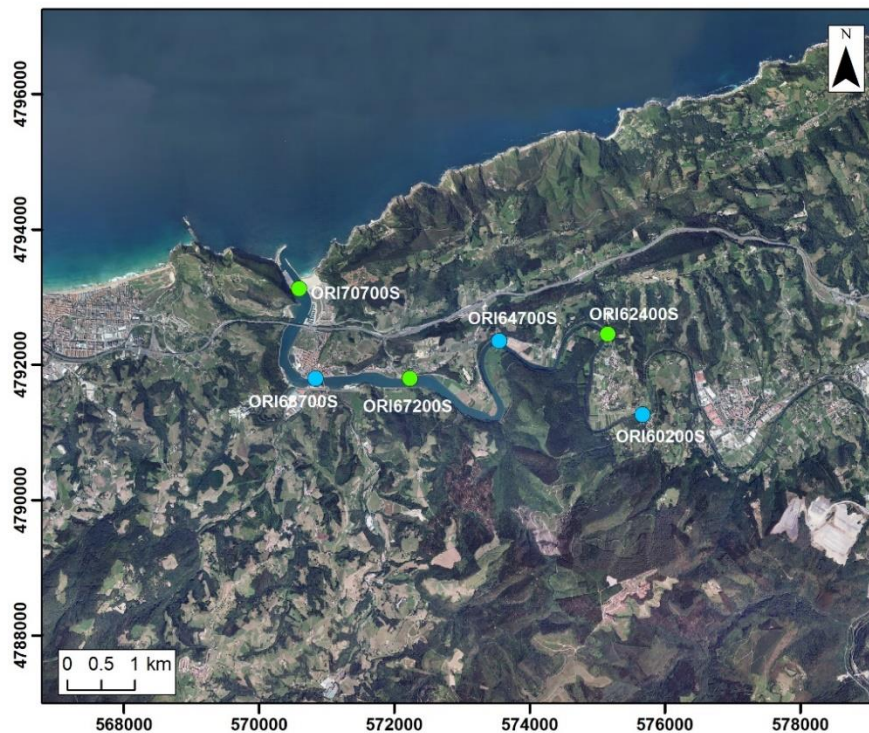
Jarraian, estuario bakoitzeko mapak irudikatuko dira, gaur egungo lagintze-puntuen kokapenarekin (**1. iruditik 6. irudira**). Puntu urdinekin irudikatutako lagintze-puntutan, aldagai fisiko-kimikoak soilik neurtu dira. Hauetaz gain, 2021.ean klorofila datuak edukitzen direnetan berde kolorea erabili da.



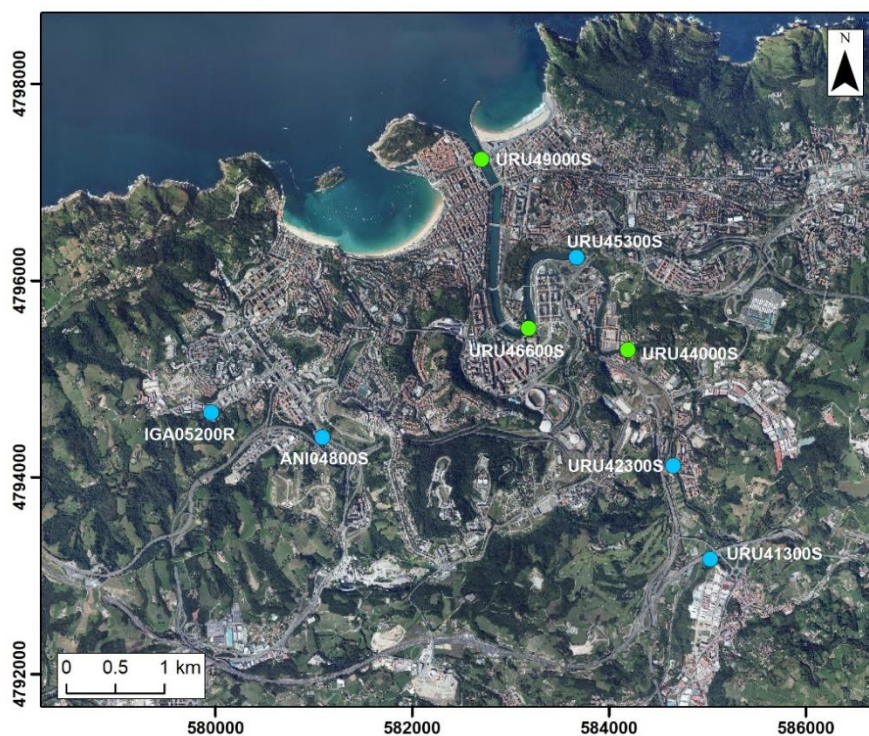
1. irudia. Deba ibaiaren estuarioko eta Mijoa erreka uren lagintze-puntuak 2022.ean.



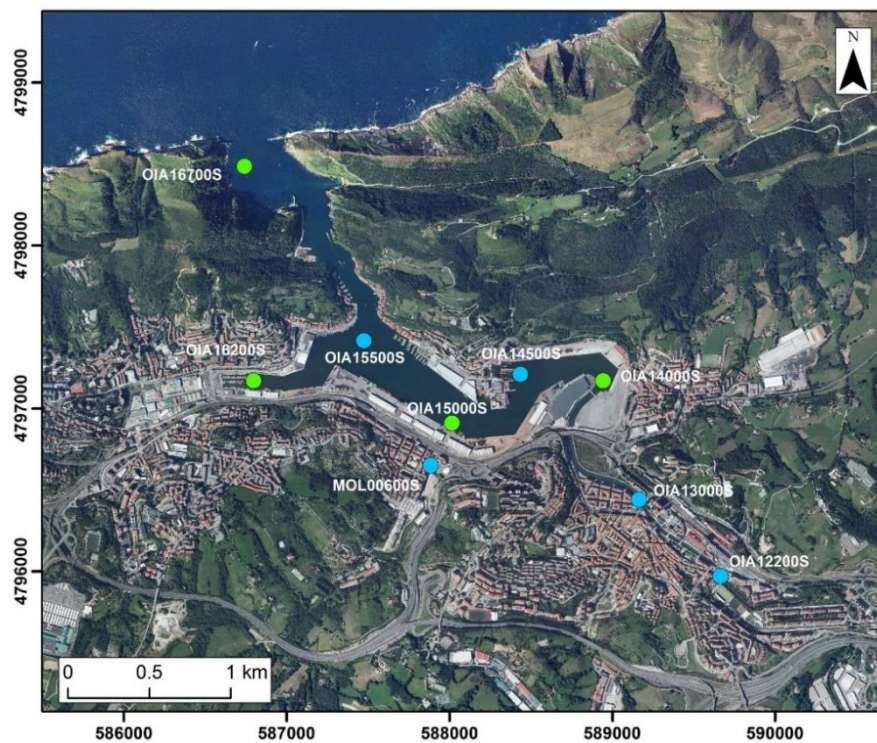
2. irudia. Urola ibaiaren estuarioko eta Narrondo erreka uren lagintze-puntuak 2022.ean.



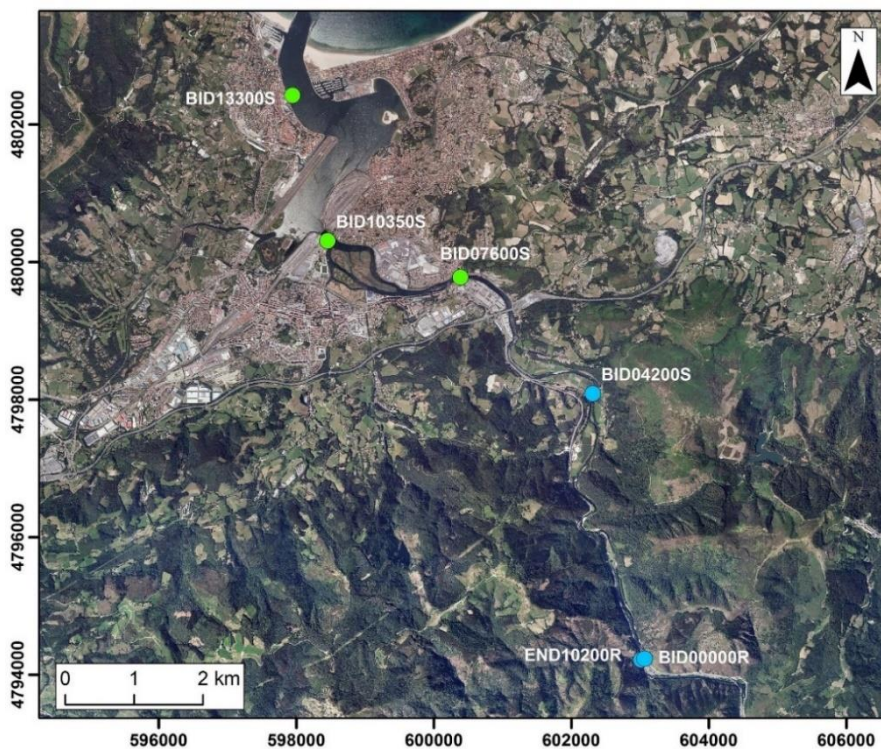
3. irudia. Oria ibaiaren estuarioko uren lagintze-puntuak 2022.ean.



4. irudia. Urumea ibaiaren estuarioko, Añorga erreka eta Igara erreka uren lagintze-puntuak 2022.ean.



5. irudia. Oiartzun ibaiaren estuarioko eta Molinoa errekaoren lagintze-puntuak 2022.ean.



6. irudia. Bidasoa ibaiaren estuarioko eta Endara errekaoren lagintze-puntuak 2022.ean.

2.2 Uretako ingurune-aldagaiak

2.2.1 Ur-laginak hartzea eta aldagaiak *in situ* neurtzea

Gipuzkoako Foru Aldundiko teknikariek klorofila eta ingurumen-kalitatea adierazten duten aldagai batzuk (adibidez, disolbatutako mantenugaiak) aztertzeke ur-laginak hartzen dituzte. Aldi berean aldagai fisiko-kimiko batzuk (gazitasuna, tenperatura, pH, e.a.) ere *in situ* neurtzen dituzte, hauen artean ingurumenaren egoera zehazteko garrantzia duen aldagai bat dagoelarik: disolbatutako oxigenoa. Aldagai guztiak ur-zutabearen azalaren azpiko geruzan neurtzen dira.

Aldagai fisiko-kimikoen eta klorofilaren neurketak egiten diren lagintze-puntuen kokapena eta zenbatekoa aurreko atalean azaltzen da (**1. taula**).

Klorofila azterketak egiteko laginketak 1999.ean hasi ziren estuario gehienetan (Oiartzunen kasuan 1998.az geroztik). Lagintzearen maiztasuna aldatu egin da jarraipena hasi zenetik (**2. taula**). Gehienetan, urteko lauzpabost lagintze egin ziren 2005.era arte. 2006.az gero maiztasuna areagotu egin zen, eta 6-7 lagintze egin ziren urteko estuario bakoitzean. Azkenik, 2010.az geroztik, klorofilaren lagintzea fitoplankton gehien ekoizten den garaira mugatu zen, gainerako aldagaietarako gutxi gorabehera hileroko lagintze-maiztasuna mantendu den bitartean. COVID osasun-alertaren ondorioz, 2020. urtean ez zen azterketa hori egin.

2. taula. Klorofila eta aldagai fisiko-kimikoak aztertzeke, 1999.az geroztik eginiko lagintze-kanpainak.

URTEA	DEBA	UROLA	ORIA	URUMEA	OIARTZUN	BIDASOA
1999	1999.eko uztailak 16	1999.eko ekainak 18	1999.eko uztailak 23	1999.eko ekainak 25	1999.eko ekainak 11	1999.eko ekainak 25
	1999.eko abuztuak 25	1999.eko irailak 17	1999.eko irailak 10	1999.eko irailak 3	1999.eko abuztuak 13	1999.eko irailak 3
	1999.eko urriak 29	1999.eko urriak 22	1999.eko azaroak 19	1999.eko azaroak 5	1999.eko azaroak 12	1999.eko azaroak 5
2000	2000.eko urtarrilak 14	2000.eko urtarrilak 21	2000.eko otsailak 4	2000.eko urtarrilak 28	2000.eko otsailak 11	2000.eko urtarrilak 28
	2000.eko martxoak 31	2000.eko maiatzak 5	2000.eko apirilak 28	2000.eko apirilak 14	2000.eko apirilak 7	2000.eko apirilak 14
	2000.eko ekainak 16	2000.eko ekainak 9	2000.eko maiatzak 26	2000.eko ekainak 23	2000.eko ekainak 16	2000.eko ekainak 23
	2000.eko abuztuak 11	2000.eko uztailak 28	2000.eko uztailak 20	2000.eko abuztuak 4	2000.eko abuztuak 18	2000.eko abuztuak 4
2001	2000.eko irailak 22	2000.eko urriak 20	2000.eko irailak 29	2000.eko urriak 6	2000.eko urriak 27	2000.eko urriak 6
	2001.eko urtarrilak 19	2001.eko urtarrilak 12	2001.eko otsailak 2	2001.eko urtarrilak 26	2001.eko otsailak 9	2001.eko urtarrilak 26
	2001.eko martxoak 30	2001.eko martxoak 23	2001.eko apirilak 27	2001.eko apirilak 6	2001.eko maiatzak 10	2001.eko apirilak 6
	2001.eko ekainak 15	2001.eko ekainak 8	2001.eko ekainak 1	2001.eko maiatzak 25	2001.eko ekainak 27	2001.eko maiatzak 25
	2001.eko abuztuak 3	2001.eko abuztuak 17	2001.eko uztailak 27	2001.eko abuztuak 10	2001.eko abuztuak 24	2001.eko abuztuak 10
2002	2001.eko azaroak 9	2001.eko urriak 26	2001.eko azaroak 30	2001.eko azaroak 23	2001.eko urriak 19	2001.eko azaroak 16
	2002.eko otsailak 28	2002.eko otsailak 22	2002.eko otsailak 15	2002.eko otsailak 8	2002.eko otsailak 1	2002.eko otsailak 8
	2002.eko maiatzak 17	2002.eko maiatzak 9	2002.eko apirilak 19	2002.eko maiatzak 31	2002.eko apirilak 26	2002.eko maiatzak 24
	2002.eko abuztuak 16	2002.eko abuztuak 2	2002.eko uztailak 26	2002.eko abuztuak 30	2002.eko abuztuak 9	2002.eko abuztuak 23
2003	2002.eko urriak 25	2002.eko urriak 18	2002.eko azaroak 8	2002.eko urriak 31	2002.eko azaroak 15	2002.eko urriak 31
	2003.eko apirilak 8	2003.eko apirilak 25	2003.eko maiatzak 9	2003.eko maiatzak 16	2003.eko martxoak 28	2003.eko apirilak 14
	2003.eko maiatzak 23	2003.eko maiatzak 30	2003.eko ekainak 24	2003.eko ekainak 13	2003.eko ekainak 17	2003.eko ekainak 6
	2003.eko uztailak 17	2003.eko uztailak 24	2003.eko abuztuak 14	2003.eko abuztuak 8	2003.eko abuztuak 22	2003.eko abuztuak 1
	2003.eko urriak 3	2003.eko urriak 10	2003.eko urriak 17	2003.eko irailak 26	2003.eko azaroak 7	2003.eko urriak 24

2. taula (Jarraipena). Klorofila azterketak egiten ez diren lagintzeak kolore grisez adierazi dira.

URTEA	DEBA	UROLA	ORIA	URUMEA	OIARTZUN	BIDASOA
2004	2004.eko otsailak 20	2004.eko otsailak 13	2004.eko otsailak 6	2004.eko otsailak 27	2004.eko maiatzak 21	2004.eko martxoak 4
	2004.eko apirilak 30	2004.eko apirilak 23	2004.eko apirilak 16	2004.eko maiatzak 14	2004.eko uztailak 23	2004.eko maiatzak 7
	2004.eko abuztuak 6	2004.eko uztailak 30	2004.eko abuztuak 13	2004.eko uztailak 16	2004.eko urriak 22	2004.eko abuztuak 20
	2004.eko azaroak 5	2004.eko urriak 15	2004.eko urriak 29	2004.eko abuztuak 27	2004.eko azaroak 26	2004.eko azaroak 12
2005	2005.eko otsailak 24	2005.eko martxoak 14	2005.eko martxoak 7	2005.eko otsailak 18	2005.eko martxoak 18	2005.eko apirilak 1
	2005.eko ekainak 3	2005.eko ekainak 17	2005.eko ekainak 10	2005.eko uztailak 1	2005.eko maiatzak 27	2005.eko ekainak 24
	2005.eko uztailak 8	2005.eko abuztuak 12	2005.eko uztailak 15	2005.eko abuztuak 26	2005.eko abuztuak 19	2005.eko irailak 2
	2005.eko irailak 8	2005.eko irailak 16	2005.eko irailak 29	2005.eko urriak 7	2005.eko irailak 23	2005.eko urriak 14
	2005.eko urriak 21	2005.eko azaroak 11	2005.eko azaroak 18	2005.eko abenduak 9	2005.eko abenduak 16	2005.eko azaroak 25
2006	2006.eko otsailak 3	2006.eko otsailak 24	2006.eko otsailak 10	2006.eko martxoak 10	2006.eko otsailak 17	2006.eko martxoak 3
	2006.eko martxoak 16	2006.eko martxoak 24	2006.eko martxoak 31	2006.eko apirilak 12	2006.eko apirilak 21	2006.eko apirilak 7
	2006.eko ekainak 16	2006.eko ekainak 23	2006.eko maiatzak 26	2006.eko ekainak 9	2006.eko maiatzak 19	2006.eko ekainak 2
	2006.eko abuztuak 4	2006.eko abuztuak 18	2006.eko ekainak 30	2006.eko irailak 1	2006.eko uztailak 14	2006.eko uztailak 7
	2006.eko irailak 18	2006.eko irailak 22	2006.eko irailak 7	2006.eko uztailak 28	2006.eko irailak 28	2006.eko abuztuak 25
	2006.eko azaroak 10	2006.eko azaroak 17	2006.eko azaroak 6	2006.eko urriak 6	2006.eko abenduak 22	2006.eko urriak 9
				2006.eko abenduak 18		2006.eko abenduak 1
2007	2007.eko urtarrilak 12	2007.eko urtarrilak 19	2007.eko urtarrilak 26	2007.eko otsailak 9	2007.eko martxoak 16	2007.eko otsailak 2
	2007.eko otsailak 16	2007.eko otsailak 23	2007.eko martxoak 2	2007.eko martxoak 23	2007.eko maiatzak 25	2007.eko martxoak 9
	2007.eko martxoak 30	2007.eko apirilak 13	2007.eko apirilak 2	2007.eko maiatzak 4	2007.eko uztailak 30	2007.eko apirilak 27
	2007.eko ekainak 1	2007.eko ekainak 15	2007.eko maiatzak 21	2007.eko uztailak 13	2007.eko abuztuak 31	2007.eko ekainak 8
	2007.eko uztailak 21	2007.eko abuztuak 3	2007.eko abuztuak 17	2007.eko irailak 7	2007.eko urriak 19	2007.eko abuztuak 10
	2007.eko abuztuak 24	2007.eko irailak 14	2007.eko azaroak 9	2007.eko urriak 4	2007.eko abenduak 14	2007.eko urriak 11
	2007.eko azaroak 16	2007.eko abenduak 7		2007.eko azaroak 30		2007.eko azaroak 26
						2008.eko otsailak 21
2008	2008.eko otsailak 28	2008.eko martxoak 7	2008.eko martxoak 13	2008.eko apirilak 3	2008.eko otsailak 15	2008.eko otsailak 21
	2008.eko apirilak 17	2008.eko apirilak 24	2008.eko maiatzak 15	2008.eko maiatzak 2	2008.eko apirilak 11	2008.eko martxoak 28
	2008.eko ekainak 5	2008.eko maiatzak 29	2008.eko ekainak 13	2008.eko uztailak 17	2008.eko ekainak 20	2008.eko maiatzak 22
	2008.eko uztailak 23	2008.eko uztailak 29	2008.eko abuztuak 7	2008.eko abuztuak 28	2008.eko abuztuak 21	2008.eko uztailak 10
	2008.eko irailak 3	2008.eko irailak 11	2008.eko irailak 18	2008.eko urriak 2	2008.eko urriak 16	2008.eko abuztuak 13
	2008.eko urriak 9	2008.eko urriak 23	2008.eko urriak 31	2008.eko azaroak 13	2008.eko abenduak 18	2008.eko irailak 25
	2008.eko azaroak 20	2008.eko azaroak 27	2008.eko abenduak 11			2008.eko azaroak 6
2009	2009.eko urtarrilak 12	2009.eko urtarrilak 29	2009.eko otsailak 12	2009.eko urtarrilak 21	2009.eko apirilak 7	2009.eko urtarrilak 15
	2009.eko otsailak 5	2009.eko martxoak 12	2009.eko martxoak 17	2009.eko otsailak 26	2009.eko maiatzak 28	2009.eko otsailak 19
	2009.eko martxoak 9	2009.eko apirilak 23	2009.eko apirilak 9	2009.eko apirilak 2	2009.eko uztailak 17	2009.eko martxoak 25
	2009.eko apirilak 16	2009.eko ekainak 17	2009.eko ekainak 11	2009.eko maiatzak 20		2009.eko maiatzak 14
	2009.eko ekainak 4	2009.eko abuztuak 6	2009.eko abuztuak 13	2009.eko abuztuak 27		2009.eko ekainak 9
	2009.eko uztailak 23	2009.eko irailak 10	2009.eko irailak 16	2009.eko irailak 30		2009.eko irailak 24
	2009.eko irailak 3	2009.eko urriak 15	2009.eko urriak 22	2009.eko azaroak 5		2009.eko urriak 28
	2009.eko urriak 8		2009.eko azaroak 26			
2009.eko azaroak 12						
2010	2010.eko otsailak 4	2010.eko urtarrilak 28	2010.eko otsailak 12	2010.eko urtarrilak 15	2010.eko apirilak 23	2010.eko otsailak 18
	2010.eko martxoak 11	2010.eko martxoak 4	2010.eko martxoak 17	2010.eko otsailak 25	2010.eko ekainak 17	2010.eko martxoak 25
	2010.eko apirilak 8	2010.eko apirilak 15	2010.eko apirilak 29	2010.eko martxoak 31	2010.eko uztailak 29	2010.eko maiatzak 6
	2010.eko maiatzak 13	2010.eko maiatzak 27	2010.eko ekainak 3	2010.eko maiatzak 20	2010.eko irailak 23	2010.eko ekainak 10
	2010.eko uztailak 15	2010.eko ekainak 24	2010.eko uztailak 22	2010.eko uztailak 8	2010.eko urriak 28	2010.eko abuztuak 5
	2010.eko abuztuak 12	2010.eko abuztuak 19	2010.eko abuztuak 26	2010.eko irailak 2	2010.eko abenduak 16	2010.eko irailak 9
	2010.eko irailak 16	2010.eko irailak 30	2010.eko urriak 7	2010.eko urriak 21		2010.eko urriak 15
	2010.eko azaroak 4	2010.eko azaroak 18	2010.eko azaroak 12	2010.eko abenduak 2		2010.eko azaroak 25
2010.eko abenduak 22						

2. taula (Jarraipena). Klorofila azterketak egiten ez diren lagintzeak kolore grisez adierazi dira.

URTEA	DEBA	UROLA	ORIA	URUMEA	OIARTZUN	BIDASOA	
2011	2011.eko otsailak 17	2011.eko urtarrilak 19	2011.eko urtarrilak 27	2011.eko otsailak 3	2011.eko martxoak 10	2011.eko otsailak 10	
	2011.eko martxoak 31	2011.eko otsailak 24	2011.eko martxoak 3	2011.eko martxoak 24	2011.eko apirilak 29	2011.eko martxoak 17	
	2011.eko maiatzak 19	2011.eko apirilak 15	2011.eko apirilak 7	2011.eko maiatzak 12	2011.eko ekainak 16	2011.eko maiatzak 5	
	2011.eko uztailak 13	2011.eko maiatzak 26	2011.eko ekainak 2	2011.eko uztailak 7	2011.eko irailak 1	2011.eko ekainak 9	
	2011.eko abuztuak 17	2011.eko uztailak 21	2011.eko abuztuak 4	2011.eko abuztuak 11	2011.eko azaroak 3	2011.eko uztailak 28	
	2011.eko irailak 29	2011.eko abuztuak 25	2011.eko irailak 7	2011.eko irailak 22		2011.eko irailak 15	
	2011.eko azaroak 17	2011.eko urriak 6	2011.eko urriak 13	2011.eko urriak 27		2011.eko urriak 19	
		2011.eko azaroak 24	2011.eko abenduak 15			2011.eko abenduak 1	
	2012	2012.eko urtarrilak 26	2012.eko otsailak 9	2012.eko otsailak 2	2012.eko urtarrilak 18	2012.eko urtarrilak 12	2012.eko otsailak 29
		2012.eko martxoak 7	2012.eko martxoak 14	2012.eko martxoak 21	2012.eko otsailak 16	2012.eko otsailak 22	2012.eko apirilak 10
2012.eko apirilak 18		2012.eko apirilak 23	2012.eko maiatzak 2	2012.eko martxoak 28	2012.eko apirilak 3	2012.eko maiatzak 22	
29 de mayo 2012		2012.eko ekainak 5	2012.eko ekainak 12	2012.eko maiatzak 7	2012.eko maiatzak 15	2012.eko ekainak 26	
2012.eko uztailak 3		2012.eko uztailak 24	2012.eko uztailak 30	2012.eko ekainak 19	2012.eko uztailak 9	2012.eko abuztuak 27	
2012.eko irailak 4		2012.eko irailak 11	2012.eko irailak 18	2012.eko abuztuak 13	2012.eko abuztuak 20	2012.eko urriak 3	
2012.eko urriak 16		2012.eko urriak 24	2012.eko urriak 29	2012.eko irailak 25	2012.eko urriak 9	2012.eko azaroak 19	
2012.eko azaroak 27		2012.eko abenduak 4	2012.eko abenduak 11	2012.eko azaroak 6	2012.eko azaroak 13		
2013	2013.eko urtarrilak 23	2013.eko urtarrilak 28	2013.eko otsailak 4	2013.eko otsailak 18	2013.eko urtarrilak 14	2013.eko urtarrilak 9	
	2013.eko martxoak 12	2013.eko martxoak 18	2013.eko martxoak 25	2013.eko apirilak 2	2013.eko otsailak 26	2013.eko martxoak 5	
	2013.eko apirilak 23	2013.eko apirilak 29	2013.eko maiatzak 6	2013.eko maiatzak 14	2013.eko apirilak 16	2013.eko apirilak 8	
	2013.eko ekainak 4	2013.eko ekainak 10 (*)	2013.eko ekainak 17	2013.eko ekainak 24	2013.eko maiatzak 20	2013.eko maiatzak 27	
	2013.eko uztailak 22	2013.eko uztailak 1	2013.eko abuztuak 12	2013.eko abuztuak 19	2013.eko uztailak 9	2013.eko uztailak 15	
	2013.eko irailak 10	2013.eko abuztuak 5	2013.eko irailak 24	2013.eko irailak 30	2013.eko abuztuak 26	2013.eko irailak 4	
	2013.eko urriak 21	2013.eko irailak 16	2013.eko azaroak 11	2013.eko azaroak 18	2013.eko urriak 7	2013.eko urriak 14	
	2013.eko abenduak 10	2013.eko urriak 28	2013.eko abenduak 30		2013.eko azaroak 26	2013.eko abenduak 2	
		2013.eko abenduak 16					
2014	2014.eko urtarrilak 27	2014.eko otsailak 3	2014.eko otsailak 10	2014.eko urtarrilak 7	2014.eko urtarrilak 13	2014.eko urtarrilak 21	
	2014.eko martxoak 17	2014.eko martxoak 24	2014.eko martxoak 31	2014.eko otsailak 17	2014.eko otsailak 25	2014.eko martxoak 10	
	2014.eko maiatzak 12	2014.eko maiatzak 5	2014.eko maiatzak 19	2014.eko apirilak 7	2014.eko apirilak 15	2014.eko apirilak 28	
	2014.eko ekainak 17	2014.eko ekainak 23	2014.eko ekainak 30	2014.eko maiatzak 27	2014.eko ekainak 3	2014.eko ekainak 9	
	2014.eko abuztuak 4	2014.eko abuztuak 11	2014.eko abuztuak 18	2014.eko uztailak 7	2014.eko uztailak 14	2014.eko uztailak 28	
	2014.eko irailak 15	2014.eko irailak 22	2014.eko irailak 29	2014.eko abuztuak 25	2014.eko irailak 8	2014.eko irailak 1	
	2014.eko urriak 28	2014.eko azaroak 4	2014.eko azaroak 11	2014.eko urriak 6	2014.eko urriak 14	2014.eko urriak 21	
	2014.eko abenduak 9	2014.eko abenduak 16	2014.eko abenduak 22	2014.eko azaroak 18	2014.eko azaroak 25	2014.eko abenduak 2	
	2015	2015.eko urtarrilak 27	2015.eko otsailak 3	2015.eko otsailak 10	2015.eko urtarrilak 5	2015.eko urtarrilak 12	2015.eko urtarrilak 21
		2015.eko martxoak 16	2015.eko martxoak 24	2015.eko martxoak 31	2015.eko otsailak 24	2015.eko otsailak 17	2015.eko martxoak 10
2015.eko apirilak 28		2015.eko maiatzak 5	2015.eko maiatzak 12	2015.eko apirilak 7	2015.eko apirilak 21	2015.eko apirilak 14	
2015.eko ekainak 9		2015.eko ekainak 16	2015.eko ekainak 23	2015.eko maiatzak 19	2015.eko maiatzak 26	2015.eko ekainak 2	
2015.eko uztailak 21		2015.eko uztailak 28	2015.eko abuztuak 4	2015.eko ekainak 30	2015.eko uztailak 7	2015.eko uztailak 15	
2015.eko irailak 8		2015.eko irailak 15	2015.eko irailak 22	2015.eko abuztuak 11	2015.eko abuztuak 18	2015.eko irailak 1	
2015.eko urriak 13		2015.eko urriak 27	2015.eko azaroak 3	2015.eko irailak 29	2015.eko urriak 20	2015.eko urriak 6	
2015.eko abenduak 1		2015.eko abenduak 10	2015.eko abenduak 15	2015.eko azaroak 10	2015.eko azaroak 17	2015.eko azaroak 24	
2016	2016.eko urtarrilak 11	2016.eko urtarrilak 19	2016.eko urtarrilak 26	2016.eko otsailak 2	2016.eko otsailak 9	2016.eko urtarrilak 4	
	2016.eko otsailak 23	2016.eko martxoak 1	2016.eko martxoak 8	2016.eko martxoak 15	2016.eko martxoak 22	2016.eko otsailak 16	
	2016.eko apirilak 13	2016.eko apirilak 18	2016.eko apirilak 26	2016.eko maiatzak 4	2016.eko maiatzak 10	2016.eko apirilak 5	
	2016.eko maiatzak 24	2016.eko maiatzak 31	2016.eko ekainak 7	2016.eko ekainak 14	2016.eko ekainak 28	2016.eko maiatzak 17	
	2016.eko uztailak 5	2016.eko uztailak 12	2016.eko uztailak 26	2016.eko abuztuak 2	2016.eko abuztuak 23	2016.eko ekainak 21	
	2016.eko abuztuak 16	2016.eko abuztuak 30	2016.eko irailak 6	2016.eko irailak 20	2016.eko irailak 27	2016.eko abuztuak 9	
	2016.eko urriak 11	2016.eko urriak 25	2016.eko urriak 31	2016.eko azaroak 8	2016.eko azaroak 16	2016.eko urriak 4	
	2016.eko urriak 18	2016.eko abenduak 1	2016.eko abenduak 13	2016.eko abenduak 19	2016.eko abenduak 27	2016.eko azaroak 22	
	2016.eko abenduak 5						

2. taula (Jarraipena). Klorofila azterketak egiten ez diren lagintzeak kolore grisez adierazi dira.

URTEA	DEBA	UROLA	ORIA	URUMEA	OIARTZUN	BIDASOA	
2017	2017.eko urtarrilak 10	2017.eko urtarrilak 18	2017.eko urtarrilak 24	2017.eko urtarrilak 31	2017.eko otsailak 7	2017.eko urtarrilak 3	
	2017.eko otsailak 21	2017.eko otsailak 28	2017.eko martxoak 7	2017.eko martxoak 14	2017.eko martxoak 21	2017.eko otsailak 14	
	2017.eko apirilak 4	2017.eko apirilak 11	2017.eko apirilak 18	2017.eko apirilak 25	2017.eko maiatzak 3	2017.eko martxoak 27	
	2017.eko maiatzak 23	2017.eko maiatzak 30	2017.eko ekainak 6	2017.eko ekainak 13	2017.eko ekainak 20	2017.eko maiatzak 9	
	2017.eko uztailak 4	2017.eko uztailak 11	2017.eko uztailak 26	2017.eko abuztuak 1	2017.eko abuztuak 21	2017.eko ekainak 27	
	2017.eko abuztuak 28	2017.eko abuztuak 29	2017.eko irailak 5	2017.eko irailak 12	2017.eko irailak 18	2017.eko abuztuak 22	
	2017.eko urriak 3	2017.eko urriak 10	2017.eko urriak 17	2017.eko urriak 24	2017.eko azaroak 29	2017.eko irailak 26	
	2017.eko azaroak 15	2017.eko azaroak 22	2017.eko abenduak 12	2017.eko abenduak 19	2017.eko abenduak 26	2017.eko azaroak 8	
2018	2018.eko urtarrilak 9	2018.eko urtarrilak 16	2018.eko urtarrilak 23	2018.eko urtarrilak 30	2018.eko otsailak 6	2018.eko urtarrilak 3	
	2018.eko otsailak 27	2018.eko martxoak 16	2018.eko martxoak 12	2018.eko martxoak 13	2018.eko martxoak 20	2018.eko otsailak 13	
	2018.eko apirilak 3	2018.eko apirilak 10	2018.eko apirilak 17	2018.eko maiatzak 8	2018.eko maiatzak 2	2018.eko martxoak 27	
	2018.eko maiatzak 22	2018.eko maiatzak 29	2018.eko ekainak 5	2018.eko ekainak 12	2018.eko ekainak 27	2018.eko maiatzak 15	
	2018.eko uztailak 10	2018.eko uztailak 17	2018.eko irailak 4	2018.eko irailak 11	2018.eko urriak 30	2018.eko uztailak 3	
	2018.eko azaroak 5	2018.eko azaroak 12	2018.eko azaroak 13	2018.eko azaroak 21	2018.eko abenduak 4	2018.eko irailak 17	
	2018.eko abenduak 12	2018.eko abenduak 18	2018.eko abenduak 17	2018.eko abenduak 26		2018.eko azaroak 27	
	2019	2019.eko urtarrilak 15	2019.eko urtarrilak 22	2019.eko urtarrilak 29	2019.eko otsailak 4	2019.eko urtarrilak 8	2019.eko urtarrilak 2
2019.eko martxoak 4		2019.eko martxoak 5	2019.eko martxoak 12	2019.eko martxoak 20	2019.eko otsailak 12	2019.eko otsailak 19	
2019.eko apirilak 9		2019.eko apirilak 15	2019.eko apirilak 23	2019.eko apirilak 29	2019.eko martxoak 26	2019.eko apirilak 2	
2019.eko maiatzak 28		2019.eko ekainak 4	2019.eko ekainak 11	2019.eko ekainak 17	2019.eko maiatzak 7	2019.eko maiatzak 22	
2019.eko uztailak 8		2019.eko uztailak 15	2019.eko uztailak 22	2019.eko uztailak 30	2019.eko uztailak 2	2019.eko ekainak 24	
2019.eko abuztuak 27		2019.eko irailak 10	2019.eko irailak 17	2019.eko irailak 24	2019.eko abuztuak 20	2019.eko irailak 3	
2019.eko urriak 8		2019.eko urriak 8	2019.eko urriak 28	2019.eko azaroak 18	2019.eko urriak 1	2019.eko urriak 15	
2019.eko azaroak 26		2019.eko abenduak 4	2019.eko abenduak 11	2019.eko abenduak 18	2019.eko azaroak 11	2019.eko azaroak 18	
2020	2020.eko urtarrilak 22	2020.eko urtarrilak 28	2020.eko otsailak 4	2020.eko otsailak 11	2020.eko urtarrilak 8	2020.eko urtarrilak 14	
	2020.eko martxoak 3	2020.eko martxoak 9	2020.eko maiatzak 13	2020.eko maiatzak 19	2020.eko otsailak 18	2020.eko otsailak 25	
	2020.eko ekainak 9	2020.eko ekainak 16	2020.eko ekainak 23	2020.eko ekainak 30	2020.eko maiatzak 26	2020.eko ekainak 2	
	2020.eko uztailak 21	2020.eko abuztuak 25	2020.eko irailak 1	2020.eko irailak 7	2020.eko uztailak 7	2020.eko uztailak 14	
	2020.eko irailak 30	2020.eko urriak 6	2020.eko urriak 14	2020.eko urriak 20	2020.eko irailak 15	2020.eko irailak 22	
	2020.eko azaroak 10	2020.eko azaroak 17	2020.eko azaroak 23	2020.eko azaroak 30	2020.eko urriak 27	2020.eko azaroak 3	
	2021	2021.eko otsailak 16	2021.eko otsailak 2	2021.eko otsailak 9	2021.eko urtarrilak 26	2021.eko urtarrilak 19	2021.eko urtarrilak 12
		2021.eko martxoak 29	2021.eko martxoak 23	2021.eko martxoak 16	2021.eko martxoak 8	2021.eko martxoak 3	2021.eko otsailak 23
2021.eko maiatzak 4		2021.eko maiatzak 4	2021.eko apirilak 27	2021.eko apirilak 20	2021.eko apirilak 13	2021.eko apirilak 6	
2021.eko ekainak 22		2021.eko ekainak 21	2021.eko ekainak 16	2021.eko maiatzak 31	2021.eko maiatzak 25	2021.eko maiatzak 18	
2021.eko abuztuak 18		2021.eko uztailak 27	2021.eko uztailak 20	2021.eko uztailak 14	2021.eko uztailak 6	2021.eko ekainak 30	
2021.eko urriak 5		2021.eko irailak 28	2021.eko irailak 21	2021.eko irailak 14	2021.eko irailak 7	2021.eko irailak 6	
2021.eko azaroak 15		2021.eko azaroak 9	2021.eko azaroak 2	2021.eko urriak 26	2021.eko urriak 19	2021.eko urriak 13	
			2021.eko abenduak 21	2021.eko abenduak 14	2021.eko azaroak 30	2021.eko azaroak 23	
2022	2022.eko urtarrilak 18	2022.eko urtarrilak 11	2022.eko otsailak 15	2022.eko otsailak 8	2022.eko urtarrilak 31	2022.eko urtarrilak 25	
	2022.eko martxoak 1	2022.eko otsailak 22	2022.eko martxoak 29	2022.eko martxoak 22	2022.eko martxoak 15	2022.eko martxoak 8	
	2022.eko apirilak 11	2022.eko apirilak 5	2022.eko maiatzak 10	2022.eko maiatzak 3	2022.eko apirilak 26	2022.eko apirilak 19	
	2022.eko maiatzak 24	2022.eko maiatzak 17	2022.eko ekainak 20	2022.eko ekainak 14	2022.eko ekainak 7	2022.eko maiatzak 31	
	2022.eko uztailak 5	2022.eko ekainak 28	2022.eko abuztuak 9	2022.eko uztailak 27	2022.eko uztailak 19	2022.eko uztailak 12	
	2022.eko abuztuak 23	2022.eko abuztuak 16	2022.eko urriak 4	2022.eko irailak 26	2022.eko irailak 20	2022.eko irailak 13	
	2022.eko urriak 19	2022.eko urriak 10	2022.eko azaroak 15	2022.eko azaroak 2	2022.eko azaroak 7	2022.eko urriak 26	
	2022.eko azaroak 29	2022.eko azaroak 22	2022.eko abenduak 26	2022.eko abenduak 19	2022.eko abenduak 20	2022.eko abenduak 13	

Klorofila-azterketetarako ur-laginak azaleko ur-geruzaren azpitik hartzen dira (azaletik 0,5 m-ra gutxi gorabehera), hain zuzen, ur-zutabearen ezaugarrien adierazgarri ez diren (landare-hondakinak, makroalgak, e.a.) ur gaineko mota desberdinetako materialak ekiditeko. Material hauek ur azterketetan eragin dezaketenez, ur uholde baldintzatan lagintzea ere ekiditen da (adibidez, 2013.eko ekainean Urolan. **2. taula**).

Laginak litro bateko plastikozko ontzi opaketan jasotzen dira (argiak klorofilaren kontzentrazioan eragin lezake). Lagintze batetik bestera, ontziak garbitu egiten dira. Laginak 2-3 orduko epean laborategira garraiatzen dira azterketak egiteko.

2022.ean, klorofilaren azterketarako laginak apirilaren 5a eta urriaren 4a bitartean hartu ziren, guztira, estuario bakoitzean lau laginketa egin zirelarik (**2. taula**). Azterketarako, aurreko txostenetan deskribatutako metodologia erabili zen (Strickland eta Parsons, 1972; SCOR-UNESCO, 1980).

2.2.2 Landa datuak egiaztatu eta gordetzea

In situ neurtutako aldagai fisiko-kimikoen datuak, berrikusi eta antolatu ondoren, Excel orrietan gordetzen dira. Txostenaren grafikoak eta taulak datuak egiaztatu ondoren egiten dira. Hala ere, ohiz kanpoko balio bat ez da ezabatzen errore bat dela frogatzen duen ebidentziarik ez badago; eta, analisi jakin batzuetan kontuan hartu ez badaiteke ere, datu-baseetan gordetzen da, iruzkinen atalean zergatia zein izan daitekeen adieraziz (adibidez, uhertasunaren kasuan, oso igoera handiak egon ohi dira emaria txikia izanik laginketa egitean hondoa mugitzen bada).

Oxigeno-datuak, gainera, banaka aztertzen dira. Datu horiek Exceleko taula gehigarrietan sartzen dira. Zenbait kasutan datu batzuen zuzenketa egin behar izan da, adibidez, 2011. urtean neurtutako oxigenoaren kasuan. Aurreko txosten batetan adierazi bezala (Revilla eta Muxika, 2012), 2011.ean kontzentrazioak azken urteetako batezbestekoak baino baxuagoak izan ziren. Hau, beranduago egiaztatu zen bezala, zundaren kalibraketan izandako akats bati zegokion, ez baitzen uraren gazitasuna kontuan hartu urte horretako neurketetan.

2011. urteko oxigenoaren datuak zuzentzerako orduan, tenperatura, gazitasuna eta oxigenoaren asetasun-mailaren datuak zuzenak zirela onartu zen. Aldiz, disolbatutako oxigenoaren kontzentrazio absolutuaren datuak ez ziren zuzenak izango, zegokien konpentsazio edo zuzenketa egokia egin gabe erdietsi zirelako. Disolbatutako oxigenoaren kontzentrazioaren balioak berreskuratzeko, WEISS formula (Weiss, 1970) erabili zen. Formula honek, oxigenoaren kontzentrazioa, tenperatura eta gazitasuna oinarri harturik, oxigenoaren asetasun-maila ematen du. Kasu honetarako, alderantziz erabili zen formula: tenperatura, gazitasuna eta oxigenoaren asetasun-maila harturik, disolbatutako oxigenoaren kontzentrazioa neurtu zen (Revilla et al., 2013).

2.2.3 Uraren kalitatearen zenbatespena klorofilaren arabera

Aurreko txostenetan bezala, "a" klorofilaren kontzentrazioen 90. perzentila erabili da biomasa fitoplanktonikoaren adierazle bezala; aldagai honek, orokorrean, banaketa normala ez duenez, batezbesteko aritmetikoa erabiltzea baino gomendagarriagoa da. Ondoren, lagintze-puntu bakoitzeko

biomasaren zenbatekoa (90. pertzentilaren balioa), presio antropikorik ez edo gutxi dagoenean behar lukeen gehienezko balioarekin alderatu da (atalase-balioa). Kalitatea balioztatzeko erabili diren atalaseak gazitasun-tarte bakoitzerako berariazkoak dira eta **3. taulan** adierazten dira.

3. taula. “A” klorofila-kontzentrazioarako kalitate-helburua (hau da, Onaren eta Neurrizkoaren arteko muga), lagintze-puntuaren gazitasunaren arabera. Helburua 6 urte aldiko klorofilaren datuen 90. pertzentilari aplikatzen zaio, hiru hilean behin hartuta neguko, udaberriko, udako eta udazkeneko baldintzak adieraz ditzaten (https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/protocolos_estado_aguas/es_def/adjuntos/05_TW_CW_FITOPLANCTON_URA_V_3.0.pdf). Txosten honetan neurkera hau apirila eta urria bitartean jasotako klorofilaren neurketekin erabiltzen da eta, beraz, kalitatearen emaitza orientagarritzat hartu behar da.

Lagintze-puntua*	Klorofilarako kalitate helburua ($\mu\text{g l}^{-1}$)
Oligohalinoa (≤ 5 PSU)	< 13,20
Mesohalinoa (> 5 eta ≤ 18 PSU)	< 10,20
Polihalinoa (> 18 eta ≤ 30 PSU)	< 6,60
Euhalinoa (> 30 eta ≤ 34 PSU)	< 3,90

* Lagintze-puntuaren sailkapena urteetan zehar finkoa mantentzen da, eta 2014.ean egindakoa da, orduan eskuragai zeuden gazitasun-datu guztien medianarekin (50. pertzentila) egindakoa.

Europar Batasuneko hainbat estatuk, Europako Uraren Arteztarua betetzeko, klorofilaren 90. pertzentilean oinarritutako adierazleak darabilte kalitate ekologikoa zenbatesteko bere metodoetan. Adierazle horiek fitoplanktonaren loratzeak gerta daitezkeen urtarorako zenbatesten dira, denbora-tarte zabal bateko datuak erabiliz (normalean 5-6 urte) laginaren neurria handitu asmoz eta, baita ere, denboraldi laburreko aldaketa naturalen efektua aukeratzeko (adibidez, lehorre edo eurite indartsuen urte bat). AZTI-ko ikertzaileek egindako eutrofizazioari buruzko aurreko azterketatan horrelako adierazleak erabili izan ziren (Borja et al., 2009; Revilla et al., 2010; 2011c; Garmendia et al., 2012). Izan ere, Uraren Arteztarua betetzeko finkatutako kalitate-helburua (hau da, egoera ekologiko “Ona” eta “Neurritzkoa”ren arteko muga) ikerketa horietan oinarritu da. Estuarioetarako, helburu hau, ur euhalinoetan $8 \mu\text{g l}^{-1}$ eta gainerakoetan $12 \mu\text{g l}^{-1}$ ez gainditzea zen duela urte batzuk (BOE, 2013).

Txosten honetan, estuario ingurunetarako gaur egun Euskal Autonomi Erkidegoan indarrean dauden irizpideak jarraitu dira, hau da, Uraren Arteztaruko terminologian “Trantsizio urak” deitzen direnenak (**3. taula**). Irizpide hauek irailaren 11-ko 817/2015 Errege-Dekretuan agertzen dira, non azaleko uren jarraipen eta ebaluaketen irizpideak eta ingurumen-kalitate arauak ezartzen diren (BOE, 2015). Dekretu honetan, trantsizio-uren fitoplanktonaren ebaluaketarako 2013.eko Errege-Dekretuan aipatzen ziren irizpideekin konparatuz, gazitasun-tarte gehiagotarako kalitate-helburuak zehazten dira (lau tarte, biren orde) eta, gainera, zorrotzagoak dira gazitasun gehiagoko uretan (euhalinoak eta polihalinoak). Metodologia Uraren Euskal Agentziaren (URA) webgunean xehetasunez deskribatzen da: https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/protocolos_estado_aguas/es_def/adjuntos/05_TW_CW_FITOPLANCTON_URA_V_3.0.pdf.

Gipuzkoako Foru Aldundiko datu-segidarekin aipatutako neurkera erabili aurretik, klorofilaren urtaroko aldakortasunaren azterketa bat egin zen (ikus 3.1.2 atala). Azterketa honi esker, Gipuzkoako estuarioetan fitoplanktonaren hazkuntza garaia hilabete ez hain hotz eta euritsuenei loturik dagoela zehaztu ahal izan zen. Gainera, urtarrila eta abenduan hartu ziren datuen zenbatekoa urteko gainerako hilabeteetan hartu zirenean baino askoz txikiagoa zen. Hau kontuan hartuta, 90. pertzentilean eman litezkeen aldaketak lagintze-estrategiari loturik egotea ahal den neurrian ekiditeko, apirila eta urria bitartera mugatu zen bera zenbatesteko erabilitako datu-segida. Hemen azpimarratu behar da, emaitza modu orientagarrian hartu behar dela: fitoplanktonaren egoera sailkatzeko baino, aldi baterako joerak aztertzeko erabili behar dira; izan ere, **3. taulako** mugak URAREN jarraipen-sarerako zehaztuta daude (bertan laginketa hiruhilekoa da eta, beraz, neguko hilabeteak barne hartzen ditu). Apirila-urriko datuei aplikatutako metrikak urteko biomasa fitoplanktonikoa soberan estimatuko du, eta balio handiagoak emango ditu, itxuraz egoera okerragoa adieraziz.

2.2.4 Isurien adierazle diren mantenugaiak: amonioa eta fosfatao

Gipuzkoako Foru Aldundiak Ingurumen eta Nekazal Laborategian (www.fraisoro.net) aztertzen diren uretako aldagai desberdinen datuak ematen ditu. Datu-base honen ezaugarri orokorrak Revilla et al. (2011b) lanean azaltzen dira. Bertan, besteak beste, amonioaren kontzentrazioa (NH_4^+) eta fosfatoarena (PO_4^{3-}), AMONI eta PDIS bezala azaltzen dira, hurrenez hurren.

Aldagai hauek estuarioetako prozesu biologikoetan duten eraginagatik hartu dira kontuan txosten honetan. Aipatutako mantenugaiak, kontzentrazio altuak dituztenean, hondakin-uren isurien adierazle dira. Gainera, landare-espezie oportunisten (makroalgak eta fitoplanktona) hazkuntza bizkortu dezaketen nitrogeno- eta fosforo-iturri dira.

Unitateen transformazioa eta kuantifikazio-mugaren azpiko balioak

Gipuzkoako Foru Aldundiaren datu-basean mantenugaiak mg l^{-1} unitatean adierazten dira. Txosten honetan erabiltzen den unitatea, berriz, μM da. Gramotatik moletara transformatzeko bihurketa-faktoreak 18 (amonioa) eta 95 (fosfatao) dira. Adibidez, amonio-kontzentrazioa $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ bada, lehendabizi 1000-z biderkatzen da ($\mu\text{g l}^{-1}$ unitatetara pasatzeko) eta, ondoren, zati 18 egiten da, amonioaren kontzentrazio molarra zenbatesteko, adibide honetan $27,8 \mu\text{M}$ izango litzakeena.

Txosten honetan, aurretik “<” ikurra duten datuak aurkezten dira. Honek, kuantifikazio mugaren azpitik daudela esan nahi du. 60/2011 Errege-Dekretuko V. Eranskinak (BOE, 2011) dioenari jarraiki, kasu hauetan datua kuantifikazio-mugaren erdiak ordezkatu dezake. Adibidez, $<0,03 \text{ mg l}^{-1}$ balioa agertzen denean, bere benetako balioa $0,015 \text{ mg l}^{-1}$ dela onartu daiteke. Honela, neurketa asko baztertzea

ekiditen da, zeinak erabilgarriak izan baitaitezkeen denboran zehar kontzentrazioetan eman diren aldaketak aztertzeko.

Badira neurketak non fosfatoaren kuantifikazio-muga oso handia baiten. Hau, datuak sartzean gertatutako akatsei zor lekiok. Ingurumen eta Nekazal Laborategian aholkua eskatu ondoren, honela azaltzen ziren kuantifikazio-mugak ez erabiltzea erabaki zen: $<0,1 \text{ mg l}^{-1}$ ($1,1 \text{ }\mu\text{M}$); $<0,25 \text{ mg l}^{-1}$ ($2,6 \text{ }\mu\text{M}$); $<0,3 \text{ mg l}^{-1}$ ($3,2 \text{ }\mu\text{M}$); edo $<0,924 \text{ mg l}^{-1}$ ($9,73 \text{ }\mu\text{M}$). Dena den, fosfatoari dagokionez, kasu horiek ezohikoak izan dira eta lehenengo urteetako neurketetan eman dira batez ere.

Fosfatoarentzat, datu-basean agertzen diren kuantifikazio-muga zuzenak honakoak dira: $0,03 \text{ mg l}^{-1}$ ($0,32 \text{ }\mu\text{M}$) eta $0,05 \text{ mg l}^{-1}$ ($0,53 \text{ }\mu\text{M}$). Horien azpitik dauden mugak ere onartuko dira.

Amonioarentzat, datu-basean kuantifikazio-muga bezala azaltzen diren balio guztiak onartu dira. Hauek dira: $0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ($0,56 \text{ }\mu\text{M}$), $0,03 \text{ mg l}^{-1}$ ($1,67 \text{ }\mu\text{M}$) eta $0,05 \text{ mg l}^{-1}$ ($2,78 \text{ }\mu\text{M}$).

Datuak egiaztatzea

Mantenugeien datuak, ezohiko balioak hautemateko, banaka berrikusten dira. *A priori* egon behar ez lukeen lekuan amonio edo fosfato kontzentrazioen bat-bateko gorakaden bat aurkitzen bada (adibidez, isuri garrantzitsuren baten berririk ez dagoen estuario baten itsasaldeko tartean), balio hori lagina kutsatuta egoteari edo datu-baseko oker bati zor lekiok.

Ezohiko balioak hautemateko, datuak luzaroko beste segida batekoekin alderatzen dira, *Trantsizio-uren eta itsasertzeko uren egoera ekologikoaren jarraipena egiteko sarea* (hemendik aurrera *Sarea*) azterlanekoekin, hain zuzen ere. *Sarea* Eusko Jaurlaritzak jarri zuen habian 1994.ean eta URAk kudeatzen du gaur egun. *Sarea* azterlaneko informazioa ondorengo helbidetik jaitsi daiteke: http://www.uragentzia.euskadi.eus/u81-0003/eu/contenidos/informacion/calidad_aguas/eu_doc/redes.html.

Bizkaia eta Gipuzkoako 12 estuariotan 1994. eta 2010. bitartean *Sarea* azterlanean jasotako datuen maximo historikoak **4. taulan** laburbildu dira. Gipuzkoako Foru Aldundiko datu-baseko balioen batek *Sareako* maximo bat gainditzen badu, zalantzazkotzat jotzen da eta baztertu ala ez hausnartzen da. Dena den, oso gutxitan ezabatu behar izan dira datuak. Amonioaren kasuan, Molinao errekan (Oiartzun) neurketen lehenengo urteetan antzeko balioak, eta baita handiagoak ere, neurtu ziren, ziur aski hondakin-uren isuriei loturik egongo zirenak eta, beraz, ezabatu ez direnak.

Estuarioetan, uraren baldintza fisiko-kimikoak gazitasunari loturik dauden aldaketen eraginpean egoten dira. Horregatik, gazitasunaren balio maximotik abiatuz ($17,5$, $30,0$ eta $35,4 \text{ PSU}$), hiru tarte bereiztu dira. Gazitasunaren balio hauek ibaiaren eta itsasoaren eragin ezberdina adierazten dute.

4. taula. Gazitasunaren, mantenugaien eta uhertasunaren balio maximoak, Euskal Autonomi Erkidegoko estuarioetan 1994. eta 2010. bitartean. Datuak *Sarea* azterlanetik hartu dira (Uraren Euskal Agentzia).

ESTUARIOKO TARTEA	Gazitasuna (PSU)	Amonioa (μM)	Nitratoa (μM)	Nitritoa (μM)	Fosfatoa (μM)	Uhertasuna (NTU)
<18 PSU (goiko tartea)	17,5	690	300	122	42	236
18–30 PSU (erdiko tartea)	30,0	778	235	35	18	189
>30 PSU (beheko tartea)	35,4	800	230	92	40	137

Gehieneko gazitasuna 17,5 PSU dituen tarreak ibaiaren eragin handiena jasaten duela onartu daiteke, gehienek 30,0 PSU dituen nahaste-prozesuak ematen diren tarreak dela, eta 35,4 PSU dituenak itsasoaren eragin handia jasaten duela. Oro har, tarreak hauek, hurrenez hurren, estuarioaren goiko eremua, erdikoa eta behekoa hartzen dituzte.

Sarea amonioaren maximo historikoak (~700-800 μM) oso antzekoak dira hiru gazitasun tarreetan, **4. taulan** azaltzen den bezala. Honek, Euskal Autonomi Erkidegoko (EAE) estuarioetako eremu desberdinetan hondakin-uren isuriak egon direla adierazten du.

Datuen interpretazioa gaur egungo testuinguruan

Azken urteetako datuak beste informazio iturriekin alderatzeko, *Sareako* datuak erabili dira berriz ere, honetarako 2009. urteko datuak bakarrik erabiliz. Balio maximoak **5. taulan** azaltzen dira. Honetarako ere, gazitasunaren arabera sailkatu dira datuak.

Maximo hauek, berriagoak, aurreko garaietakoak baino askoz baxuagoak dira (ikus **4. taula**) eta saneamendu sistema eraginkorragoak dituzten estuarioen bereizgarritzat har daitezke.

5. taula. Mantenugaien eta uhertasunaren balio maximoak, Euskal Autonomi Erkidegoko estuarioetan 2009.ean. Datuak *Sarea* azterlanetik hartu dira (Uraren Euskal Agentzia).

ESTUARIOKO TARTEA	Amonioa (μM)	Nitratoa (μM)	Nitritoa (μM)	Fosfatoa (μM)	N totala (μM)	P totala (μM)	Uhertasuna NTU
<18 PSU (goiko tartea)	12	74	3,3	4,6	154	7,1	64
18–30 PSU (erdiko tartea)	14	45	2,0	1,4	100	2,6	58
>30 PSU (beheko tartea)	19	27	0,7	1,4	79	2,5	62

Nitratoaren, nitritoaren eta nitrogeno totalaren 2009.eko maximoek, aldakuntza espazialari dagokionez, eredu bat jarraitzen dute eta estuarioan behera egin ahala, gazitasuna handituz doan heinean, baxuagoak dira (**5. taula**). Hau da espero daiteken aldakuntza eredu, ibaietako urak, berez, itsasokoak baino aberatsagoak baitira mantenugaietan.

Hala ere, gazitasuna handitu ahala kontzentrazioa gutxitzeko eredu hau ez dute betetzen amonioak, fosfatoak, fosforo totalak eta uhertasunak (**5. taula**). Aldagai hauen muturreko balioek (bereziki, amonioarenak eta fosfatoarenak) etxeko ur-hondakinen isuriak islatzen dituzte. Honek esan nahi du, azken urteetan hirigune handiak dituzten estuarioen (Nerbioi edo Bidasoa ibaienetan, adibidez) erdialdean edo behealdean isuriak izan daitezkeela. Bere hedadura osoan gazitasun-maila handi samarra duten estuarioetan (hau da, Oiartzun ibaiarenean) ere egon litezke isuriak gaur egun. Guzti hori, iturri antropikoetatik datozen isuriak aurreko hamarkadetik asko gutxitu direnaren testuinguruan kokatzen da.

Erreferentzia balioekiko datuen alderaketa

Gipuzkoako Foru Aldundiaren mantenugaien segida historikoak 20 urte baino gehiagoko neurketak ditu lagintze-puntu askotan (itsasoaren eragin handiagoa duten beheko tartetan izan ezik) eta 1.000 eta 2.000 datu bitartean daude estuarioko. Hala ere, Gipuzkoako Foru Aldundiaren mantenugaien datu gehienak gazitasun maila baxuei lotzen zaizkie, gehienetan, estuarioen goiko tartetan neurtu baitira (Revilla et al., 2011b).

Gipuzkoako Foru Aldundiaren mantenugaien segidetan gazitasun baxua duten laginak gailentzen direla kontuan hartuta, Plan Hidrologikoaren azken berrikuspenean (URA, 2021) ur oligohalinoentzat ezarritako egoera On/Neurrizkoaren arteko mugak erabili dira kalitate-helburu gisa. Kalitate-helburu edo muga horiek **6. taulan** laburbiltzen dira.

6. taula. Trantsizioko ur-masetarako klase-aldaketaren mugak, mantenugaien kontzentrazioan oinarrituta (URA, 2021): OO/O (Oso Ona/Ona egoera klaseen arteko muga) eta O/N (Ona/Neurrizkoa egoera klaseen arteko muga). Lagintze-puntu bakoitzari dagozkion mugak bere gazitasunaren arabera dira, eta emari eta itsasaldi egoeren tarte zabal baten batezbesteko bezala ulertu behar dira. Txosten honetan erabilitako mugak ur oligohalinoenak dira.

Lagintze-puntua*	Amonioa (μM)		Nitratoa (μM)		Fosfatoa (μM)	
	OO/OB	O/N	OO/O	O/N	OO/O	O/N
Oligohalinoa (0–5 PSU)	$\leq 18,6$	$\leq 51,6$	$\leq 52,3$	$\leq 212,5$	$\leq 1,82$	$\leq 5,13$
Mesohalinoa (5–18 PSU)	$\leq 13,7$	$\leq 34,3$	$\leq 34,3$	$\leq 121,3$	$\leq 1,33$	$\leq 3,39$
Polihalinoa (18–30 PSU)	$\leq 7,5$	$\leq 18,6$	$\leq 14,8$	$\leq 52,3$	$\leq 0,72$	$\leq 1,82$
Euhalino estuarikoa (30–34 PSU)	$\leq 3,7$	$\leq 9,1$	$\leq 5,5$	$\leq 19,6$	$\leq 0,35$	$\leq 0,88$

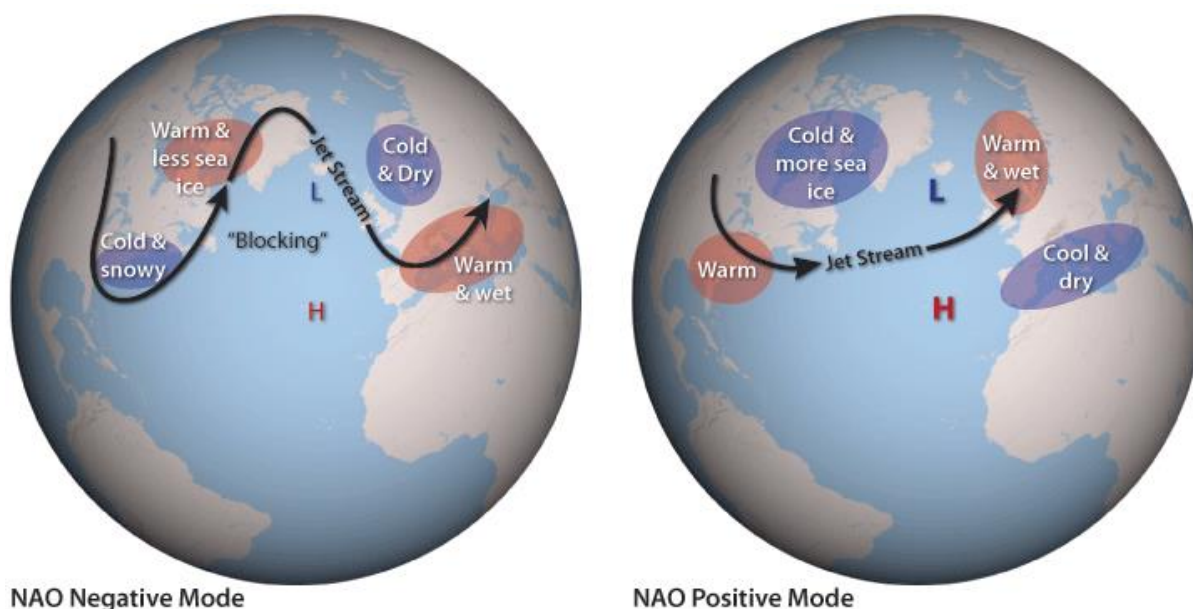
* Lagintze-puntuaren sailkapena urteetan zehar finkoa mantentzen da eta, 2014.ean, orduan eskuragai zeuden gazitasun-datu guztien medianarekin (50. pertzentila) egindakoa.

2.3 Aldagai meteorologiko eta hidrografikoen anomalien azterketa

Duela bost urte egindako azterketarekin jarraituz, Urolako ibai- eta euri-erregimena berriro aztertu da (Revilla et al., 2017). Hala, 2022.era arte Gipuzkoako Foru Aldundiaren estazio iraunkorren sareko AIZARNAZABAL B2Z1 ur-emaria eta -kalitatea neurtzeko estazioko prezipitazio serieak eguneratu dira (<https://www.gipuzkoa.eus/es/web/obrahidraulikoak/hidrologia-eta-kalitatea/aforaleku-iraunkorren-sarea>).

Era berean, Gironde ibaiaren estuarioko (Garona eta Dordoña ibaiak) emariari buruzko datuak ere erabili dira, Urola ibaiaren erregimena tokian-tokian aldatzen den edo, aitzitik, eskualde mailan klima-aldaketei erantzuten dieten egiaztatzeko. Girondeko estuarioaren emariari buruzko datuak HYDROPORTAIL atarian jaso dira (<https://hydro.eaufrance.fr/>).

Klima-aldakortasunaren indize gisa Ipar Atlantikoko Oszilazioa erabili da (NAO, ingelesezko siglak). Ipar Atlantikoko neguko klima-aldakortasunaren modu nagusi bat da NAO (Barnston eta Livezey, 1987). Indizea presio subtropikal handiaren (Azoreak) eta presio polar baxuaren (Islandia) arteko anomalien diferentzia da. Fase positiboak klima lehorragoa eta hotzagoa dakar Europako hegoaldean eta erdialdean (**7. irudia**).



7. irudia. Ipar Atlantikoko Oszilazioaren (NAO) fase negatiboa eta positiboa. NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-north-atlantic-oscillation>.

Emari- eta prezipitazio-datuaren tratamendua, lehenik eta behin, hileko batezbestekoa izan da, eguneroko datuaren frekuentzia altuko aldakortasuna leuntzeko. Ondoren, **hileko anomaliak** kalkulatu dira. Anomalia horiek hilabete jakin bateko balioaren desbiderapena adierazten dute, hilabete horretako serie osoaren batezbesteko balioarekiko. Lan honetan kontuan hartutako erreferentzia-aldia segida osoaren luzera izan da, **1997-2022**.

Ondoren, epe luzeko desbideratze estandarren bidez estandarizatu edo zatitu dira anomaliak. **Anomalia estandarizatuak** desbideraketa estandarreko unitateetan adierazten dira, epe luzeko batezbestekorekiko. Prozedura hori aldagaiak unitate desberdinekin alderatu ahal izateko eta anomalien magnitudeari buruzko informazio gehiago emateko bereziki erabilgarria da, datuen sakabanatzearen eragina ezabatzen baita.

Gainera, Urolako emariaren eta prezipitazioaren anomalia estandarizatuarekin **Hövmoller diagramak** eraiki dira, horiek urtaro-zikloarekin alderatuta eta denbora-segidaren 26 urteetan zehar izan duten bilakaera irudikatzeko.

Azkenik, Urolako eta Girondeko emariaren datuekin, eta baita NAOkoekin ere, **metatutako anomaliak** kalkulatu dira: metatutako irregulartasunak hileko anomalia guztiak bata bestearen atzetik batzearen emaitza dira, eta denboran zehar duten irudikapena oso prozedura egokia eta erraza da erregimen-aldaketak nabarmentzeko. Hala, malda negatibo batek epe luzeko batezbestekoaren azpiko balioak dituen denbora tarte bat adierazten du; malda positibo batek, berriz, kontrako joera adierazten du.

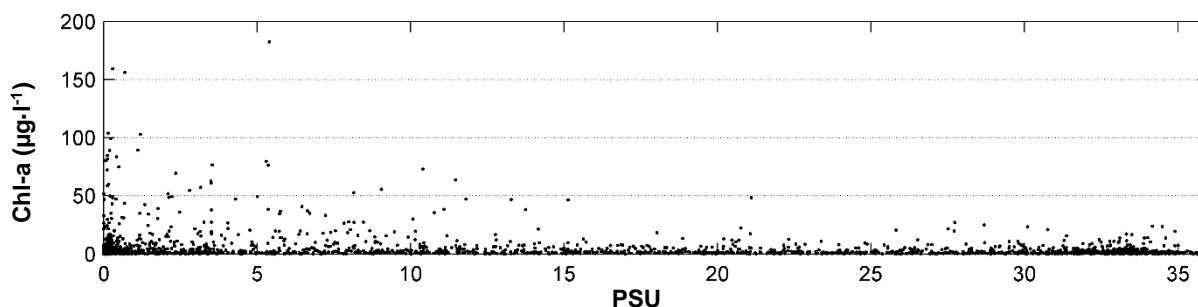
3 EMAITZAK ETA EZTABAIDA

3.1 Klorofila kontzentrazioa Gipuzkoako estuarioetan

3.1.1 Aldakortasuna espazialaren eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak

Txosten honetako eranskinetan kontsulta daitezke 2022. urtean hartutako ur azaleko laginetako klorofilaren datuak, hau da, azken txostenetik gaur egunera lortutako datuak. Horietan, laginak hartzean *in situ* neurtutako gazitasuna ere adierazten da.

Aurretiatzko txostenetan klorofilaren kontzentrazioirik handienak gazitasun nahiko baxuko uretan gertatu zirela adierazten zen: tarte oligohalinoan (0–5 PSU) eta mesohalinoan (5–18 PSU) 50 eta ia 200 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ arteko balio altuak jaso ziren, baina maizago eta intentsitate handiagoz lehenengo tartean. Aldiz, polihalino (18–30 PSU) eta euhalino (>30 PSU) izaerako uretan kontzentrazioa beti 50 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ baino txikiagoa izan zen, eta gutxitan gainditu ziren 20 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (**8. irudia**). Eredu hori azken urteetan ere baieztatu da, adibidez, 2021.ean 108 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ inguru neurtu ziren Urolaren goiko aldeko ur oligohalinoetan (~2 PSU). 2022.ean, baliorik altuena ia 60 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ izan da, eta Oria ibaiaren goiko aldean erregistratu da, baita 2 PSUko gazitasunarekin ere (ERANSKINAK).



8. irudia. "A" klorofilaren (Chl-a) kontzentrazioaren banaketa gazitasunarekiko (PSU), Gipuzkoako estuarioetan neurtu diren datu guztiak kontuan hartuta, 1998.etik 2017.era bitartean.

Klorofilak gazitasunarekin jarraitzen duen eredua, neurri batean, ur gezaren mantenugai-eduki handiagogatik azaltzen da, eta horrek hazkunde fitoplanktonikoa estimulatuko du. Nahiz eta klorofilaren maximoak estuarioen goiko aldean egotea ohikoa den, non ibaiko uren ongarritze-efektua handiagoa den, balio altu batzuk itsasotik hurbilago dauden estuario-eremuetan neurtu dira, itsasbehera dagoenean eta gazitasun txikiko urak daudenean (adibidez, DEB54900S lagintze-puntuan 2021.eko maiatzean, 65 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ inguru).

Bestalde, estuarioen goiko aldean ibai-emari baxuko egoeretan gertatzen diren partikulak metatzeko prozesu fisikoek klorofilaren maximoen banaketa espazialari eragiten diote. Kontuan izan behar da uraren egonaldia handitu egiten dela eremu horietan (betiere uholderik ez badago), marearen eragina txikiagoa delako. Horregatik, estuarioen goiko aldean fitoplanktona haztea eta metatzea faboratuagoa izaten da atmosferaren egonkortasuna dagoen garaietan, eguzki-erradiazioaren eraginari uretan uhertasun txikiagoa eta zelulen sakabanatze txikiagoa gehitzen baitzaizkio. Hainbat azterlanetan ere (adibidez, Villate et al., 1991; Franco, 1994; Borja et al., 2010) EAEko estuarioetan, batez ere udan, gazitasun txikienerako eremuetarantzko klorofilak erakusten duen handitzeko eredua deskribatu da.

Gazitasunak fitoplanktonean duen zeharkako eragin horretaz gain (ur gezaren portzentaiari lotutako mantengaien baldintzengatik, baita uholdeekin batera gertatzen diren uraren egonaldiaren jaitsieragatik eta uhertasunagatik ere), gazitasunaren aurrean ematen zaion erantzun fisiologikoa espezieen artean aldatu egiten da, ur gezatik itsasoko uretaraino doazen optimoak topa ditzakegularik.

Denbora-aldakortasunari dagokionez, 2013.ean klorofilaren kontzentrazioaren urtarokotasunari buruzko azterketa bat egin zen Gipuzkoako Foru Aldundiak gaur egun aldagai hori neurtzen duen tokietan, hau da, Oiartzungo 4 lagintze-puntutan eta gainerako estuarioetako bakoitzean 3 puntutan (ikus **1. taula**, Metodologia). Estuario bakoitzerako deskribatutako urteko zikloa xeheki kontsulta daiteke Revilla et al. (2013) lanean. Lagintze-puntu guztietan eredu bat deskribatzea ezinezkoa izan zen arren, gehienek klorofila-balio oso baxuak erakusten zituzten neguan. Hauetako batzuetan balio altuak udaberritik udazkenara arte hautematen ziren; beste batzuetan, berriz, udan bakarrik, edo bi alditan (adibidez, udaberri hasieran eta uda amaieran). Aipatutako azterlan horrek fitoplanktonaren hazkunderik handieneko eta, beraz, eutrofizazio-arrisku handieneko urteko garaia ezartzen lagundu zuen: apiriletik urrira bitarteko aldia.

7. taulan, denbora-segidetan jasotako "a" klorofilaren kontzentrazioaren balio minimoak eta maximoak aurkezten dira, hazkunde handieneko aldia soilik kontuan hartuta (apirila-urria). Aldi horretan, Gipuzkoako estuarioetako datuen multzoan "a" klorofilaren kontzentrazioa $0,1$ eta $182,4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ artekoa izan da. Kontzentrazio horiek literatura zientifikoa latitude ertaineko estuarioetarako aipatzen den tartean daude. Adibidez, Ipar Karolinako (AEB) zenbait estuariotan 0 eta $184 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ arteko klorofila-kontzentrazioak ikusi dira (Mallin, 1994).

7. taulan ikus daitekeen bezala, klorofilaren gehieneko balioak oso desberdinak dira estuario bereko eremu desberdinen artean. Aurreko atalean adierazi den bezala, estuario hauetan kontzentrazio handienak gazitasun txikiko uretan ematen dira. Apirila-urria epeari dagokionez, Urola eta Oria ibaien goiko aldeetan (ur oligohalinoak) eta Urumearen erdialdean (ur mesohalinoak) $100 \mu\text{g l}^{-1}$ baino gehiagoko maximoak izan direla ikus daiteke. Estuario batzuetako erdiko edo beheko zonak bereizten dituzten tarte polihalinoetan, zaila da $25 \mu\text{g l}^{-1}$ baino kontzentrazio altuagoak topatzea (Orian izan ezik,

ia 50 $\mu\text{g l}^{-1}$ -kin). Tarte euhalinoetan denbora-segidan neurtutako maximo absolutua 25 $\mu\text{g l}^{-1}$ -koa izan da (Oiartzun).

7. taula. Gipuzkoako estuarioetako tarte bakoitzean neurtutako “a” klorofilaren kontzentrazio minimo (Min.) eta maximoak (Max.), Chl-a ($\mu\text{g l}^{-1}$), lortu diren datu-segida luzeenetan zehar eta fitoplanktonaren hazkunde handieneko garaian (apirila-urria). Datu-segida hauetan kalkulatutako gazitasunaren medianan oinarrituz eta **3. taulan** azaldutako irizpideak erabiliz zehaztu dira tarteak.

Estuarioa	Lagintze-puntua	Zona	Denbora-segida	Gazitasuna (mediana)	Tartea	Chl-a Min.	Chl-a Max.
Deba	DEB50000S	Goikoa	1999-2022	0,2	Oligohalinoa	0,2	72,4
	DEB53400S	Erdikoa	1999-2022	4,5	Oligohalinoa	$\leq 0,1$	81,5
	DEB54900S	Behekoa	1999-2022	15,9	Mesohalinoa	$\leq 0,1$	64,8
Urola	URO55000S	Goikoa	1999-2022	2,9	Oligohalinoa	$\leq 0,1$	156,2
	URO57000S	Erdikoa	1999-2022	16,7	Mesohalinoa	$\leq 0,1$	47,3
	URO58700S	Behekoa	1999-2022	23,5	Polihalinoa	$\leq 0,1$	19,7
Oria	ORI62400S	Goikoa	1999-2022	0,5	Oligohalinoa	0,1	103,0
	ORI67200S	Erdikoa	1999-2022	13,8	Mesohalinoa	0,1	46,6
	ORI70700S	Behekoa	2001-2022	27,3	Polihalinoa	$\leq 0,1$	48,5
Urumea	URU44000S	Goikoa	1999-2022	0,2	Oligohalinoa	$\leq 0,1$	80,2
	URU46600S	Erdikoa	1999-2022	9,7	Mesohalinoa	0,2	182,4
	URU49000S	Behekoa	2001-2022	29,5	Polihalinoa	$\leq 0,1$	24,4
Oiartzun	OIA14000S	Goikoa	1998-2022	30,3	Euhalinoa	$\leq 0,1$	21,9
	OIA15000S	Erdikoa	1998-2022	31,6	Euhalinoa	$\leq 0,1$	25,0
	OIA16700S	Behekoa	1998-2022	33,4	Euhalinoa	$\leq 0,1$	19,6
	OIA16200S	Kaia	1998-2022	31,8	Euhalinoa	$\leq 0,1$	23,8
Bidasoa	BID07600S	Goikoa	1999-2022	1,7	Oligohalinoa	0,2	89,3
	BID10350S	Erdikoa	1999-2022	11,0	Mesohalinoa	$\leq 0,1$	76,7
	BID13300S	Behekoa	2001-2022	26,0	Polihalinoa	$\leq 0,1$	13,8
Guztira					$\leq 0,1$	182,4	

3.1.2 Estuario bakoitzeko klorofilaren joerak epe luzera

Klorofilaren kontzentrazioaren epe luzerako bilakaera aztertzeko sei urteko epeak erabiliz 90. pertzentilak zenbatetsi dira, orain arte bildutako datu-segidak hartuta. Hala, lehen sei urteko epea 1998.etik 2003.era doa eta, azkena, 2017.etik 2022.era. Metodologian aipatu den bezala, azterketa honetarako apirila eta urria bitarteko datuak bakarrik erabili dira, biak barne.

Estuarioetako tarte bakoitzeko emaitzak **8. taulan** laburbildu dira. Denboran zehar laginketen maiztasuna aldatzen joan denez, laginaren neurria (N) ez da berdina izan azertu direnaldi guztietarako. Azertu diren aldien artean, 13 datukoa da neurri txikiena eta 26 datukoa handiena. 90. pertzentilari dagokionean, hau 1,1 $\mu\text{g l}^{-1}$ eta 58,1 $\mu\text{g l}^{-1}$ artekoa izan da. Estuario bakoitzeko maximo absolutuak

goiko tartean hautematen dira, Bidasoa ibaiaren estuarioan izan ezik, non Erdiko tartean ematen baitiren. Gainera, Oiartzunen, Herrerako kaiko maximoa estuarioaren goiko tarteko balioaren oso antzekoa da. Minimo absolutuak beheko tartean topatzen dira estuario guztietan, izaera itsastarreko tartean.

8 taula. Lagintze-puntu bakoitzean 90. pertzentila zenbatetsi diren 6 urteko denbora tarteez dituzten datu kopuru (N) minimoa eta maximoa aurkezten dira. "A" klorofilaren kontzentrazioaren datuekin neurtutako 90. pertzentilen (90P) tartea (balio minimoa eta maximoa) ere aurkezten da ($\mu\text{g l}^{-1}$).

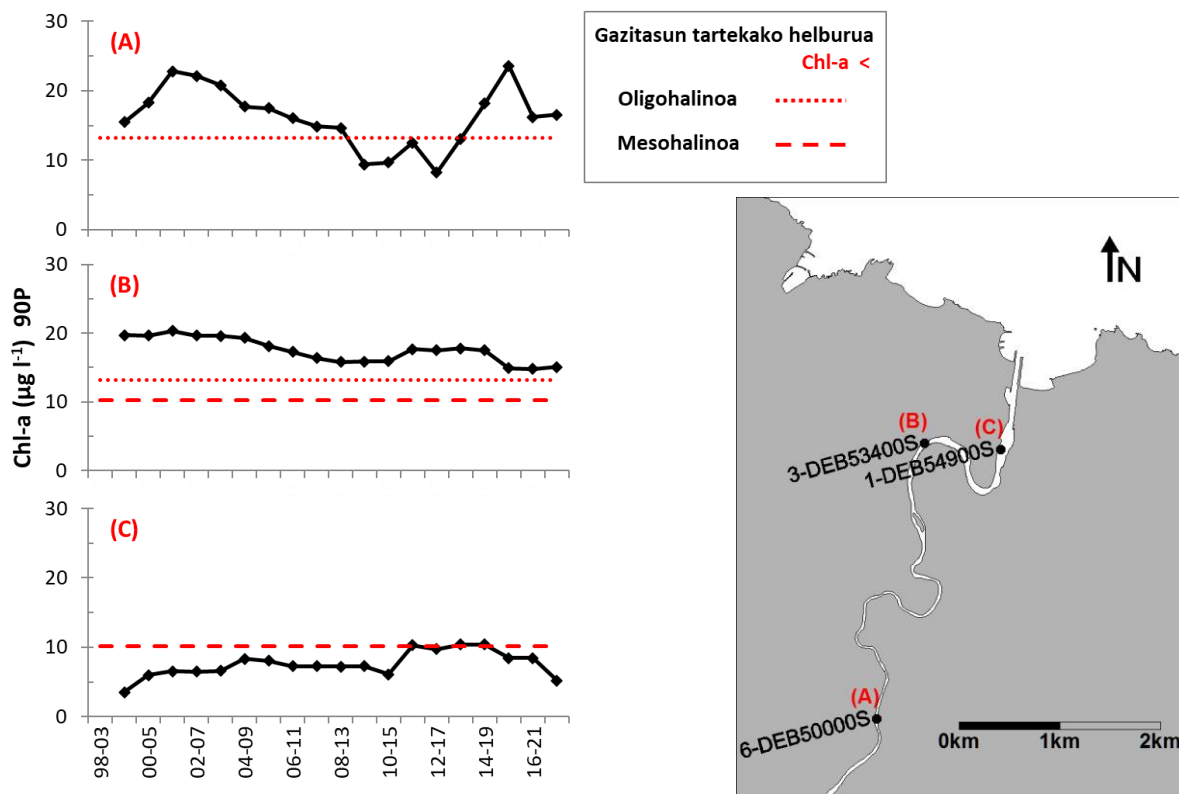
Estuarioa	Lagintze-puntua	Tartea	Denbora-segida	N Min.	N Max.	90P Min.	90P Max.
Deba	DEB50000S	Goikoa	1999-2022	17	26	8,2	23,6
	DEB53400S	Erdikoa	1999-2022	17	26	14,8	20,5
	DEB54900S	Behekoa	1999-2022	17	26	3,5	10,4
Urola	URO55000S	Goikoa	1999-2022	18	26	13,3	54,9
	URO57000S	Erdikoa	1999-2022	13	26	3,2	9,5
	URO58700S	Behekoa	1999-2022	18	25	2,0	5,2
Oria	ORI62400S	Goikoa	1999-2022	16	26	29,2	54,9
	ORI67200S	Erdikoa	1999-2022	17	26	2,7	27,8
	ORI70700S	Behekoa	2001-2022	16	26	1,1	12,2
Urumea	URU44000S	Goikoa	1999-2022	18	26	12,6	58,1
	URU46600S	Erdikoa	1999-2022	18	25	4,6	27,0
	URU49000S	Behekoa	2001-2022	18	26	1,8	4,0
Oiartzun	OIA14000S	Goikoa	1998-2022	17	24	5,0	16,2
	OIA15000S	Erdikoa	1998-2022	17	24	5,7	12,8
	OIA16700S	Behekoa	1998-2022	15	24	3,2	6,6
	OIA16200S	Kaia	1998-2022	17	24	5,9	14,9
Bidasoa	BID07600S	Goikoa	1999-2022	18	25	4,8	16,6
	BID10350S	Erdikoa	1999-2022	19	26	5,7	41,7
	BID13300S	Behekoa	2001-2022	18	26	3,1	5,6
Guztira				13	26	1,1	58,1

Jarraian, klorofilaren 90. pertzentilak izan duen bilakaera grafikoki aurkezten da eta Metodologia atalean azaldu den adierazlean oinarrituta, uren kalitatearen ebaluazioa ere egiten da.

Deba ibaiaren estuarioa

Goiko aldean adierazleak balio oso altuak erakusten ditu berriki, 2000ko hamarkadan egiten zuen modu berean (**9. A irudia**). Eremu honetan marearen eragina oso arina da, bere gazitasun baxuak adierazten duen bezala (**7. taula**), eta baliteke muturreko balio horiek fitoplanktonaren metaketa islatzea ibaiaren emari baxuko garaian. Erdigunean, oszilazio batzuekin bada ere, epe luzera indizea txikitzen ari da (**9. B irudia**). Klorofilaren arabera, behealdeak du kalitate onena (**9. C irudia**).

DEB54900S (beheko aldea) lagintze-puntuaren segida historikoaren baliorik altuena ($65 \mu\text{g l}^{-1}$) 2021.eko maiatzean neurtu dela adierazi behar da, hain zuzen ere, ur oligohalinoetan (9 PSU). Ordura arte eremu horretan neurtutako maximoa ($35 \mu\text{g l}^{-1}$) udaberriko lagin bat zen (2015.eko apirilean).



9. Irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertentilaren bilakaera Deba ibaiaren estuarioko hiru lagintze-puntutan: (A) DEB50000S (goiko tartea); (B) DEB53400S (erdiko tartea); (C) DEB54900S (beheko tartea). Lerro gorriak gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du.

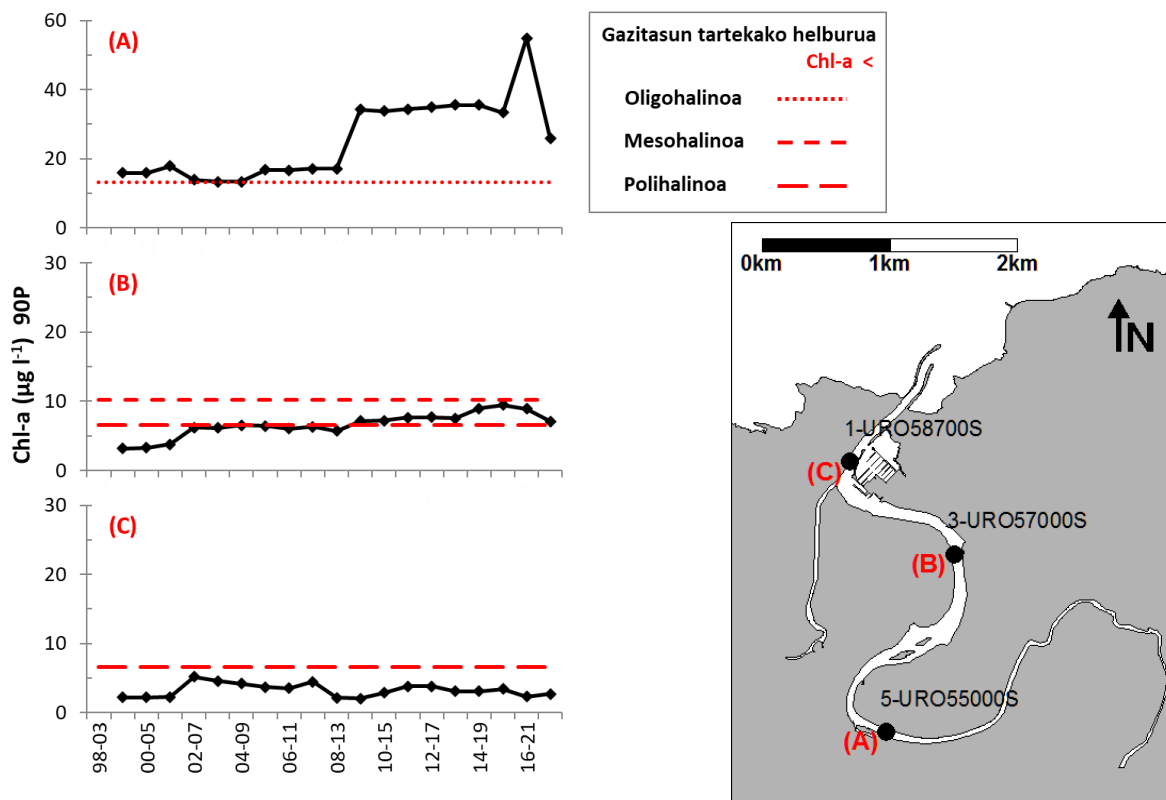
Segida historikoan, klorofila-kontzentrazioaren balio handienak udaberrian izaten dira. Adibidez, behealdean (DEB54900S estazioa) maximo absolutua 2021.eko maiatzean neurtu zen ($64,8 \mu\text{g l}^{-1}$). Ordura arte eremu horretan erregistratutako maximoa ere udaberriko lagin bati zegokion, 2015.eko apirilari ($35 \mu\text{g l}^{-1}$). 2015.eko apirilean, gainera, erdialdeko ($81,5 \mu\text{g l}^{-1}$) eta goialdeko ($72,4 \mu\text{g l}^{-1}$) maximo absolutuak neurtu ziren. Azken bi maximo hauek gazitasun oso txikiko urei lotuta egon ziren, ia ibaikoak ($<0,5 \text{ PSU}$).

Urola ibaiaren estuarioa

Goiko aldean, klorofilaren 90. pertentilak nahiko balio egonkorak erakusten ditu 2013.era arte, *Ona* eta *Neurrizkoaren* arteko atalasetik gertu jartzen direlarik (**10. A irudia**).

Hala ere, indizeak gora egin du 2014.ean, eremu horretan gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa dagoela adieraziz. Horrela, ur oligohalinoetan, 2014.eko eta 2015.eko udaberrian eta udan $20-40 \mu\text{g l}^{-1}$ tarteko kontzentrazioak maiz neurtu ziren. Gainera, 2016.eko maiatzean estuario honetako maximo historikoa

neurtu zen ($\sim 150 \mu\text{g l}^{-1}$) gazitasun oso txikiko uretan (0,7 PSU). 2014-2016 denboraldian udaberrian izandako eurien eta ibai-emariaren murrizketek, beharbada, klorofila balio altu horietako batzuk eragin zituzten. 2021.eko maiatzean, $108 \mu\text{g l}^{-1}$ -ko balio altua neurtu zen ur oligohalinoetan, eta, honen ondorioz, eremu horretan are gehiago handitu zen pertzentila.



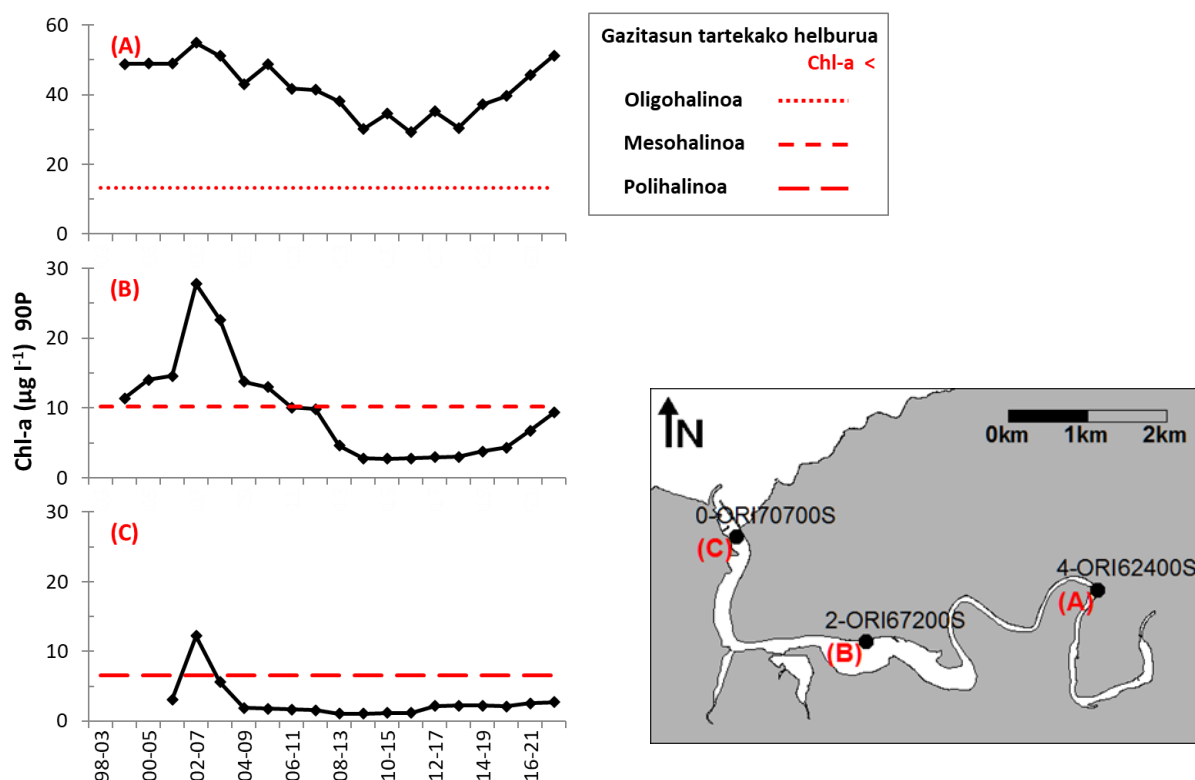
10. Irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Urola ibaiaren estuarioko hiru lagintze puntutan: (A) URO55000S (goiko tartea); (B) URO57000S (erdiko tartea); (C) URO58700S (beheko tartea). Lerro gorriak gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du. Lagintze-puntua bi gazitasun-tartetik oso gertu dagoen kasurako (7. taula) bi atalase aurkezten dira

Indize honekin ezin da baieztatu erdiko eta beheko tarteetan gehiegizko klorofila egon denik (10. B, C irudia). Hala ere, erdialdean gorantzko joera txiki bat nabari da. Eremu honetako balio maximoa 2016.eko maiatzean jaso zen ($47 \mu\text{g l}^{-1}$). Eremu honetan, 90. pertzentila kalkulatzeko erabili den datu kopurua txikiagoa izan da azken urteetan. Honen arrazoia, 2014.etik aurrerako kanpaina batzuetan ezin izan zela URO57000S lagintze-puntuan klorofila aztertzeko laginik hartu izan zen, ez baitzegoen nahikoa emari.

Oria ibaiaren estuarioa

Goiko aldean (Aginaga-ko lehenengo ontzirelekuen parean), 2000ko hamarkadan, oso maiz ikusi ziren $50 \mu\text{g l}^{-1}$ inguruko klorofila balio altuak, eta kasuren batean 75 eta $100 \mu\text{g l}^{-1}$ -koak ere. Gehienak udan gertatu ziren. Horrek estuarioan tarte horretako presio antropiko altuari zor lekizkioken intentsitate handiko loratze fitoplanktonikoak ematen zirela adierazten du. Kontuan hartu behar dira ere 2000ko hamarkadaren lehenengo erdian eman ziren agorraldi luzeko baldintzak, ibaiaren eragin handieneko zonan fitoplanktonaren atxikipena erraztuko luketenak.

2010eko hamarkadan, balio altuak gero eta urriagoak eta txikiagoak izan ziren, 90. pertzentila jaitea ondorioztatuz. Hala ere, oligohalino motako urei dagokion $13,2 \mu\text{g l}^{-1}$ -ko atalasetik behera ez dira geratu (**11. A irudia**). 2019.etik aurrera, $50\text{-}60 \mu\text{g l}^{-1}$ inguruko kontzentrazioak neurtu dira berriro, baina urteko garai desberdinetan (apirilean, irailean eta urrian), eta horrek indizea handitzea ekarri du.

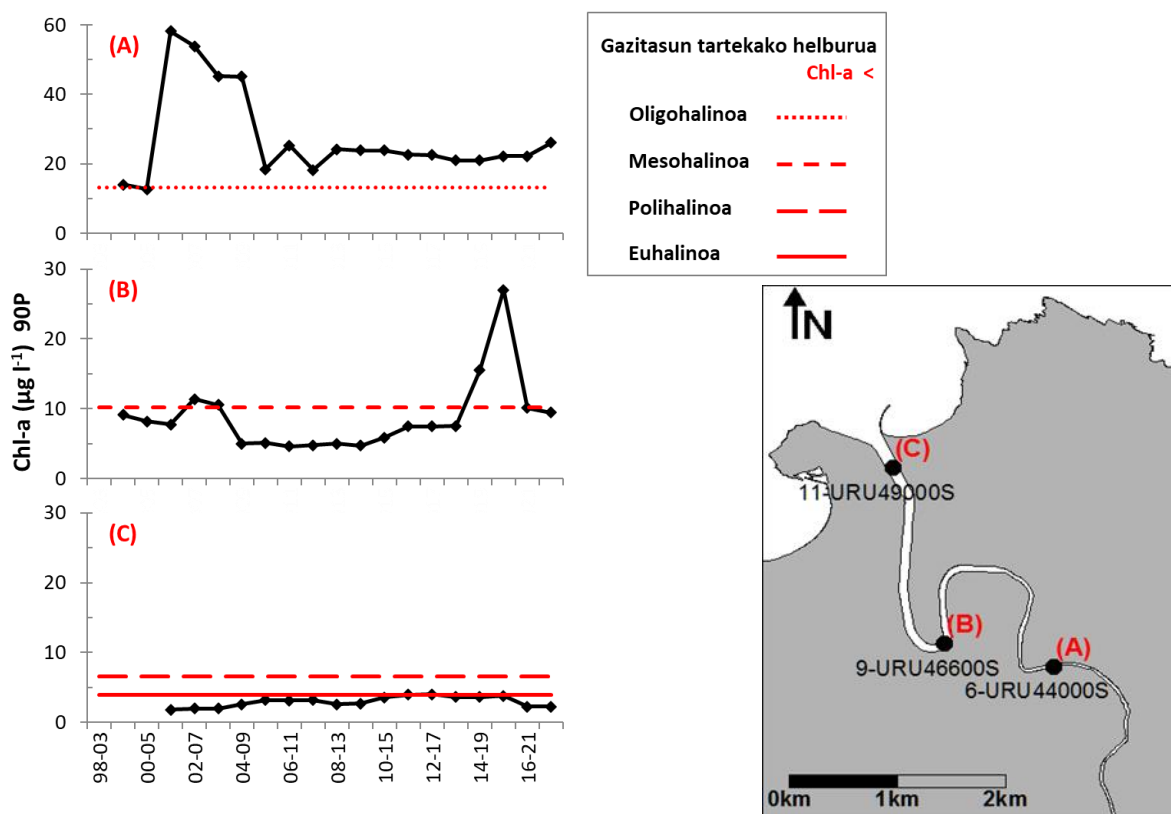


11. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Oria ibaiaren estuarioko hiru lagintze-puntutan: (A) ORI62400S (goiko tartea); (B) ORI67200S (erdiko tartea); (C) ORI70700S (beheko tartea). Lerro gorriak gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du.

Oria ibaiaren estuarioaren beheko aldean eta erdialdean, klorofilaren 90. pertzentilak 2000ko hamarkadaren erdialdean soilik adierazten ditu eutrofizazio-arazoak (**11. B, C irudia**). Gaur egun, atalasearen azpitik dago, baina handitzeko joera du erdialdean, hau da, Astilleros Atxega parean dagoen estazioan (ur mesohalinoak).

Urumea ibaiaren estuarioa

Goiko aldean klorofilaren 90. pertzentila asko aldatzen da denboran zehar. Balio hau baxu samarra da 2000ko hamarkada hasieran eta fitoplanktonaren biomasa gehiegizkoa ez dela adierazten du. Aldiz, urte batzuk geroago, balioa asko handitzen da. 2000ko hamarkadaren bukaeratik hona atalasetik gertuago kokatzen da, fitoplanktonaren kalitate hobertarantzko itzulera adieraziz (**12. A irudia**).



12. Irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Urumea ibaiaren estuarioko hiru lagintze-puntutan: URU44000S (goiko tartea); (B) URU46600S (erdiko tartea); (C) URU49000S (beheko tartea). Lerro gorriak gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du. Lagintze-puntua bi gazitasun-tartetik oso gertu dagoen kasurako (**7. taula**) bi atalase aurkezten dira.

Hernani, Astigarraga eta Martutene inguruko hondakin-uren isuriak hodi-biltzaile batera eraman ondoren, 90eko hamarkadan egindako saneamendu lanak, oxigenoak eta mantenugaiek (amonioa eta

fosfatoa) hurrengo urteetan Urumeako estuarioan izan dituzten hobekuntzetan islatzen dira. Aldiz, estuarioaren goiko tartean (URU44000S lagintze-puntua, Txomin-Enea auzoko zubia), klorofilak igoera erantzun bat erakusten du (eutrofizazio arazoan adierazle), hain zuzen uraren baldintza fisiko-kimikoak (oxigenoa eta mantenugaiak) hobetzen diren urteetan. Hala ere, estuarioaren deskontaminazioa dela eta, ez da harrizkoa klorofilak horrelako erantzuna erakustea. Gogoan izan behar da tratatu gabeko isuriek biotarentzat, fitoplanktona barne, toxikoak izan daitezkeen gaiak izan ditzaketela. Adibidez, amonioak, kontzentrazio handitan, alga espezie askoren hazkuntza galarazten du.

Datuak xehetasun gehiagorekin aztertuz, estuarioaren goiko tartean neurtutako 90. pertzentilaren kontzentrazio handiak 2004. eta 2006. urteetan eman ziren loratzeei (60-80 $\mu\text{g l}^{-1}$ tartean zeuden kontzentrazioak) zor zaizkiela hauteman daiteke. Bi hipotesik azaldu litzakete gertakari horiek Urumea ibaiaren estuarioaren goiko tartean:

(1) Isurien desbideraketatik argitasun gehiago (uhertasun gutxiago) izatea. Baina, aurreko txosten batean egin zen aldagai honen bilakaeraren azterketa dela medio (Revilla et al., 2011b), hipotesi hau baztertu egin daiteke.

(2) Ibaiaren emaria gutxitzera eraman zuten faktore meteorologikoak. Aurreko txostenetan azaldu den bezala: 1999., 2001., 2003., 2004. eta 2005.ean udako lehortea izan zen eta oxigenoarentzat minimoak neurtu ziren; eta 2006.ean berriz ere oxigenoarentzat minimoak. Beraz, baliteke baldintza meteorologikoek Urumean fitoplanktonaren metaketan lagundu izana.

Urumea ibaiaren estuarioaren goiko tartean 2000ko hamarkadaren erdialdera eman ziren loratzeen ondoren, ez dira berriro klorofilaren kontzentrazio hain altuak topatu.

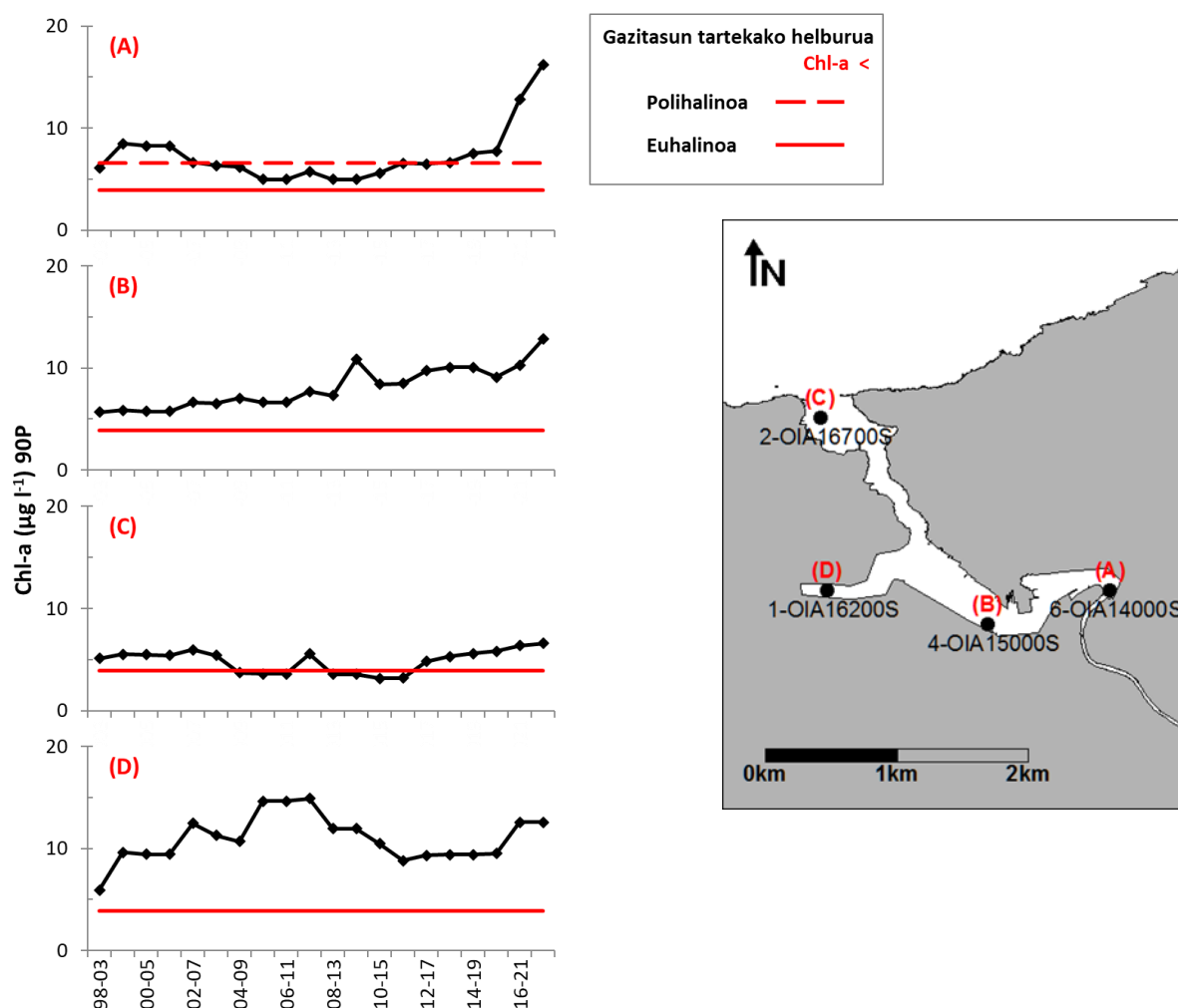
Ibaien beheara, indizeak normalean egoera onean dagoela adierazi du (**12. B, C irudia**). Hala ere, URU46600S (erdialdea) estazioa salbuetsi behar da 2014-2019 denbora tartean, eta, bereziki, 2015-2020 tartean, pertzentila bat-batean handitu eta atalase-balioa gainditzen duenean. Burdinazko zubiaren parean dagoen lagintze-puntu honetan, 2015. urtean, maila erdi-altuko klorofila balioa erregistratu zen $\sim 52 \mu\text{g l}^{-1}$, eta 2016. urtean estuarioaren maximo historikoa neurtu zen ($\sim 182 \mu\text{g l}^{-1}$). Bi muturreko-balio horiek ekainean ikusi ziren, gazitasun txikiko urei lotuta, eta indizean ikusitako maximoen erantzule dira (**12. B irudia**). 2022.ean ere eskualde honetako kontzentrazio altuena ekainean ikusi da, $20 \mu\text{g l}^{-1}$ ingurukoa (ERANSKINAK).

Oiartzun ibaiaren estuarioa

Segida historikoan, klorofilaren 90. pertzentila $3,2 \mu\text{g l}^{-1}$ eta $16,2 \mu\text{g l}^{-1}$ artekoa da (**13. irudia**). Balio hauek baxuak dira Gipuzkoako estuario gehienekoen alderatuz. Hala ere, estuario honetako gazitasun altua kontuan izan behar da, itsasoko urarenaren gertukoagoa dena (**7. taula**). Honek kalitatearen

sailkapenerako erabilitako atalase-balioa baxuagoa izatea eragiten du eta, beraz, zorrotzagoa izatea (3. taula).

13. A irudian ikus daitekeenez, estuarioaren barnealdean, Oiartzun ibaiarekiko elkargunetik gertu, pertzentila ur polihalinoei dagokien mugatik hurbil edo azpitik mantendu da denbora-segidaren zatirik handienean. Hala ere, hazten joan da 2010eko hamarkadaren erdialdetik. Azken bi aldietan, fitoplanktonaren metatze-tasa handia adierazten duten balioak ageri dira; hain zuzen ere, udaberrian eta udan oso ohikoak izan diren 10–20 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ klorofila-gailurrak (ikus txosten honen eta aurreko urtekoaren ERANSKINAK).



13. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Oiartzun ibaiaren estuarioko lau lagintze-puntutan: (A) OIA14000S (goiko tartea); (B) OIA15000S (erdiko tartea); (C) OIA16700S (beheko tartea); (D) OIA16200S (Herrerako kaia). Lerro gorriak gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du. Lagintze-puntua bi gazitasun-tartetik oso gertu dagoen kasurako (7. taula) bi atalase aurkezten dira.

OIA15000S lagintze-puntuak (Molinao errekatik gertu), indizeak gorantzko joera du ia seriearen hasieratik, eta beti gaintzen du ur euhalinoen atalasea, azken aldiak balio maximora iristen delarik (**13. B irudia**). Gainerako lagintze-puntuak ez bezala, epe luzeko portaerak ia ez du murrizketa-joera duen garairik tartekatzen.

OIA16700S lagintze-puntuak, izaera itsastarrean, klorofilaren 90 pertzentila, normalean, ur euhalinoen atalasearen gaintik kokatzen da (**13. C irudia**), nahiz eta gainerako estazioetan bezain handia ez izan. Herrerako kaian egiten diren isurketek, itsasaldiak eragindako garraioaren ondorioz, eremu horretan eragina izan dezakete.

Oiartzun ibaiaren estuarioan, klorofilaren 90 pertzentilak, 2008-2013 tarterarte, presio antropikoarekin lotura argia zuen eredu espaziala erakusten zuen. Hala, **13. D irudian** ikus daitekeen moduan, OIA16200S lagintze-puntuak (Herrerako kaia) gainerako estazioek baino askoz balio handiagoak zituen, intentsitate handiko loraldi fitoplanktonikoen zantzua direnak. Honen harira, badira Herrerako kaian tratatu gabeko hondakin-urak isurtzen direla adierazten duten azterlanak (Revilla et al., 2011c). Geroago, 2010eko hamarkadan, indize hori jaitsi egin zela ikusi zen, ondorioz, gainerako estazioetako antzeko balioetan jarri zelarik, nahiz eta atalasea baino askoz handiagoak izan. Azken bi denboraldietan indizea berriro igo da eremu horretan, udaberrian edo udan $10 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ inguruko edo gehiagoko kontzentrazioak neurtuz (ikus txosten honen eta aurreko urtekoaren ERANSKINAK).

Oiartzun ibaiaren estuariorako isurketak nabarmen gutxitu diren arren, kontuan hartu behar da ur-masa horrek eutrofizazioarako joera handia duela, berritzeko ahalmen txikia baitu. Estuario hau euskal kostaldeko sakonetako bat da (20 m), eta, horregatik, nahiko bolumen handia du. Gainera, bolumenaren zati handi bat mareazpikoa da, eta horrek uraren egonaldi luzea dakar, hau da, astetakoa (Valentzia et al., 2004a, b; Montero et al., 2011). Beraz, garrantzitsua da estuario honetan saneamendu ona egitea, Herrerako kaian eta portuko goiko eta erdiko zonetan bereziki, non uraren berritzea ibai-emari baxuko egoeretan nabarmenki murrizten den.

Bidasoa ibaiaren estuarioa

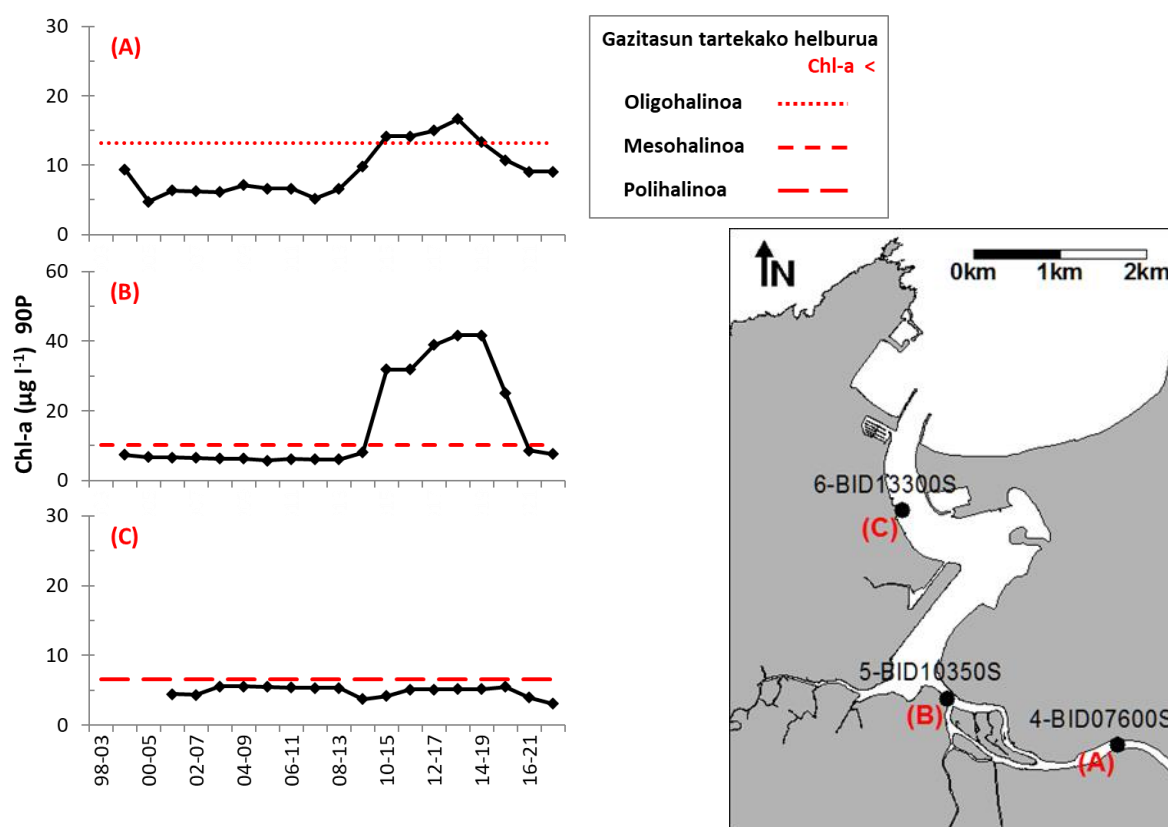
Denbora-segidaren hasieran, Bidasoa ibaiaren estuarioan, 90. pertzentilaren balioak Gipuzkoako gainerako estuarioetako gazitasun berdintsuko lagintze-puntuak baino baxuagoak ziren. Hala ere, 2000ko hamarkadaren bukaeran, indizeak gora jo zuen goiko tartean (BID07600S lagintze-puntuak, Behobiako zubia) eta erdiko tartean (BID10350S lagintze-puntuak, Santiagoko zubia-Irun) (**14. A, B irudia**). Azken honetan, indizeak erraz gaintu zuen, 2015-2020 denboraldira arte, eutrofizazioaren adierazle den atalasea.

Izan ere, estuario honetako denbora-segidako klorofila baliorik altuenak 2014. eta 2015. urteetan topatu ziren (gehienak udan zehar). Zehazki, goiko tartean, 2014.eko uztailean, $89 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ balio altua neurtu zen.

Erdiko tartean $77 \mu\text{g l}^{-1}$ balio altuaz gain (2015.eko ekainean), $50 \mu\text{g l}^{-1}$ gertuko kontzentrazioak ere neurtu ziren (2014.eko uztailean eta 2015.eko irailean).

Urte horiek arte, Bidasoa ibaiaren estuarioak, aztertu diren lagintze-puntu bakar batean ere, ez zuen biomasa fitoplanktonikoaren gehiegizko pilaketa arazorik erakutsi. Horregatik, egoera hau ulertzeko, estuarioaren erdiko-goiko tartetean jatorri antropikoko mantengugai ekarpenik izan zen edo, aitzitik, biomasaren igoera faktore meteorologikoengatik izan zitekeen hausnartu beharko litzateke.

Estuario honek, Oiartzun ibaiarenak bezala, eutrofizaziorako joera handia duela esan beharra dago, bere baldintza hidrografikoak direla eta, bolumen oso handia baitu eta uraren berritze-tasa oso mantsoa baita (Revilla et al., 2011c). Horregatik, garrantzitsua da gutxiegia tratatutako hondakin-uren isurketarik ez ematea, honek bere eragina izango bailuke komunitate biologikoetan.



14. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertentilaren bilakaera Bidasoa ibaiaren estuarioko hiru lagintze-puntutan: (A) BID07600S (goiko tartea); (B) BID10350S (erdiko tartea); (C) BID13300S (beheko tartea). Lerro gorriak gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du.

Klorofilan ikusitako joeren laburpena

90eko hamarkadaren amaieratik jasotako datuen segidan, maximo asko 2010eko hamarkadaren erdialdean neurtu dira. Zehazki, 2014.ean Bidasoaren baliorik altuena neurtu zen ($89 \mu\text{g l}^{-1}$), 2015.ean Debarena ($81 \mu\text{g l}^{-1}$), 2016.ean Urolarena ($156 \mu\text{g l}^{-1}$) eta baita Urumearena ere ($182 \mu\text{g l}^{-1}$). Maximo historiko hauek udaberrian neurtu dira (apirilean, maiatzean edo ekainean), Bidasoakoa izan ezik (uztailean).

Azken urteetan, gailur-balioak txikiagoak izan dira; dena den, aipatu behar da 2018.eko datu gutxi daudela eta 2020.ean ezin izan dela laginketa egin (Revilla et al., 2021). 2019.ean, maximoa irailean neurtu zen Oriako estuarioan ($\sim 50 \mu\text{g l}^{-1}$); 2021.ean, berriz, gailur-balioak apirilean Oriako estuarioan ($54 \mu\text{g l}^{-1}$) eta maiatzean Debakoan ($65 \mu\text{g l}^{-1}$) eta Urolakoan ($108 \mu\text{g l}^{-1}$) erregistratu ziren. 2022.ari dagokionez, maximoa udazkenean neurtu da ($56 \mu\text{g l}^{-1}$), zehazki, Oriako estuarioan (ERANSKINAK).

Beraz, 2010eko hamarkadaren erdialdetik aurrera, klorofilako gailur-balioak ia beti udaberrian neurtu dira. Gailur horiek ur oligohalinoetan edo mesohalinoetan gertatu dira, estuarioetako ohiko ereduari jarraituz, baina gehienak udatik kanpo, aurreko urteetan loraldi fitoplanktonikoetarako ohikoena zen urtaroa. Adibidez, 2009.eko uztailean eta 2010.eko uztailean, Oiartzun estuarioko gailur-balio altuenak neurtu ziren ($25\text{--}30 \mu\text{g l}^{-1}$, ur polihalinoetan), eta 2003.eko abuztuan Oria estuarioaren maximo historikoa ($159 \mu\text{g l}^{-1}$, ur oligohalinoetan).

Oro har, badirudi oligohalino tartean edo oso antzeko uretan klorofilaren muturreko balioak ikusten diren urteko garaia aurreratzen ari dela. Udaberrian fitoplanktonaren hazkunde-tasen edo estuarioetan zelulak metatzeko prozesuen gorantzko joera egon liteke. Adibidez, ur gezako eduki handiko zonak dituzten estuarioetako klorofila muturreko balioak identifikatzeko, erreferentzia gisa, $50 \mu\text{g l}^{-1}$ gutxieneko maila hartzen badugu, Deban ez zen muturreko baliorik neurtu 2014.era arte, eta ordutik behatutako guztiak udaberrian gertatu dira. Urolan, maila horretako kontzentrazioak maiatzean baino ez dira neurtu segida historikoan zehar, baina azken biak (2016. eta 2021.ean) aurrekoak (2003. eta 2010.ean) baino askoz altuagoak izan dira. Oria ibaiaren estuarioan, $50 \mu\text{g l}^{-1}$ kontzentrazioetara iristen ziren edo gainditzen zuten kontzentrazioak abuztuan (2003. eta 2007.ean) neurtzetik apirilean (2010. eta 2021.ean) eta baita udazkenean (2022) neurtzera igaro dira. Urumean, urteko hainbat garaitan (urria, ekaina eta uztaila) balio altuenak neurtu diren arren, maximo historikoa 2016.eko ekainekoa da. Bidasoako estuarioan 2015.eko ekainean neurtu da muturreko baliorik berriena, aurrekoak uztailekoa (2014.ean) eta abuztukoa (2002.ean) izanik.

Udaberriko klorofila muturreko balioen maiztasun edo intentsitate handiagorako joerak faktore klimatikoaren ondorio izan daitezke (adibidez, hodeiak gutxitzen badira, edo euririk gabekoaldiak luzeagoak direlako uraren egonaldia luzatzen bada). 3.4 atalean, arro bateko aldagai meteorologiko eta

hidrografikoak aztertzen dira, Urolakoa, eta, oro har, klorofilaren muturreko balio indartsuenak prezipitazio- eta emari-balio baxuenekin bat datozela ikus daiteke.

Gipuzkoako gainerako estuarioekin alderatuta, Oiartzungoak poli- eta euhalino-izaera du (hau da, ibaiaren eragina txikiagoa da normalean) eta presio antropiko handiagoa jasaten du. Gainera, mareazpikoa da, eta horrek uraren berritze-tasak nahiko motelak izatea dakar. Horregatik, litekeena da aldagai meteorologikoek ez eragitea gainerako estuarioetan antzera. Bestalde, muturreko klorofila balioak identifikatzeko, atalase txikiagoa aplikatu beharko litzateke ($12 \mu\text{g l}^{-1}$ inguru). Atalase hori kontuan hartuz gero, Oiartzungo estuarioaren denbora-segidako klorofilaren muturreko balio gehienak udan eman dira (orain arte jasotako 20 balioetatik 16), eta uztaila da maiztasun handiena duena. Gainerakoak udaberrian eman dira: zehazki, bi Herrerako kaian (2003.eko ekainean eta 2015.eko maiatzean) eta beste bi goiko aldean (2021.eko maiatzean eta 2022.eko ekainean). Beraz, estuario honetan, orain arte ez da hain nabaria klorofilaren gorakadak udaberriko garaian areagotzen ari direnik, behintzat itsasotik gertueneko eremuan. Hala ere, deigarria da, orain 23 urtetako luzera duen Oiartzungo denbora-segidako muturreko balioen %40a azken bi urteetan gertatu izana eta, gainera, zenbait hilabeteren artean banatu izana (maiatza, ekaina, uztaila eta iraila), txosten honetako eta aurreko urtekoetako eranskinetan ikus daitekeen bezala (ERANSKINAK).

3.2 Oxigeno disolbatuaren edukia Gipuzkoako estuarioetan

3.2.1 Espazio- eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak

15. irudian, 16. irudian, 17. irudian eta 18. irudian, datu-segiden luzera erakusten da, eta lagintze-puntu bakoitzean neurtutako oxigeno-kontzentrazioari buruzko zenbait estatistiko adierazten dira (pertzentilak, batezbesteko aritmetikoa eta muturreko balioak). Azterketa hau, urtaroen aldakortasuna hautemateko urteko sasoi bakoitzerako egin da. Urtarrilean, otsailean edo martxoan egindako laginketak neguaren adierazgarritzat jo dira; apirilean, maiatzean eta ekainean egindakoak udaberrikoak; uztailan, abuztuan eta irailean egindakoak udakoak; eta urrian, azaroan eta abenduan egindakoak udazkenekoak.

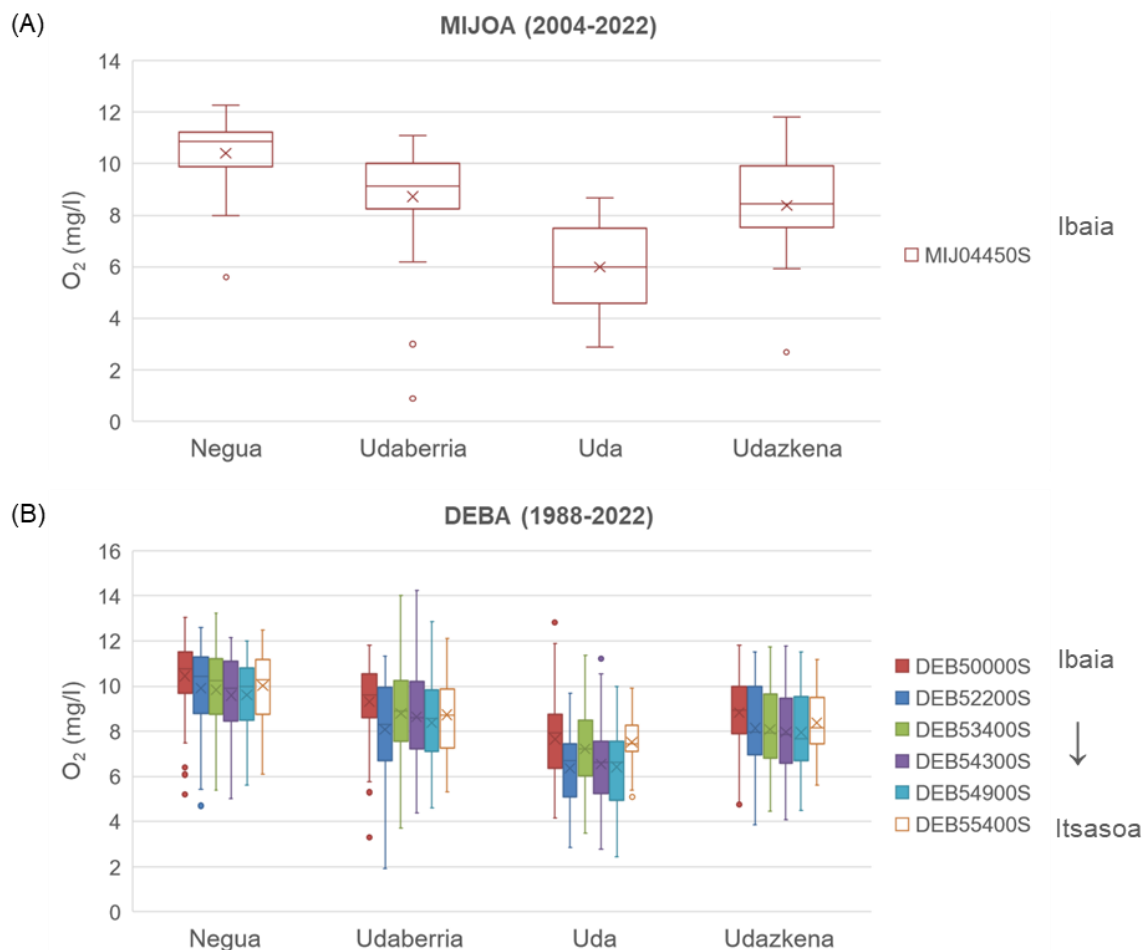
Lagintze-puntu gehienak 80ko hamarkadaren amaieran edo 90eko hamarkadaren hasieran hasi ziren neurtzen, nahiz eta puntu itsastarretako batzuk 2001.ean hasi ziren. Estuario guztietan $14 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ baino balio altuagoak ikusi dira. Hauek, oso altuak izan arren, azterketetan kontuan hartu dira, jarduera fotosintetiko handiko egoeren edo uholdeen ondorioz sortutako turbulenzia handiko egoeren ondorioz izan daitezkeelako.

Balio maximoak, 17-21 mg·l⁻¹ ingurukoak, Urola ibaiaren goiko aldean (URO52800S, Saburutx Zubia) eta Narrondo errekan (**16. irudia**) eman dira, baita Oiartzungo estuarioaren ibai-ingurunean (OIA13000S, Lezoko Zubia) eta Molinao errekan ere (**18. A irudia**). Oxigenoaren balio altuak, oro har, estuarioen goiko aldeetan eta errekan egoten dira, hau da, ibaietako lagintze-puntuetan. Estuarioen beheko aldeetan, itsasotik gertuen daudenetan, ez da 14 mg·l⁻¹-tik gorako baliorik ikusi.

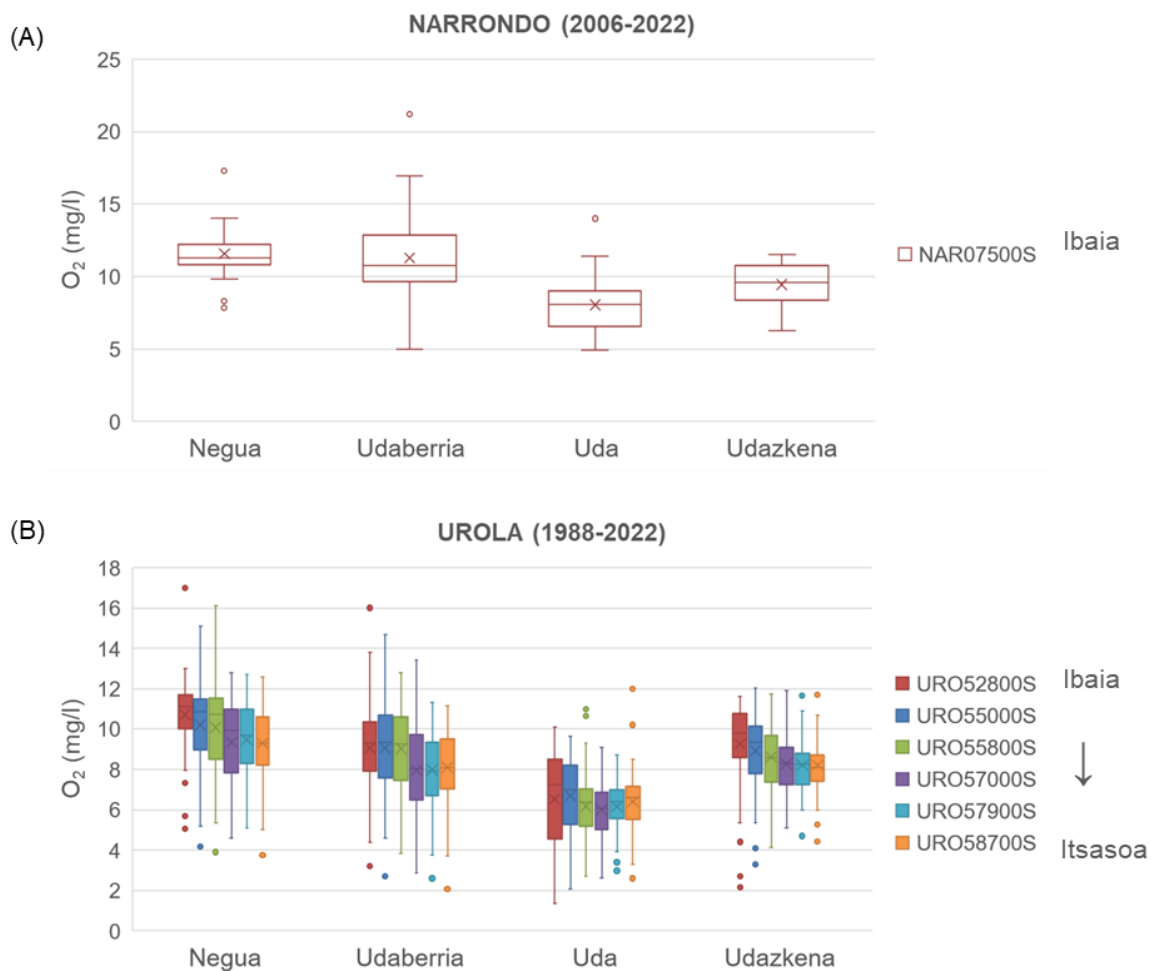
Segida historikoaren minimoei dagokienez, alde oso nabarmenak daude estuarioen artean eta baita estuario bereko lagintze-puntu artean ere. Oiartzunen, lagintze-puntu guztietan anoxiaren adierazle minimoak (<0,3 mg·l⁻¹) neurtu dira, OIA16700Sn, itsasoko bokalean dagoena, izan ezik (bertan minimo historikoa 1,8 mg·l⁻¹-koa da) (**18. B irudia**). Gainera, Mijoa errekan (**15. A irudia**), Añorga errekan (**17. A irudia**) eta Urumearen estuarioan (**17. C irudia**) 1 mg·l⁻¹ inguruko balioak neurtu dira. Aldiz, 2 mg·l⁻¹ baino balio txikiagoak ez dira oso ohikoak izan Urolako estuarioan (**16. B irudia**), eta ez dira aurkitu Oria ibaiaren estuarioan (**17. B irudia**), ez eta Bidasoa ibaiaren estuarioan ere (**18. C irudia**), nahiz eta azken honetan ez dagoen 80ko hamarkadaren amaierako daturik.

Ibai-eremuetan garai euritsuetan turbulentsiak eragindako oxigenoaren bat-bateko gorakadak gertatzen direla aipatu behar da. Honek estuarioen goi-ibarrean neguan neurtutako maximoetako asko azalduko luke, adibidez Oriakoan (**17. B irudia**). Bestalde, materia organikoan aberatsak diren isurketak jasotzen dituzten estuarioetan, oxigenoaren beherakada handiak gertatzen dira, uraren tenperatura eta egonaldia bakterioen oxidazio-prozesuetarako egokiak direnean (Franco et al., 1998; Borja et al., 2000). Honen guztiaren ondorioz, estuarioek, itsasoarekin alderatuta, oxigeno disolbatuan gorabehera handiak izan ditzakete; izan ere, itsasoaren egonkortasuna handiagoa da, eta, oro har, bertan kontzentrazio minimoak eta batezbestekoak handiagoak dira. Honek estuarioen barruan ezberdintasun espazialak eragin ditzake, Oiartzungo estuarioan ikusten den bezala (**18. B irudia**), non portuko bokaletik gertu dagoen lagintze-puntuak, OIA16700Sk, gainerako neurketa-puntuak baino oxigenazio-baldintza hobeak dituen.

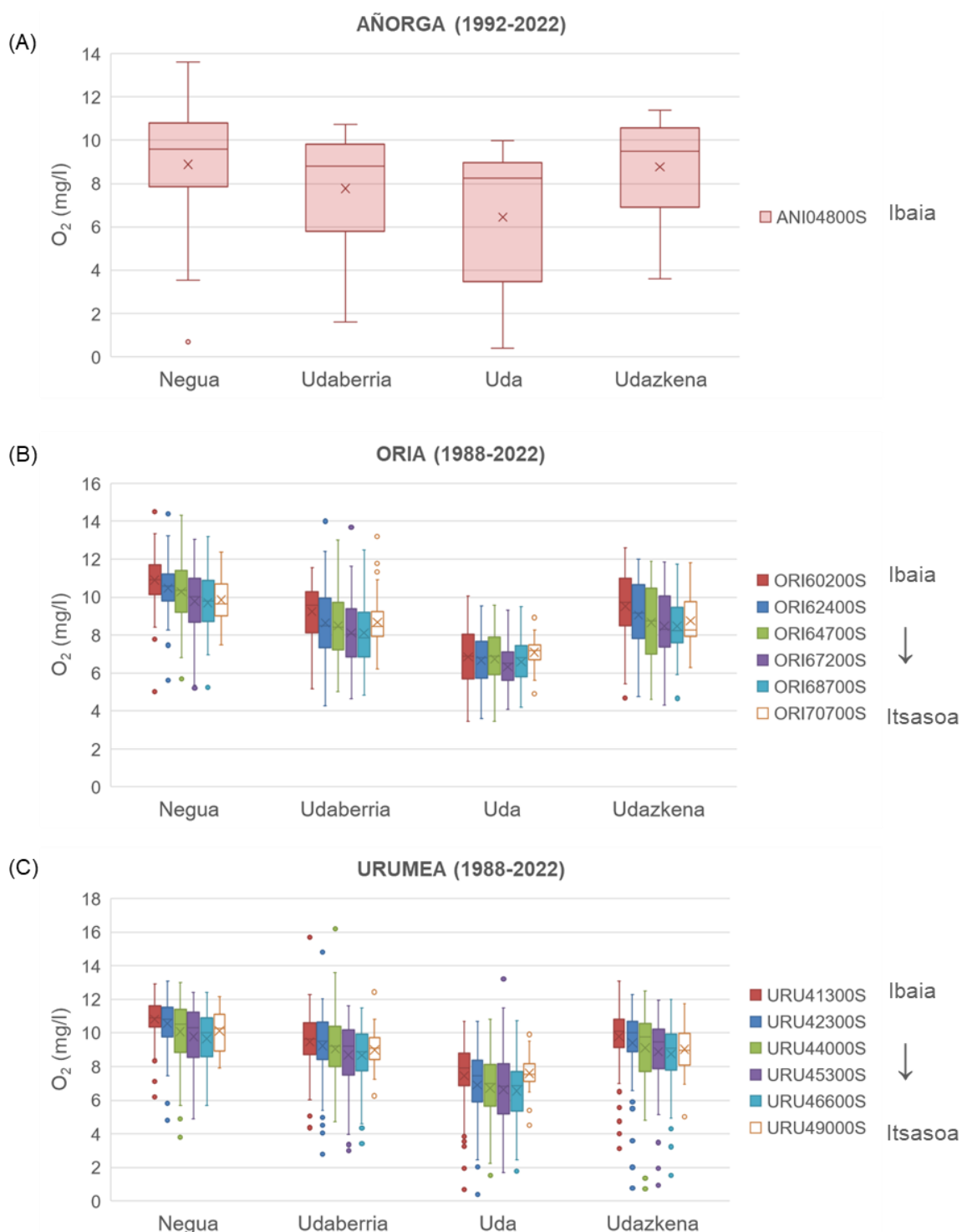
Urteko aldakortasunari dagokionez, aurreko txostenetan adierazi da estuario gehienetan oxigenoak, oro har, balio altuagoak izaten dituela neguan, minimoak udan eta tarteko kontzentrazioak udaberrian eta udazkenean. Hau ondo ikusten da lagintze-puntu gehien batezbesteko aritmetikoaren eta medianaren (50. pertzentila) balioetan (**15. irudia**, adibidez). Hala ere, Oiartzunen (1989.etik aurrerako datuak kontuan hartuta) urtaro-zikloa ez da beste estuarioetan bezain agerikoa (**18. B irudia**).



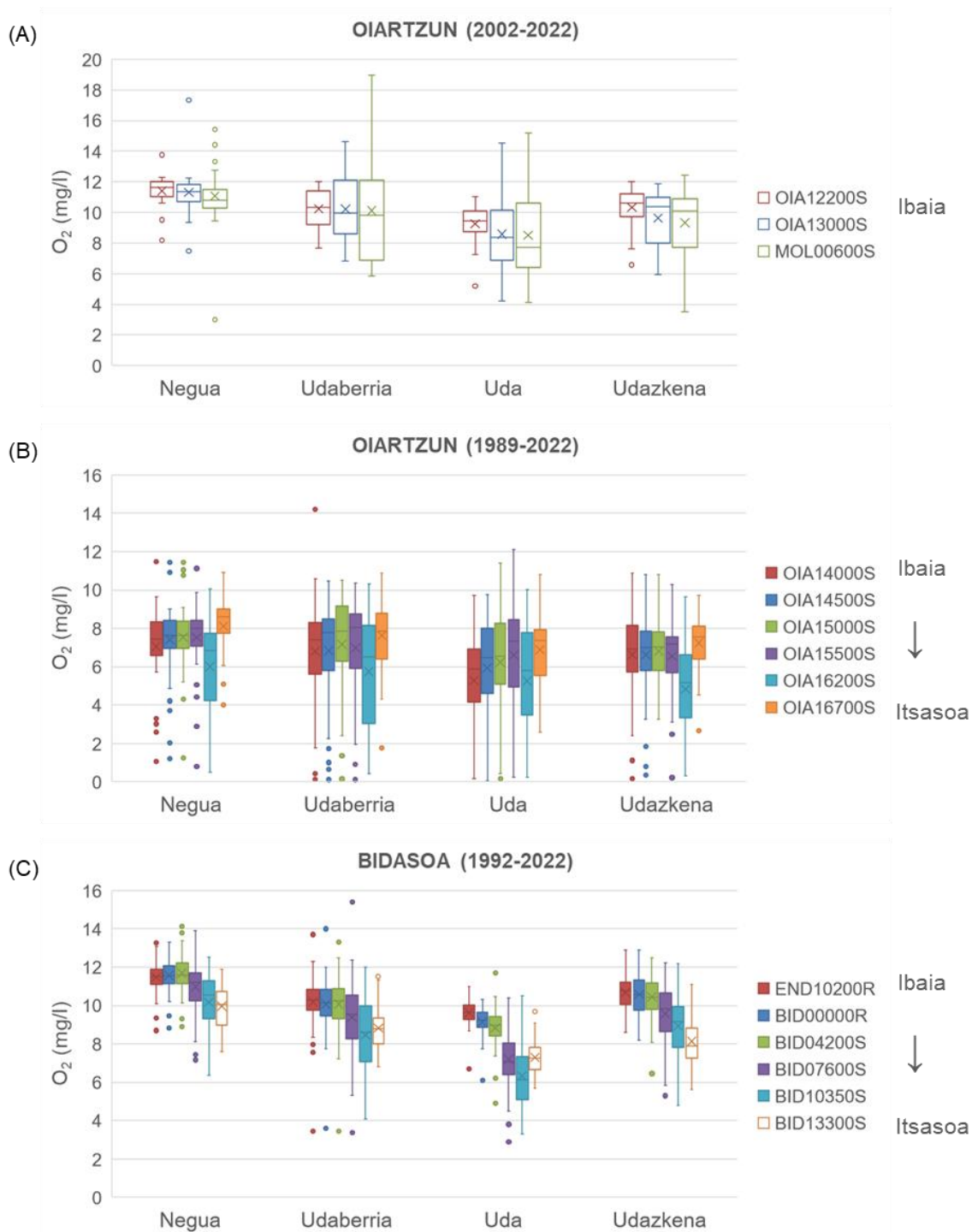
15. irudia. Oxigeno disolbatuari (O_2) buruzko estatistikoak ondorengo lagintze-puntuetan: (A) Mijoa erreka; (B) Deba ibaiaren estuarioa. Ikurrak: puntuak (balio atipikoak, *outlier*-ak); gurutzea (batezbesteko aritmetikoa); kutxa (25, 50 eta 75. pertzentilak); goi-bibotea (balio maximoa *outlier*-ak baztertuta), behe-bibotea (balio minimoa *outlier*-ak baztertuta). Neurketak berriki (2000ko hamarkadan) hasi ziren puntuetan kolore gabeko kutxak ageri dira. DEB55400S 2001.ean hasi zen neurtzen.



16. irudia. Oxigeno disolbatuari (O₂) buruzko estatistikoak ondorengo lagintze-puntuetan: (A) Narrondo erreka; (B) Urola ibaiaren estuarioa. Ikurrak: puntuak (balio atipikoak, *outlier*-ak); gurutzea (batezbesteko aritmetikoa); kutxa (25, 50 eta 75. pertzentilak); goi-bibotea (balio maximoa *outlier*-ak baztertuta), behe-bibotea (balio minimoa *outlier*-ak baztertuta). Neurketak berriki (2000ko hamarkadan) hasi ziren lagintze-puntuetan kolore gabeko kutxak ageri dira.



17. irudia. Oxigeno disolbatuari (O₂) buruzko estatistikoak ondorengo lagintze-puntuetan: (A) Añorga erreka; (B) Oria ibaiaren estuarioa; (C) Urumea ibaiaren estuarioa. Ikurrak: puntuak (balio atipikoak, *outlier*-ak); gurutzea (batezbesteko aritmetikoa); kutxa (25, 50 eta 75. pertzentilak); goi-bibotea (balio maximoa *outlier*-ak baztertuta), behe-bibotea (balio minimoa *outlier*-ak baztertuta). Neurketak berriki (2000ko hamarkadan) hasi ziren lagintze-puntuetan kolore gabeko kutxak ageri dira. ORI70700S eta URU49000S 2001.ean hasi ziren neurtzen.



18. irudia. Oxigeno disolbatuari (O₂) buruzko estatistikoak ondorengo lagintze-puntuetan: (A) Oiartzun estuarioaren ibai inguruak eta Molinao erreka; (B) Oiartzun ibaiaren estuarioa (Pasaiaiko portua); (C) Bidasoa ibaiaren estuarioa. Ikurrak: puntuak (balio atipikoak, *outlier*-ak); gurutzea (batezbesteko aritmetikoa); kutxa (25, 50 eta 75. pertzentilak); goi-bibotea (balio maximoa *outlier*-ak baztertuta), behe-bibotea (balio minimoa *outlier*-ak baztertuta). Neurketak berriki (2000ko hamarkadan) hasi ziren puntuetan kolore gabeko kutzak ageri dira. BID13300S 2001.ean hasi zen neurtzen.

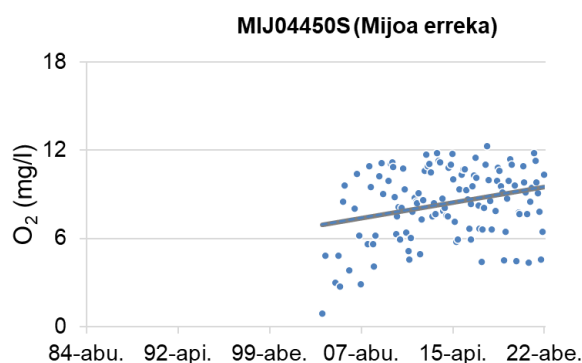
3.2.2 Estuario bakoitzeko oxigenoaren joerak epe luzera

Oxigenoa Mijoa errekan

MIJ04450S lagintze-puntuan 2004.az geroztik daude oxigeno-datuak. **19. irudian** ikus daitekeen bezala, joera orokorra gorantzkoa izan da. Hala ere, 2017.etik aurrera, gutxi gorabehera, balio maximoetan egonkortzea eta balio minimoetan beherakada nabaritzen da.

Baliorik baxuena ($0,9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) 2004.eko apirilean jaso zen. Hurrengo urteetan ez da berriz ere hipoxia kasurik ikusi ($<2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) eta, gainera, minimoak gero eta leunagoak izan dira, 2010.eko hamarkadaren erdialdean $6-7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ingurura iritsi arte. Hala ere, azken urteetan berriro $4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ -ko minimoak topatu dira udan.

Balio maximoek, oro har, gorantzko joera erakusten dute segidaren hasieran, eta ondoren egonkortze bat. Maximo absolutua ($12,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) 2018.eko otsailean neurtu zen. 2022.eko maximoa $11,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ izan da, eta neguan neurtu da baita ere.

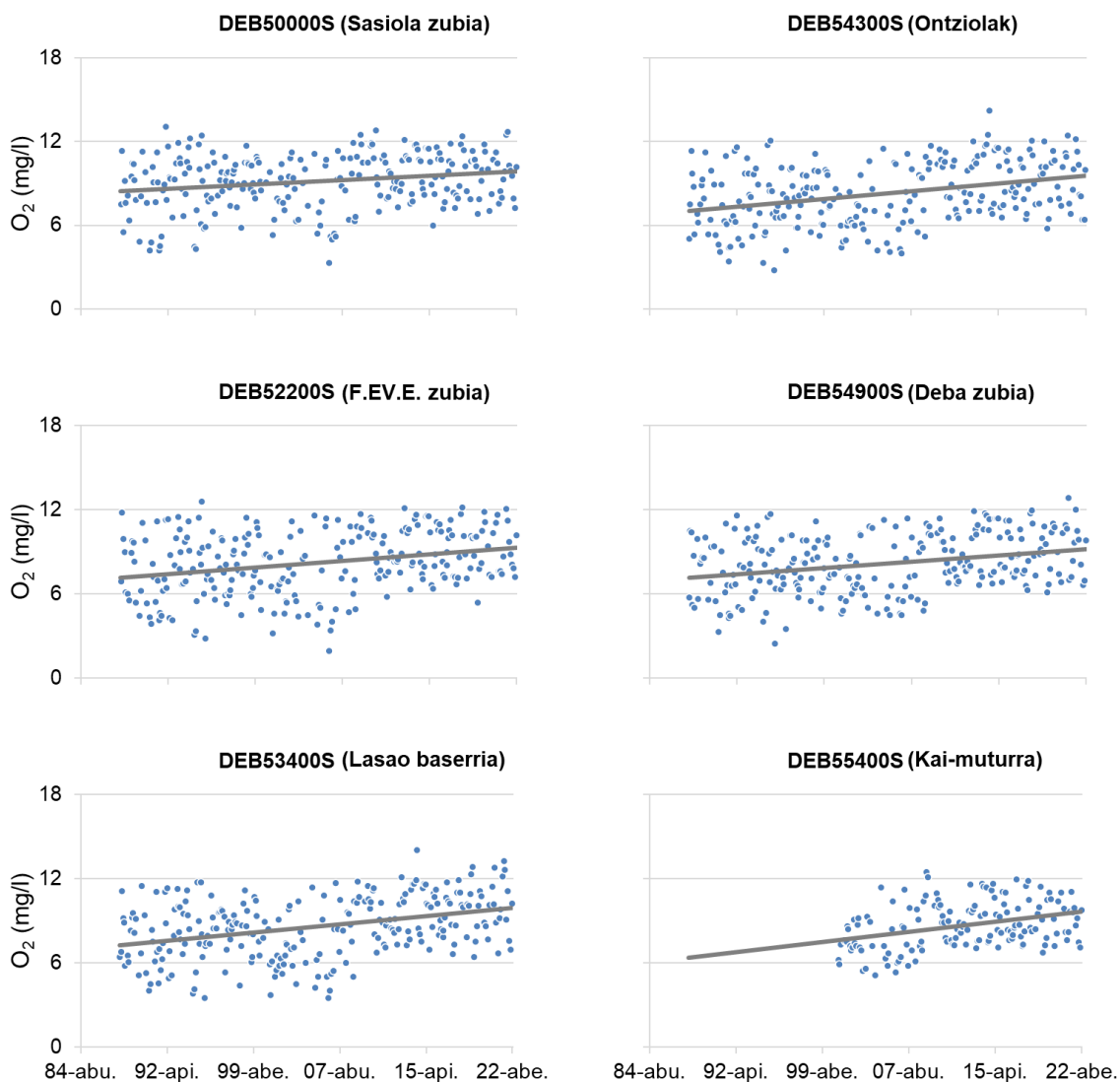


19. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar MIJ04450S lagintze-puntuan (Mijoa erreka). Segida osoan (2004.etik) neurtutako balioak irudikatzen dira, baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen araberako doikuntza lineala).

Oxigenoa Deba ibaiaren estuarioan

20. irudian, Deba ibaiaren estuarioko lagintze-puntu bakoitzerako dagoen oxigeno-kontzentrazioa denboran zehar erakusten da. Guztietan bilakaera positiboa ikusten da. 2000ko hamarkadaren amaieran, balio minimoen bat-bateko igoera ikusi da.

2022.ean minimoak ez dira oso nabarmenak izan ($6-7 \text{ mg l}^{-1}$), eta udan eta udazkenean neurtu dira (abuztua eta urria). Estuarioko oxigenoaren bat-bateko gorakadak 13 mg l^{-1} inguruan egon dira azken urte honetan, eta martxoan eta apirilean neurtu dira, seguruenik, fitoplanktonaren hazkunde-tasa handien ondorioz.

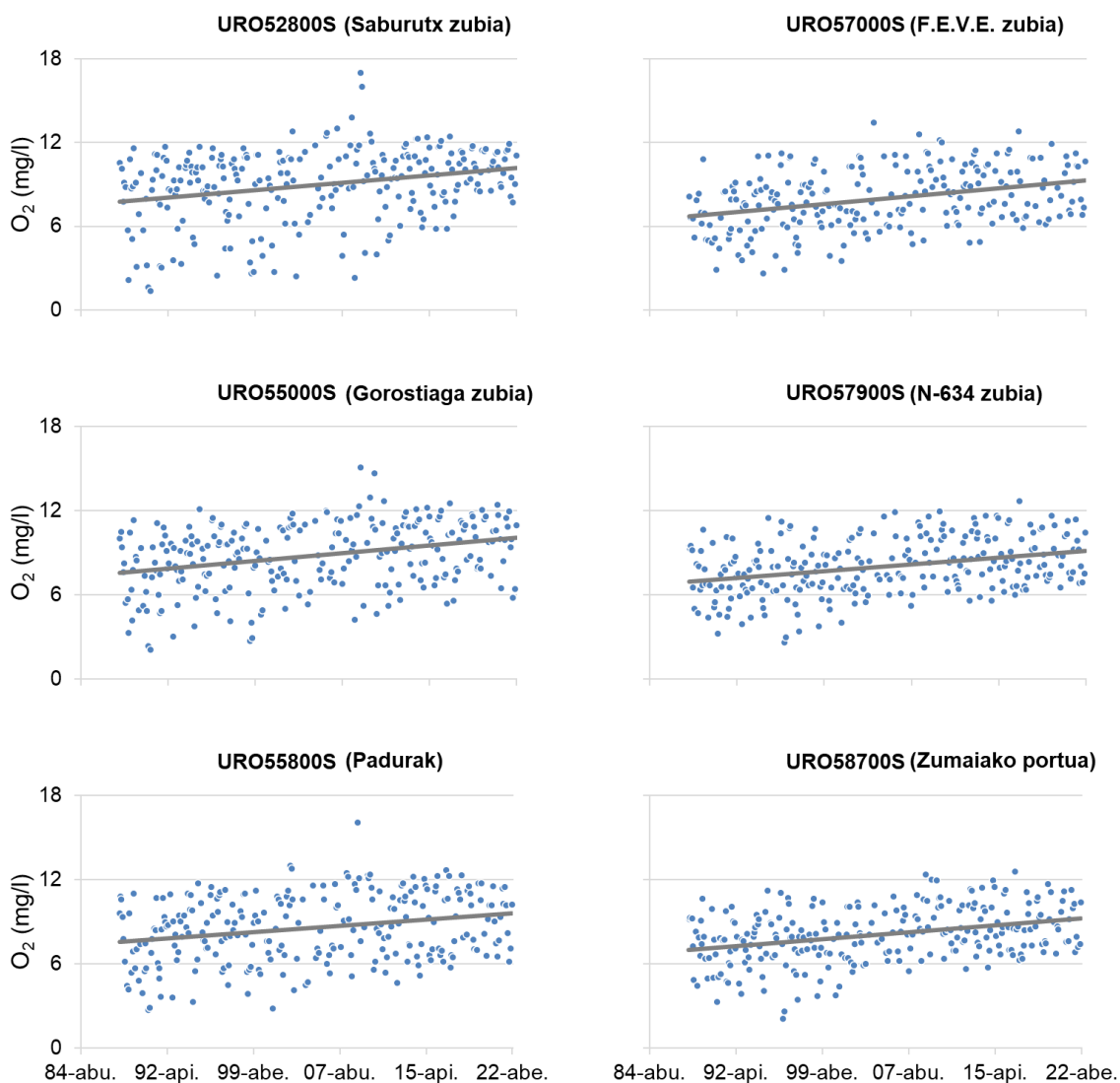


20. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Deba ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetan. Segida osoan neurtutako balioak irudikatzen dira (1988.etik lagintze-puntu guztietan, 2001.etik neurtzen den DEB55400Sn izan ezik), baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen arabera doikuntza lineala).

Oxigenoa Urola ibaiaren estuarioan eta Narrondo errekan

21. irudian ikus daitekeenez, epe luzera, Urola ibaiaren estuarioan disolbatutako oxigenoaren bilakaera positiboa izan da. Goialdean (URU52800S, Saburutx zubia) hobekuntza bereziki nabarmena da, 2000 hamarkadaren amaieran, minimoak 1-2 mg l⁻¹-tik 4-5 mg l⁻¹-ra mugitzen direnean. Zona honetan, minimoen beste bat-bateko igoera ikusten da. Estuarioko gainerako eremuetan, hobekuntza mailakatuagoa eta urte batzuk lehenago hasi dela dirudi.

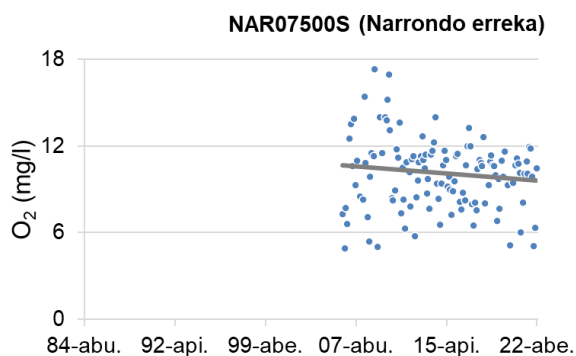
Oxigenazio-baldintzak 2022.ean azken urteetako oso antzekoak izan dira, eta ontzat jo daitezke, estuarioan zehar 9 eta 10 mg l⁻¹ arteko urteko batezbesteko balioekin. 2022.ean minimoak ez ziren 5,8 mg l⁻¹tik behera jaitsi, eta udan neurtu ziren. Maximoak (~12 mg l⁻¹) udaberrian jaso ziren, estuarioaren goiko aldean.



21. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Urola ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetan. Segida osoan (1988.etik) neurtutako balioak irudikatzen dira, baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen arabera doikuntza lineala).

Narrondo errekaen estazioan (NAR07500S), Urola ibaiaren estuarioko goiko aldearen antzeko gazitasunekoa (ikus **1. taula**), 2006.ean hasi ziren oxigenoa neurtzen. Segidaren hasieran azpimarratzekoak dira sarritan izandako, eta gainerako lagintze-puntuetakoak gainditzen dituzten, bat-bateko gorakadak (**22. irudia**). 2016.eko apirilean balio oso altu bat izan zen, fitoplankton-loraldi batek

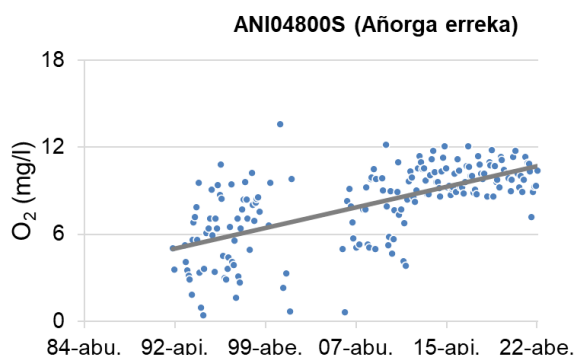
eragindakoa ziurrenik (datu hau ez da erakutsi). Maximoen joera beherantzkoa izan da eta duela gutxi egonkortu egin da 12 mg l⁻¹ inguruko balioetan. Minimoei dagokienez, ez dira oso nabarmenak datu-segidan. 2022.ean, oxigeno-kontzentrazio minimoa (5,1 mg l⁻¹) udan neurtu da, eta segidako txikienen artean dago.



22. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Narrondo errekan. Segida osoan (2006.etik) neurtutako balioak irudikatzen dira, baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen arabera doikuntza lineala). Nahiz eta azterketan erabili den, ez da lagintze-puntu honen maximo historikoa aurkezten (21,2 mg·l⁻¹), 2016.eko apirilean neurtu zena (%200eko saturazioarekin).

Oxigenoa Añorga errekan

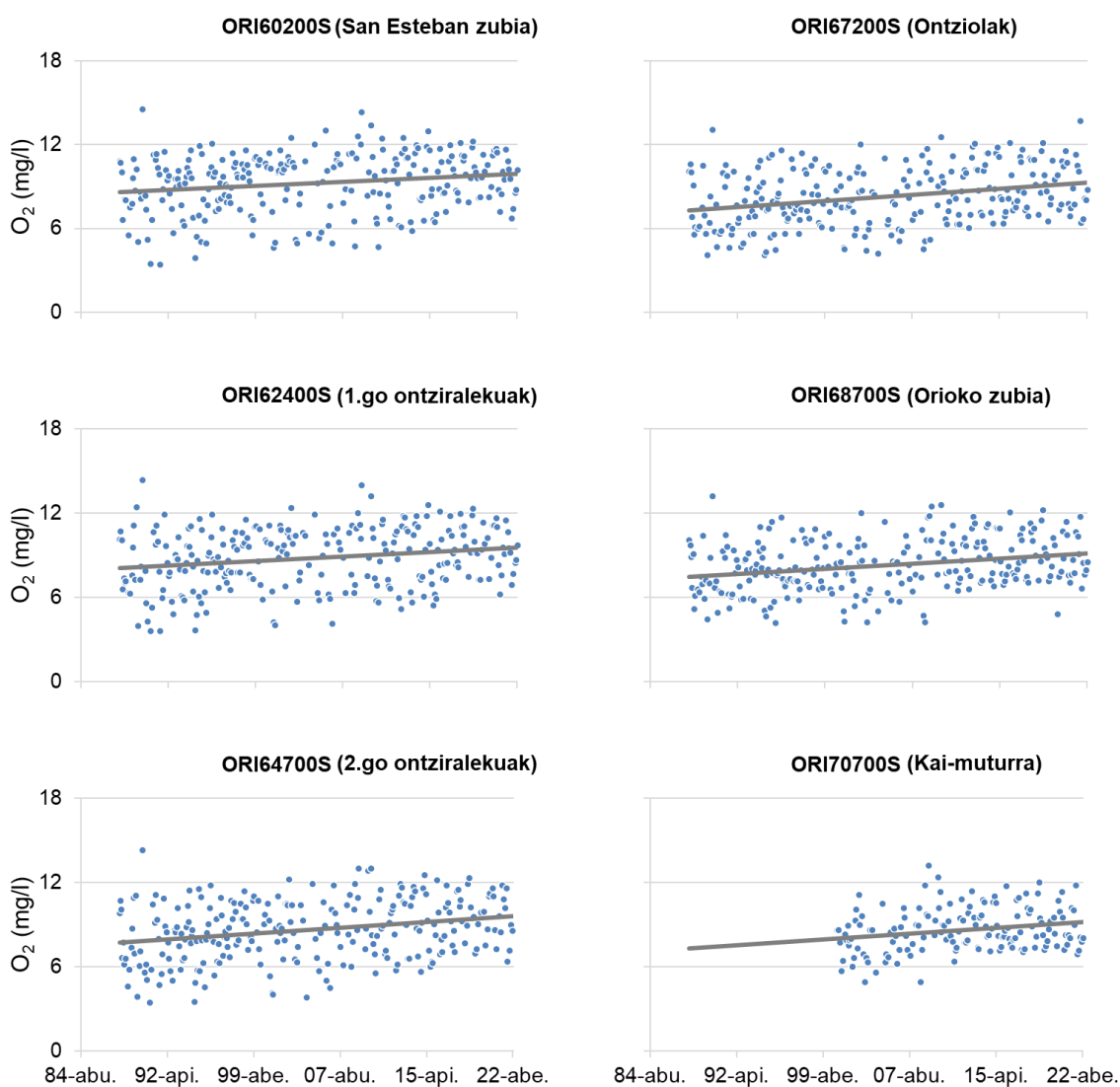
Añorga errekarri dagokionez, epe luzera, oxigenoak hobekuntza handia erakutsi du (**23. irudia**). 90eko hamarkadan eta 2000ko hamarkadaren erdialdera arte, 0 eta 2 mg l⁻¹ bitarteko balio batzuk ikusten ziren. 2007. urtetik aurrera, 3 mg l⁻¹ baino baxuagoko oxigeno-daturik ez da ikusten, eta 2012. urtetik ez da ikusi 7 mg l⁻¹ baino gutxiagoko baliorik. Urteko maximoetan ere gorantzko joera ikusten da segidaren hasieran, eta ondoren, balio ertainen egonkortzea. 2022.ean, gehienezko oxigeno-kontzentrazioa 11 mg l⁻¹ ingurukoa izan da, eta neguan neurtu da.



23. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Añorga errekariko lagintze-puntuan. Segida osoan (1992.etik) neurtutako balioak irudikatzen dira, baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen arabera doikuntza lineala).

Oxigenoa Oria ibaiaren estuarioan

Oriako estuarioan joera positiboak ikusten dira lagintze-puntu guztietan (**24. irudia**). 2015.etik, gutxi gorabehera, kontzentrazioak 6 eta 12 mg·l⁻¹ artean daude gehienetan. 2022.ean minimoa 6,4 mg·l⁻¹ izan da eta udaberrian (ekaina) neurtu da. Hala ere, maiatzean neurtutako maximoa (13,7 mg·l⁻¹) azken urteetako baino handiagoa izan da.



24. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Oria ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetan. Segida osoan (1988.etik lagintze-puntu guztietan, 2001.etik neurtzen den ORI70700Sn izan ezik) neurtutako balioak irudikatzen dira, baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen arabera doikuntza lineala).

Oxigenoa Urumea ibaiaren estuarioan

Estuario honetan, epe luzera, balio minimoen igoera nabarmena ikusi da. 80ko hamarkadaren amaieran $2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ -tik beherako kontzentrazio batzuk neurtu ziren udan eta udazkenean. Hipoxia-egoera hauek edozein lagintze-puntutan ikus zitezkeen, estuarioaren goiko aldean nabarmenagoak ziren arren, Txomin-Enea auzoraino, gutxi gorabehera. 90eko hamarkadan oxigenazio-baldintzak hobetzen hasi ziren, eta, amaieran, balio minimoak $4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ inguruan zeuden jada. Ondoren, 2007 eta 2021 bitartean, estuario osoan zehar, oso gutxitan jaitsi ziren $6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ etik behera. Honek puntu guztietan joera positiboa dagoela adierazten du, nahiz eta behealdean (Kursaaleko zubian) aldaketa txikiagoa izan, 2001. arte ez baitzen neurtzen hasi (**25. Irudia**).

Hala ere, duela 10 urtetik behatzen ziren balio minimoak baino txikiagoak erregistratu dira 2022.ean. Horiek udaberriaren (ekainean) edo udan estuario osoan zehar ikusi dira, eta handiena $5,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ izan da, uztailan goiko aldean neurtuta. Gainera, estuarioko urteko batezbesteko balioek (erakutsi gabeko datuak) beherantzko joera etengabea izan dute azken bost urteetan; izan ere, 2018.ean $9,9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ zen, eta 2022.ean $8,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Uretako oxigenoaren kontzentrazioaren denbora-aldakortasuna eragile natural (meteorologikoak) eta antropikoen baitan dago. Eragile nagusietako bat ibaiaren emaria da. Eurite handiak daudenean urek nekez izango dute oxigeno-eskasiarik. Aldiz, lehorre-baldintzetan uraren berritze gutxiago dago eta, beraz, oxigenoaren kontsumoa eragiten duten prozesuek beherakada nabarmenak eragin ditzakete. Hau udan gertatu ohi da, temperaturak baldintzatzen dituen tasa biologikoak (arnasketa, bakterioen hazkuntza, e.a.) ere handiagoak direnean.

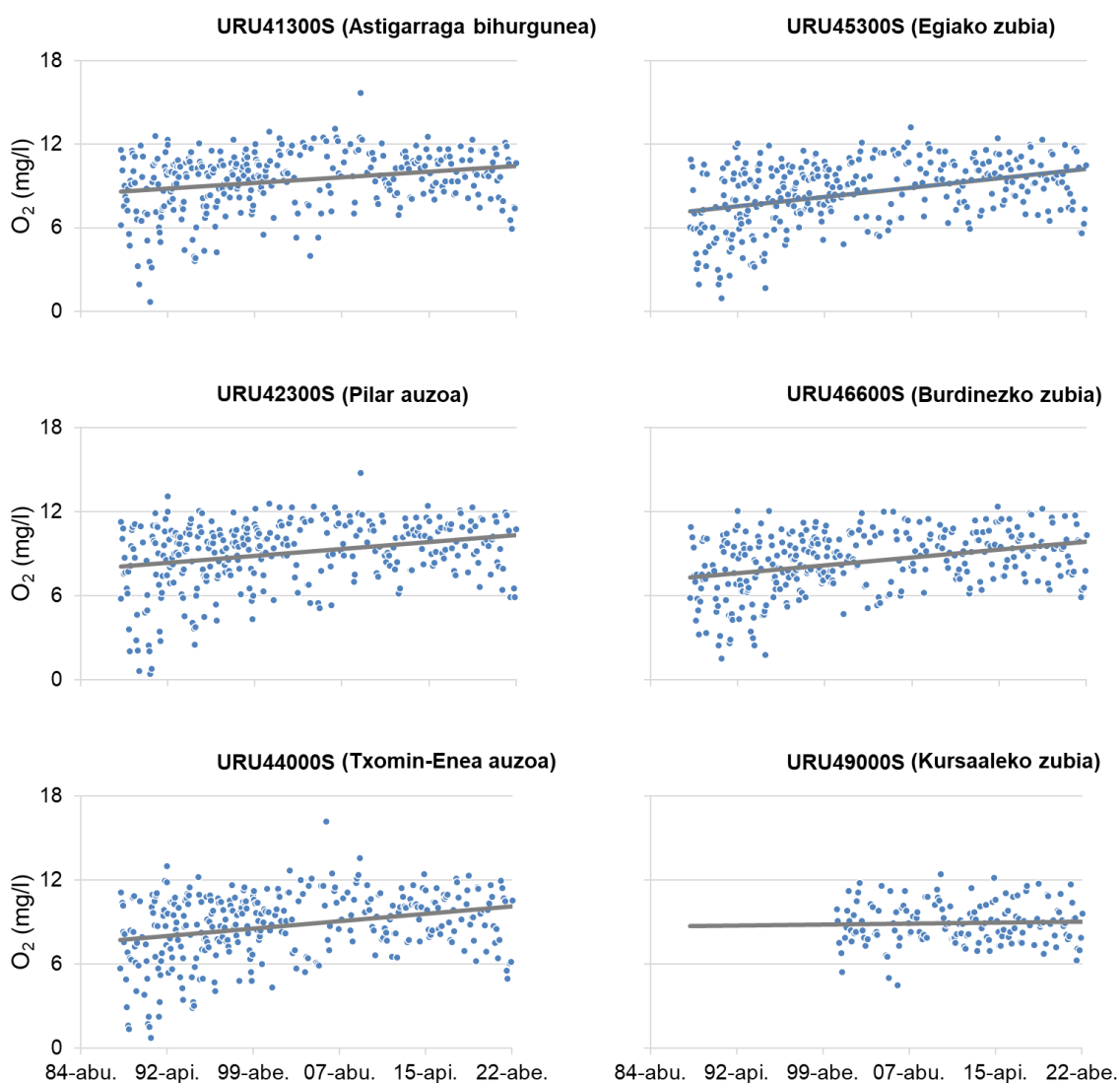
Eukal Herrian, 80ko hamarkada-bukaera eta 90eko hamarkada-hasiera artean, baldintza meteorologikoen ezaugarri nagusia lehorre handi bat izan zen. Izan ere, 1987. eta 1991. artean, udaberriko eta udako hilabeteetako euria $370 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}$ baino baxuagoa izan zen, 1992.ean hasi eta 1998. arte $400 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}$ baino gehiagokoa izan zelaririk. Honek azalduko lituzke, hein batean, denbora-segidako lehen urteetan Urumea ibaiaren estuarioan neurtu ziren oxigenoaren minimo nabarmenak (**25. irudia**).

2000ko hamarkada-hasieran ere udako lehorre baldintzak egon ziren, eta ikusi diren $5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ inguruko minimoetan islatzen da hau. Hala ere, 2007.eko abuztuan egin zituen euriteekin, urte horretako udako minimoak, $7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ inguru, denbora-segidako handien artean izan ziren (**25. irudia**).

Aldagai meteorologiko eta hidrografikoei buruzkoa den 3.4 kapituluaren azaltzen den moduan, azken urteotan ur-emariaren anomalia negatiboak nagusitzen ari dira (epe luzeko batezbestekoaren azpitik dauden balioak), eta hori Gipuzkoakoa baino eskala geografiko zabalagoan gertatzen dela dirudi. Girondeko eta Urolako datuekin egindako azterlanak 2019.az geroztik neguan, udaberriaren eta udan

ibaien batezbesteko emaria ohi baino txikiagoa izan dela adierazten du. 2022.ean, gainera, anomalia negatiboak udazkenean luzatu dira.

Bestalde, aurreko txostenetan adierazi zenez, Urumearen arroan saneamendu-lan aipagarriak egin dira. 90eko hamarkada-hasieran Hernani eta Martutene inguruko hondakin-uren hein handi bat hodi-biltzaile batera desbideratu zen. Honek ur-sistemara egiten ziren materia organiko ekarpenak gutxituko zituen seguruenik, eta, beraz, oxigeno-eskaria ere bai.



25. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Urumea ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetan. Segida osoan (1988.etik lagintze-puntu guztietan, 2001.etik neurtzen den URU49000Sn izan ezik) neurtutako balioak irudikatzen dira, baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen arabera doikuntza lineala).

Azkenik, Urumea ibaiaren estuarioko uretako oxigeno kontzentrazioan eman diren aldaketak, bai faktore naturalek (hidrometeorologikoak) eta baita antropikoek ere (saneamendu-lanak) eragin dituzte. Aurreko hamarkadetan nabarmentzekoa da batezbesteko balioetan eta balio minimoetan estuarioan antzeman den handitze orokorra, hein handi batean Urumeako hodi-biltzailera egindako desbideratzeak eta Loiolako Hondakin Uren Araztegia (Añarbeko mankomunitateak kudeatzen duena) abiarazteak eragindakoa. Hala ere, azken urteetan, urteko batezbesteko kontzentrazioen eta minimoen beherakada txikia hautematen da, eta honek agorraldiaren luzatzearekin eta areagotzearekin lotura izan dezake.

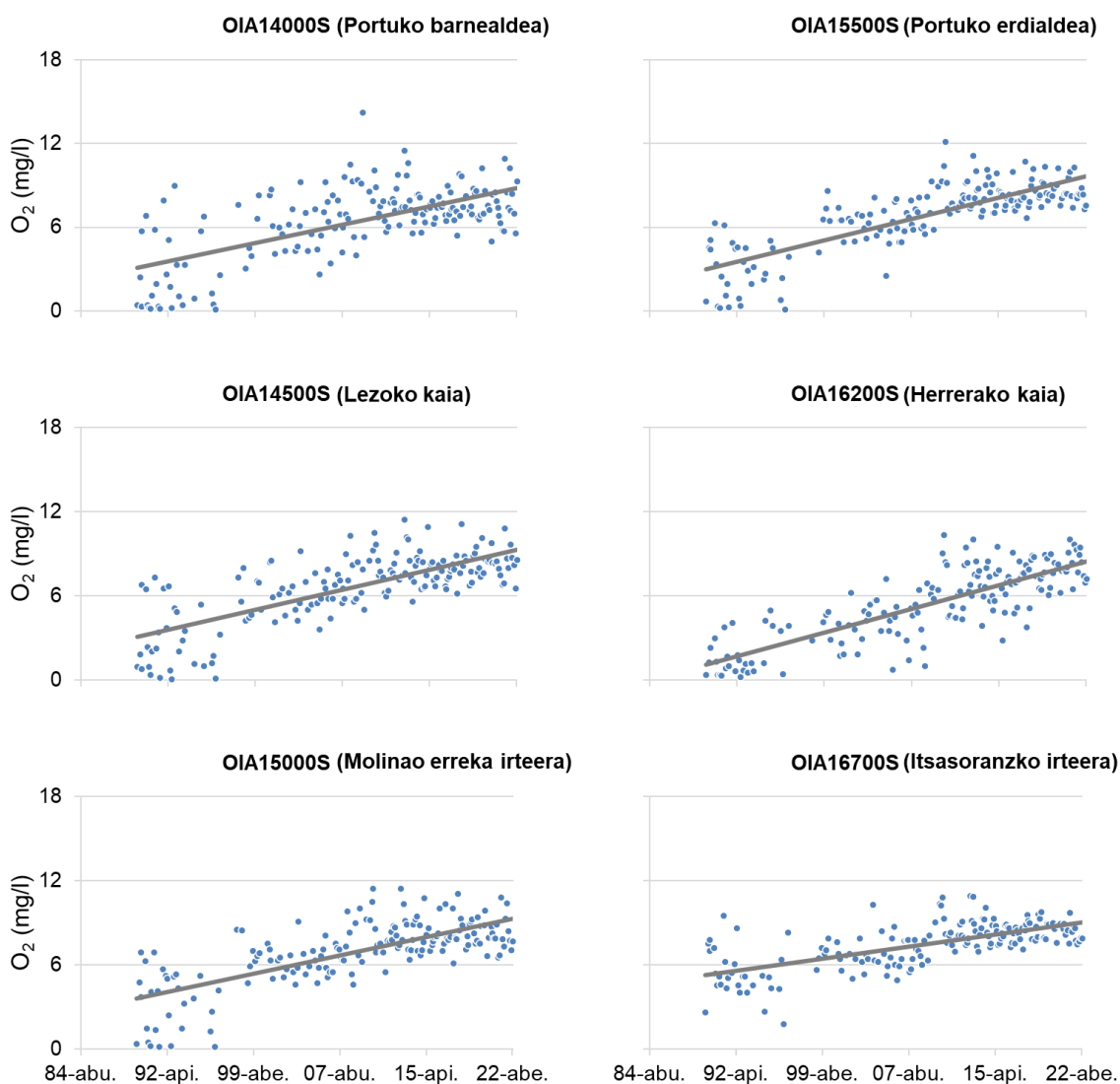
Oxigenoa Oiartzun ibaiaren estuarioan

Estuario osoan zehar oxigeno baldintzen hobetzea antzematen da 1989. urtean hasten den denboraregidan (**26. irudia**).

Isuriak Murgita senaiara 1996.ean desbideratu aurretik ondorenera alde nabarmena dago. Data hori baino lehen oxigeno disolbatuaren kontzentrazio-balio txikiak ($0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ingurukoak) neurtu ziren. Isuriak kostaldera desbideratu ondoren, ez ziren berriro neurtu hipoxia egoerako balio adierazleak ($< 2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), Herrerako kaian izan ezik. Ordutik, 10-15 urte inguruan, urteko batezbesteko kontzentrazioak gorantzko joera erakutsi du estuario osoan.

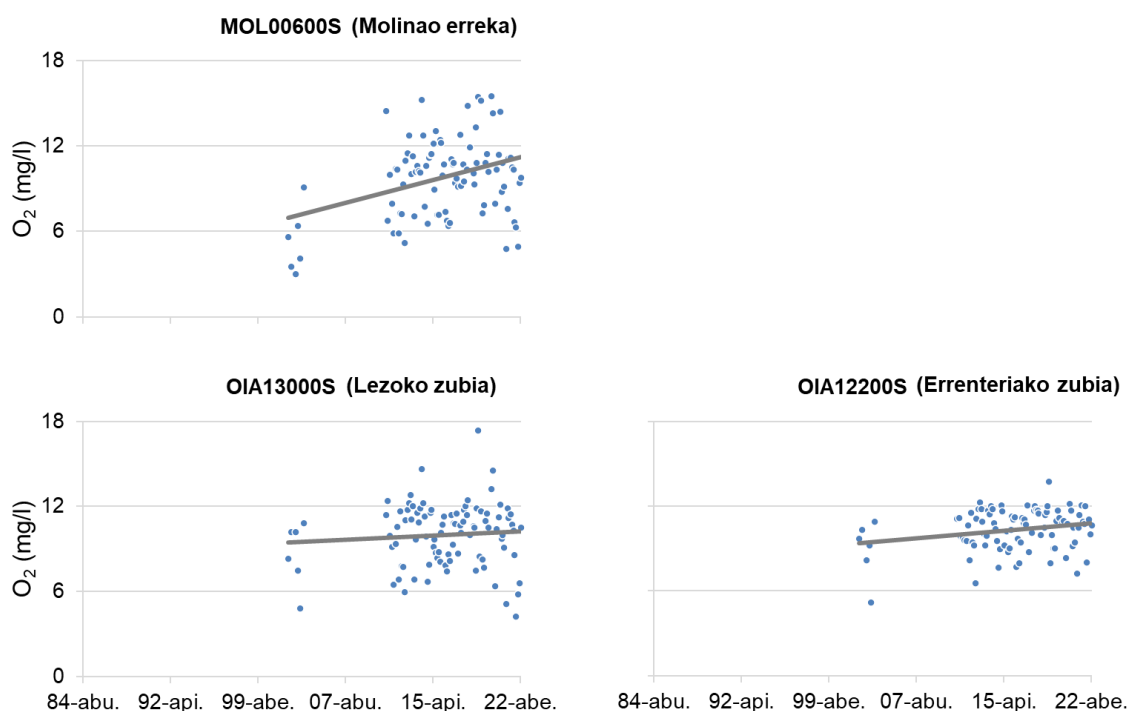
2000ko hamarkadaren amaieratik oxigenazio-baldintzak nahiko egonkor mantendu dira, eta ur azaleko datu gehienak 6 eta $12 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ artekoak dira (**26. irudia**). Salbuespen gisa, Herrerako kaian (OIA16200S), udan eta modu errepikari batean, beherakada nabarmenak eman dira duela urte batzuk arte. Adibidez, 2015.eko abuztuan $2,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ neurtu zen.

2022.ean, gutxi gorabehera duela 10 urtetik hona ikusten diren oxigeno kontzentrazio antzekoak neurtu dira Oiartzun ibaiaren estuarioan, azken urte honetako batezbestekoa $8,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ izanik. Aurreko urteetan ikusi den bezala, 2022.ean ere balio minimoek gorantzko gradiente arina irudikatzen dute portuaren barnealdea (OIA14000S, $5-6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) eta itsasotik gertuen dagoen (OIA16700S, $7-8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) zonaren artean. 2022.ean balio baxuenak azaroan neurtu dira estuario guztian zehar, lagintze-puntu itsastarrean izan ezik non uztailean neurtu den.



26. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Oiartzun ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetan. Segida osoan (1989.etik) neurtutako balioak irudikatzen dira, baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen araberako doikuntza lineala).

Molinao errekarari dagokionez, 2002. eta 2011. urteen artean batezbesteko eta gutxieneko balioak igo ondoren, kontzentrazioek ez dute aldaketa handirik izan. 2011.az geroztik erregistratu diren muturreko balio altuek, $14 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ingurukoak edo goragokoak, fotosintesi-tasa handiak adierazten dituzte. Datuen banaketa nahiko antzekoa da Oiartzun ibaiaren inguruko beste bi lagintze-puntuetan, bereziki Lezoko zubikoan (**27. irudia**). Aipatzekoa da 2021. eta 2022. urteetan balio minimoak gehiago nabarmendu direla Molinao erreka eta Lezoko zubiaren (OIA13000S) lagintze-puntuetan, 2000ko hamarkadan ikusten zirenetara hurbilduz.



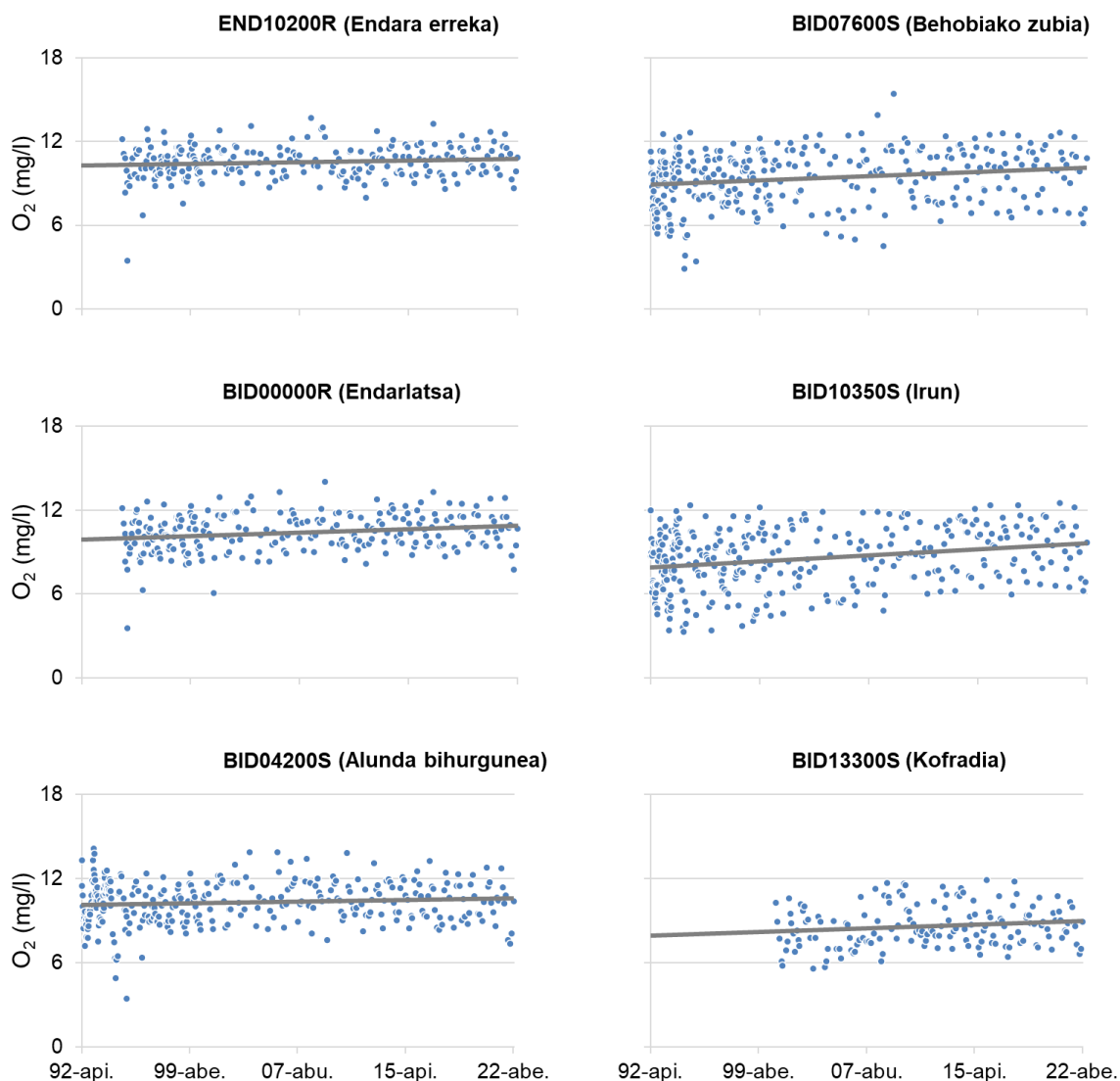
27. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Urumea ibaiaren estuarioko 2002.etik aurrera jarraitzen diren lagintze-puntuetan. Segida osoan neurtutako balioak irudikatzen dira (ez dago lagintze-puntu hauen daturik 2004-2010 urte bitartean), baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen arabera doikuntza lineala). Nahiz eta azterketan erabili den, ez da MOL00600S lagintze-puntuaren maximo historikoa aurkezten ($19,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), 2019.eko maiatzean neurtu zena (%205eko saturazioarekin).

Oxigenoa Bidasoa ibaiaren estuarioan

Estuario honetan, datuak denboraren arabera doitzeko lerroek ez dute aldaketa nabarmenik erakusten (**28. irudia**). Hala ere, lagintze-puntu gehienetan balio minimoek gora egin dutela ikusten da, segidaren hasieran $4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ inguruan zeudelarik. Aldaketa hau 90eko hamarkadaren amaieran gertatzen da ibai-eremuan (Endarlatsa eta Endara erreka) eta estuarioaren goiko aldean (BID04200S, Alunda), eta ordutik $6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ -tik gora daude.

Halaber, epe luzeagora bada ere, estuarioaren erdialdean balio minimoak handitu egin direla ikus daiteke: BID10350S (Santiago zubia, Irun) eta BID07600S (Behobiako zubia).

2022an, oxigenazio-baldintzak onak izaten jarraitzen dute Bidasoako estuarioan, batezbestekoa estuarioko neurketa guztiak kontuan hartuta (ibaietako lagintze-puntuetakoa izan ezik, hau da, Endara erreka eta Endarlatsa) $9,1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ izan delarik. Balio minimoak udan behatu dira, eta zertxobait handiagoak izan dira bi ibai-estazioetan ($8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) estuarioan baino ($6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Balio maximoak neguan neurtu dira eta ertainak izan dira, ibaietako lagintze-puntuetan $13 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ inguruko balioak behatu direlarik.



28. irudia. Disolbatutako oxigeno-kontzentrazioak denboran zehar Bidasoa ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetan. Segida osoan (1992.etik lagintze-puntu guztietan, 2001.etik neurtzen den BID13300Sn izan ezik) neurtutako balioak irudikatzen dira, baita haien joera-lerroa ere (karratu minimoen arabera doikuntza lineala).

Oxigenoan ikusiriko joeren laburpena

Hiru hamarkada baino luzeagoko denbora-segidek estuarioetako oxigenazio baldintzetan hobekuntza orokor bat ikusteko aukera eman dute. Hau, askotan, bertan egindako saneamendu lanekin lotu daiteke.

Mijoa errekan balioen igoera orokor bat gertatu zen 2000ko hamarkadan. 2017.etik aurrera, balio minimoek nolabaiteko beherakada izan zuten arren, erreka horretan kontzentrazioak $4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ -tik gorakoak izaten jarraitzen dute.

Deba ibaiaren estuarioan 2000ko hamarkada bukaeratik balio minimoak ez dira hain nabarmenak, nahiz eta, noiz behinka, uda eta udazkeneko hiletan nolabaiteko beherakada ikusi. Oxigeno kontzentrazioaren urtaroko jeitsiera hauek naturalak dira, eta gainera, inoiz ez da jada $5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ baino kontzentrazio baxuagorik ikusten.

Urola ibaiaren estuarioan, oxigenazio baldintzek ere hobera egin dute. 80ko eta 90ko hamarkadetan goiko tartearen balio minimo nabarmenenak erakusten zituena, baita $2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ -tik behera ere. Ordutik ikusitako hobekuntza nabarmena izan da estuario guztian zehar, eta azken urteetan balio minimoak ez dira $5\text{-}6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ -tik jaitsi.

Añorga errekan, 2000ko hamarkadan hipoxia egoerak topatu baziren ere, 2012. urtetik aurrera balio minimoak ez dira $7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ -tik jaitsi.

Oriako ibaiaren estuarioan, aztertutako denbora-segidan oxigenoaren gabezia handiak ikusi ez diren arren, epe luzean gorantzko joera ere antzematen da.

Urumea eta Bidasoa ibaien estuarioetan oxigeno kontzentrazioa egonkorrago mantentzen da urtean zehar, 80ko eta 90eko hamarkadatan ikusten ziren oszilazioekin alderatuz. Hau, batez ere, balio minimoen igoeragatik da. Urumean, igoera hori oso garrantzitsua izan da, eta, neurri handi batean, hiriko hondakin-uren isurketen desbideratzearekin erlazionatzen da. Hala ere, Urumean, azken urteetan, urteko batezbesteko kontzentrazioak eta balio minimoek behera egin dute pixka bat, eta honek agorraldiaren luzatzearekin eta areagotzearekin lotura izan dezake.

Hobekuntzarik nabarmenena Oiartzun ibaiaren estuarioan ikusi da. Hipoxia egoerak ez ziren arraroak 90eko hamarkada erdialdean. Saneamendu lanei esker, 2000ko hamarkada bukaeran estuario honetako oxigeno batezbestekoa eta balio minimoak beste estuarioetakoen antzekoak izatea lortzen da. Herrerako kaia inguruetan, ordea, oxigenoaren berreskuratzea berantiarra izan da.

Nahiz eta orokorrean oxigenoaren balio minimoak udan ikusten diren, udazkenean ere topatu izan dira beherakadak, tenperatura altu samar eta emari txikiarekin batera gertatuz. 2014. urtetik aurrera oxigenoaren beherakada hauek arruntagoak dirudite urrian edota azaroan. Adibidez, Oiartzungo estuarioan, 2022.ean, minimoak azaroan erregistratu dira. Aldagai meteorologiko eta hidrologikoei buruzko azterketan (3.4 atala) 2022.eko udazkenean inguru horretako ibai batzuen emaria ohi baino txikiagoa izan zela adierazten da.

Hortaz, oxigenoaren joera orokorra eta epe luzekoa hoberrantzkoa da, ezarri diren saneamendu-ekintzekin bat izanik. Hala ere, azken urteetan, badirudi agorraldiaren areagotzearen eta luzatzearen ondorio izan daitezkeen aldaketak hauteman direla. Alde batetik, zona batzuetan balio minimoak udatik kanpo agertzen dira. Bestalde, 2022.ean, nahiz eta oso nabarmenak ez izan ($5\text{-}6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ingurukoak), 10-20 urte lehenago behatutako mailara itzultzen diren balio minimoak topatu dira. Dirudenez, ibaiek

eragin handia duten sistemetan dute eragina, besteak beste, Narrondo eta Molinao erreketan, Oiartzun ibaiaren inguruko puntu batean (Lezo) eta Urumeako estuarioan.

3.3 Ibaietatik datozen amonio eta fosfato ekarpenak

3.3.1 Espazio- eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak

Aurreko txosten batean, Gipuzkoako Foru Aldundiaren datu-baseko segida historiko osoan amonioaren eta fosfatoaren kontzentrazioek espazioan eta epe luzera duten aldakortasuna aztertu zen (Revilla et al., 2011b). Denbora-segida honetan, datu kopuru handien erakusten duten lagintze-puntuak goiko tartekoak ziren. Hau, disolbatutako mantenugaien kontzentrazioak ezagutzeko metodo analitikoak ur geza eta gazitasun baxuko urentzat diseinatuta daudelako gertatzen da. Txosten honetan, azken urtean (2022) neurtu diren kontzentrazioak batezbesteko historikoarekin alderatuko dira eta azken bi hamarkadetako joera aztertuko da. Horretarako, aurretik, aldakortasunaren eredu orokorren laburpen bat egingo da.

Amonioa eta fosfatoa ibaietako eta estuarioetako uretan neurrizko kontzentrazioetan agertzen diren berezko osagaiak dira. Hala ere, etxeko ur-hondakinen isuriak daudenean, amonioak oso kontzentrazio altuak erakusten ditu, konposatu nitrogenatu ugariena izanik. Era berean, fosfatoak ere kontzentrazio altutan agertzeak presio antropikoa adierazten du.

Estuarioetan, baldintza naturaletan, mantenugai gehienak ibaitik datoz, itsas ingurunean hauen kontzentrazioa urriagoa baita ibaiarekin alderatuz (salbuespenak ere badiren arren, itsasertzeko azaleratzea ematen den tokietan adibidez). Hori dela eta, kontzentrazio hauek gazitasunarekiko alderantzizko erlazioa agertzea espero da. Hala ere, Gipuzkoako estuarioetan, txikiak diren heinean, diluzio-eredu kontserbakorrekiko desbideratzeak gerta daitezke. Estuario txikietan, ibaiaren emariak eta ekarpen antropikoek amonioaren eta fosfatoaren maximoen banaketan eragin handia dute. Alde batetik, hiriko ur-hondakinen isuriak zuzenean jasaten dituzten eremuetan, amonio eta fosfato edukiak gutxiti egiten dira ibaiaren emaria handia denean. Bestalde, itsasoaren eragina handia den eremuetan (Oiartzun ibaiaren estuarioan, adibidez) hondakin-uren isuriek kontzentrazioen bat-bateko gorakadak eragin ditzakete gazitasun handi samarra duten uretan.

Gipuzkoako sei estuarioetan, segida historiko osoa kontuan izanda, amonio-kontzentrazioaren aldakuntza-tartea 0,3-2500 μM -koa da. Lagin gehienetan, balioak 100 μM baino baxuagoak dira. Dena den, badira kasuak non askoz ere kontzentrazio handiagoak neurtu baitiren, gehienetan gazitasun oso baxuko uretan. Molinao errekan (Oiartzun ibaiaren arroan, MOL00600 lagintze-puntua) 10³ μM mailako maximoak neurtu dira. Lagintze-puntu honetan amonioarentzat datu gutxiago daude (1989. eta 2000.

bitartean bakarrik, eta beranduago 2012.etik aurrera), baina jarraipenaren lehenengo hamarkadan neurtu zirenek EAeko maximo historikoak gainditzen dituzte (**4. taula**, Metodologia). Aipatzekoa da ere, lehenengo urteetan, San Markoseko zabortegiko lixibiatuak araztu gabe iristen zirela erreka honetara.

Deba ibaiaren estuarioaren goialdeko lagintze-puntuetan, DEB50000 eta DEB51000 (~600 μM), eta Añorga errekan (~900 μM) hauteman diren amonio-kontzentrazioen bat-bateko balio altuak baxuagoak dira, baina horiek ere garrantzitsuak dira. Oiartzun ibaiaren estuarioaren gainerako tartetean, baita Mijoa errekan, eta Urola eta Urumea ibaien estuarioetan ere, amonioaren bat-bateko gorakadak gehienetan ez dute 200 μM gainditu. Bidasoa ibaiaren estuarioa da amonio-kontzentrazio baxuenak dituen, orokorrean 50 μM baino baxuagoak izanik.

Fosfatoari dagokionez, Gipuzkoako sei estuarioetarako segida historiko osoan neurtu den aldakuntza-tartea 0,1-55 μM -koa da. Deba ibaiaren estuarioan, Añorga errekan, eta Urumea eta Oiartzun ibaien estuarioetan 20 eta 60 μM arteko maximoak neurtu dira. Maximo horiek EAeko estuarioetan neurtu diren maximo historikoen antzekoak dira (**4. taula**, Metodologia). Dena den, lagin gehienetan ez dira 10 μM gainditzen. Amonioarekin gertatzen den moduan, fosfatoaren kontzentrazio baxuenak Bidasoa ibaiaren estuarioari dagozkio.

Laburbilduz, Añorga erreka, Deba ibaiaren estuarioa eta Oiartzun ibaiarena dira segida historikoan amonio eta fosfato kontzentrazio baxuenak dituztenak. Bestalde, Bidasoa ibaiaren estuarioan besteetan baino amonio eta fosfato kontzentrazio baxuagoak neurtu dira. Hala ere, Bidasoa ibaiaren estuarioko datuen neurketak ibaiak eragin handia duen uretara mugatu dira. Beraz, gazitasun handiagoko tartetean (estuarioaren erdiko eta beheko tartetean), biztanlegune nagusiak kokatzen direnetan, ez dago baztertzerik isuriak egon zitezkeenik.

3.3.2 Isurien adierazle diren mantenugaien egoera 2022 urtean

9. taulan azaltzen denez, azken urtean, Gipuzkoako sei estuario nagusietan lagindutako eremuetan amonioaren eta fosfatoaren batezbesteko balioek kalitate helburua bete zuten (egoera *Oso Ona* edo *Ona*), baita Mijoa, Añorga eta Igara erreketan ere.

Lagin gehienak estuarioetako goiko tartean jasotzen direla gogoratu behar da hemen, eta beraz, ibaiaren ekarpenen adierazle dira gehienbat. Izan ere, bere gazitasuna ez da 1 PSU izatera iristen. Hori dela eta, tarte oligohalinoen helburuak erabili dira, Metodologian agertzen diren bezala (**6. taula**, *Ona/Neurrizkoa* muga).

2022.ean, amonioaren balio maximoa Mijoa errekan neurtu da (Saturrarango hondartzara isurtzen den erreka txiki bat), aspaldidanik ikusten den bezala. Mijoa erreko amonioaren muturreko balioak oso handiak izaten dira, eta ia urtero hautematen da mantenugai horretarako egoera txarreko erreferentzia

balioaren inguruko bat (~117 μM). Urteko maximoa abuztuaren 23an izan zen, baina, gainera, ibai honetan, uztailaren 5ean bigarren mailako muturreko-balio bat izan zen (59 μM). Batzuetan, egoera txarra adierazten duten (~12 μM) fosfato muturreko-balioak ere ikusten dira. Hala ere, 2022.ean, fosfatoak balio txikiak edo ertainak izan zituen aztertutako lagin guztietan (**9. taula**).

9 taula. Amonioaren (NH_4) eta fosfatoaren (PO_4) kontzentrazioen oinarriko parametro estatistikoak azterketaren azken urteetan. Batezbesteko aritmetikoentzat: hondo urdinean, egoera *Oso Ona*; hondo orlegian, egoera *Ona*; hondo laranja egoera *Neurrizkoa* edo okerragoa. Batezbesteko balioentzat erabili diren sailkapen-atalaseak **6. taulan** ur oligohalinoentzat azaldutakoak dira (ikus Metodologia). Maximoak: gorriz, ur oligohalinoan egoera *Txarraren* erreferentziako balioei hurbiltzen edo gaingitzen zaizkien balioak Bald (2005) azterlanaren arabera, beranduago aldatuak izan direnak (Bald, komunikazio pertsonala): 116,86 μM amonioarentzat eta 11,69 μM fosfatoarentzat.

Urtea	Estuarioa	NH_4 (μM)				PO_4 (μM)			
		Datuak (#)	Min.	Max.	Batezbeste	Datuak (#)	Min.	Max.	Batezbeste
2022	Deba	21	1,4	13,3	5,0	21	0,63	8,95	2,83
2022	Mijoa erreka	8	8,3	121,7	35,5	8	0,74	6,32	2,28
2022	Urola	21	1,4	8,9	3,5	21	0,26	4,84	1,47
2022	Oria	13	1,4	12,8	6,5	13	0,74	2,84	1,89
2022	Añorga erreka	8	1,4	30,6	7,6	8	0,74	2,74	1,64
2022	Urumea	21	1,4	7,2	2,9	21	0,26	8,53	0,86
2022	Igara erreka	8	1,4	7,8	3,1	8	0,95	5,68	2,58
2022	Oiartzun	11	1,4	7,2	2,9	10	0,26	3,47	1,04
2022	Bidasoa	31	1,4	3,3	1,5	30	0,26	2,21	0,61

Azken hamarkadan, egoera txarraren adierazle diren fosfato gorakada batzuk hauteman dira, baina ez oso maiz estuario jakin batean. Hala, 2013. eta 2014. urteetan, 13–24 μM -ko balioak hauteman ziren Debako estuarioaren barruko tartean, Ori ibaiaren estuarioan eta Mijoa errekan. 2015. urtean, 13 μM inguruko muturreko-balioa neurtu zen Urumea estuarioan, ekainean, uholdeen aurkako defentsarako Martutene auzoan egindako obren ondorioz. Berrikiago, 11–12 μM inguruko balioak neurtu dira 2017.ean Debako estuarioan, 2018.ean Urolan (Narondo errekan), 2019.ean Mijoa errekan eta 2020.ean Oriaren estuarioan (San Esteban zubian).

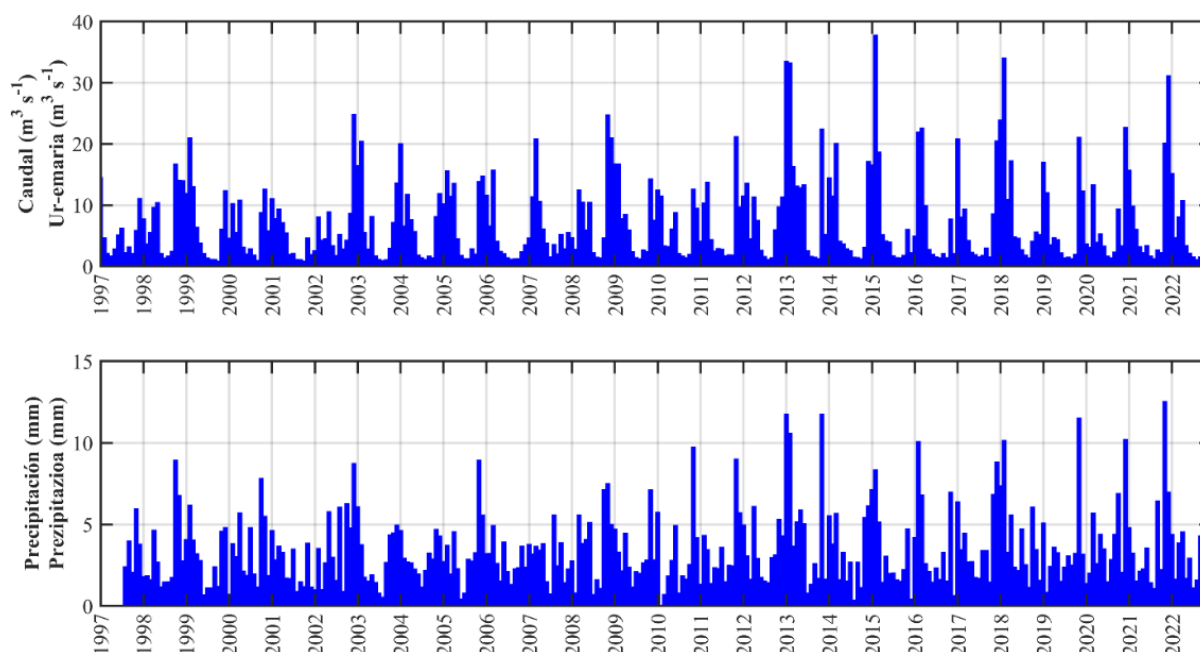
Amonioaren eta fosfatoaren bat-bateko gorakadak, ziurrenik, hondakin-uren isurketen presentzia islatzen dute. Isurketa horiek noizbehinka Gipuzkoako zenbait estuarioetan eta, sarriagotan, Mijoa errekan eragiten dute. Nolanahi ere, neurtutako maximoak EAEko estuarioetako maximo historikoak baino txikiagoak dira. Hala, Metodologia ataleko **4. taulan** ikus daitekeen bezala, 1994. eta 2010. bitartean 600–800 μM -ko amonio maximoak neurtzen ziren, eta fosfatoa 42 μM -raino iristen zen.

3.4 Aldagai meteorologiko eta hidrografikoak

Ondoren, Urola ibaiaren arroko eta Gironde ibaiaren estuarioko datuekin egindako azterketa deskribatzen da, baita NAO indize klimatikoarekin egindakoa ere.

3.4.1 1997-2022 aldiari dagozkion Urolako ibai- eta euri-erregimenaren anomaliak

Urola estuarioko ur-emari- eta prezipitazio-datuen bilakaera **29. irudian** ageri da. Bi aldagai hauek aldakortasun handia dute denboran.



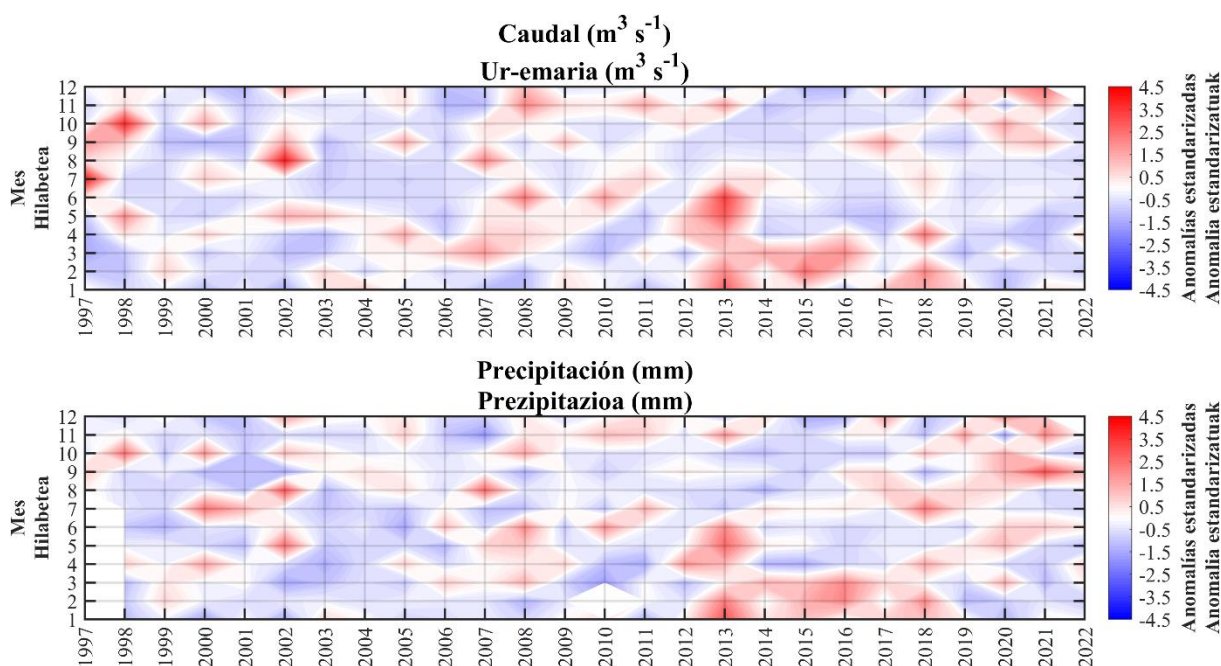
29. irudia. Ur-edukiera eta kalitatea neurtzeko Aizarnazabalgo estazioan (Urola) ur-emariak eta prezipitazioak 1997-2022 bitartean izandako bilakaera.

30. irudian, hileko anomalia normalizatuen Hövmoller diagrama ageri da. 26 urte hauetan, anomalia positiboak eta negatiboak hauteman dira, batezbesteko urtaro-zikloaren gaineratik eta azpitik desbideratzeak adierazten dituztenak, hurrenez hurren. Urterik arraroenak 2013. urtea (lehenengo seihileko osoan prezipitazio ugari eta emari handia izateagatik) eta 2022. urtea (ia urte osoan ohikoa baino emari txikiagoa izateagatik) izan dira.

Emariaren anomalien jatorria anomalia plubiometrikoak dira. Izan ere, Urolaren hileko emariaren datuek modu linealean eta aldi berean erantzuten diote estazio horretan bertan erregistratutako prezipitazioari. Bi aldagai hauen hileko batezbestekoen arteko Pearsonen korrelazio-koefizientea 0,77koa da, hau da,

oso esanguratsua. Bi aldagaien arteko desberdintasunak, ziur aski, hainbat prozesu fisikorekin lotuta egongo dira, hala nola infiltrazioarekin, euriaren interzeptazioarekin, e.a. (Trigo et al., 2004).

Urola ibaiaren arroa Gipuzkoako erdialdeko eremuan dago eta, 364 km² inguruko azalera izanik, arro zabalenaren (888 km², Oriaren arroa) eta txikienaren (87 km², Oiartzunen arroa) artean tamaina ertainekoa da (Valentzia et al., 2004). Azterketa hau lehen hurbilpen gisa erabil daitekeen arren, Gipuzkoako beste arro batzuetako prezipitazio- eta emari-erregimenak zenbait desberdintasun izan ditzake.

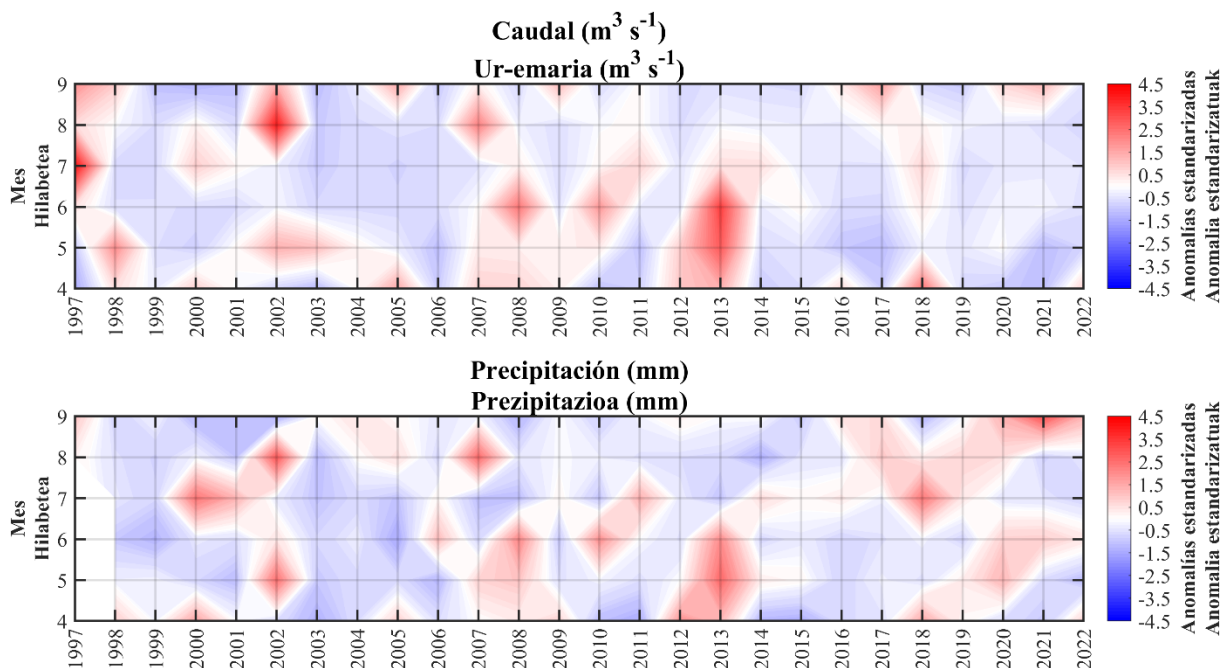


30. irudia. Aizarnazabalgo ur-edukiera eta kalitatearen estazioan (Urola) ur-emaria eta prezipitazio anomalia estandarizatuen denbora-bilakaeraren Hövmöller diagrama, 1997-2022 bitartean.

Jarraian, **31. irudia** apiriletik irailera bitarteko hilabeteetan oinarritzen da, hau da, estuario hauetan fitoplanktona hazteko egokitzat jotzen diren hilabeteetan. Bertan, 7-9 urte ingurukoaldiak bereiz daitezke, ñabardura edo salbuespen batzuekin:

- Lehenengo aldiari (1998–2006) anomalia negatiboak dira nagusi, 2002.ean izan ezik. 1999. eta 2006. urteetan, udaberriari eta udan emari-anomalia negatiboak izan ziren, eta, beraz, oso egokiak estuarioaren goiko aldean fitoplanktona metatzeko.
- Gero, 2007–2013 aldiari, anomalia positiboak maizago gertatzen dira, eta, beraz, ibai-deskarga handiagoa adierazten dute. 2011.eko udaberriko hilabeteak eta 2012.eko udakoak nahiko lehorrak direla zehaztu behar da.

- Azkenengoan, 2014–2022, emariaren anomalia negatiboak nagusi dira (2018.ean izan ezik). Hala ere, zehaztu behar da prezipitazioari dagokionez ez dela hain eredu argia ikusten.



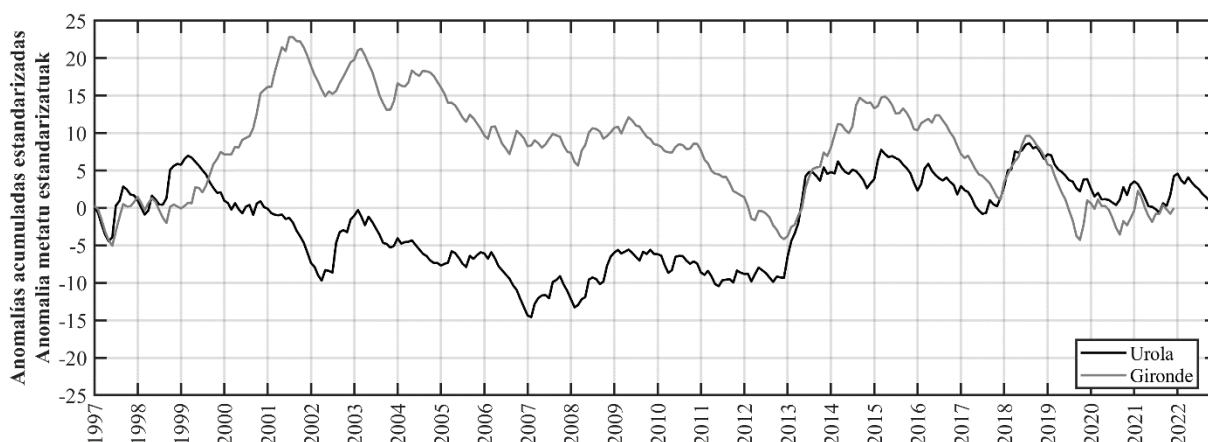
31. Irudia. Aurreko diagramaren zati bat, soilik, Urolaren arroan, udaberriko eta udako hilabeteak bakarrik erakusteko.

3.4.2 Tokiko eta eskualdeko eskala geografikoa

Nahiz eta, alde batetik, Urolako eta Gironde ibaiaren estuarioko arro hidrografikoen tamainak eta, bestetik, ibai-erregimenak (euri-ura Urolan eta euri-elur ura Gironde) desberdinak izan, bi arroetako emariak antzeko modura aldatu dira, bereziki 2013.etik aurrera (**32. irudia**).

Bi arroetan, 2013.az geroztik, oso antzeko patrioiak daude, eta honek adieraziko luke eredu aldaketa hau eskualde-mailako klima-erregimenaren aldaketei edo Ipar Atlantikoari dagokiela, Urolaren arroko tokiko aldaketei baino. Hala, 2013.etik aurrera, emaria handitu egiten da 2015.aren amaierara arte, eta hortik aurrera emaria ohi baino txikiagoa da. 2018.ean emariaren beste gorakada bat gertatu ondoren, 2019.etik aurrera jaitsi egiten da (**32. irudia**).

Nabarmentzekoa da, aztertutako urtaroaren arabera, joerak aldatu egin daitezkeela. Hala, 2019.etik 2022.era, emaria ohi baino txikiagoa izan da neguan, udaberrian eta udan. Udazkenean, emaria handiagoa izan da 2019 eta 2021 artean, eta, berriro ere, 2022.ean ohikoa baino txikiagoa.

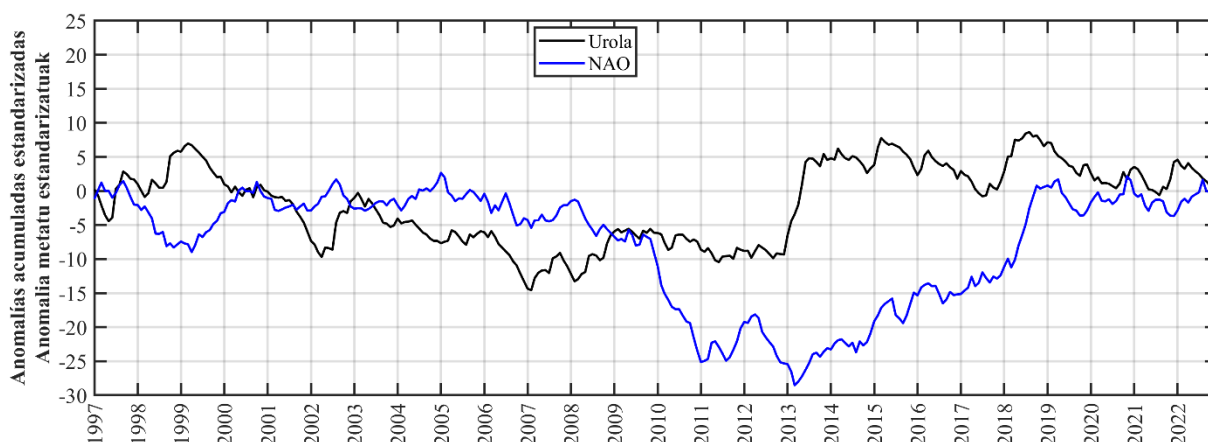


32. Irudia. 1997-2022 bitartean Urolako eta Girondeko emariaren hileko datuetan izandako anomalia metatu estandarizatuak.

3.4.3 Telekonexio klimatikoak

Jarraian, Ipar Atlantikoko aldakortasun atmosferikoaren eta bi sistemen, Urolakoaren eta Girondekoaren, emarien arteko erlazioak aztertuko dira. Ibai- eta euri-erregimenek urtetik urtera aldakortasun handia dute. NAOk, Ipar Atlantikoko aldakortasun atmosferikoaren modu nagusiak, hein handi batean, euri-aldakortasuna eta, beraz, Iberiar Penintsulako ibai-aldakortasuna azaltzen du (Rodríguez Puebla et al., 2001; Trigo et al., 2004). Hala ere, Iberiar penintsularen iparraldean, ez dirudi prezipitazioak eragiten dituen faktore Nagusia NAO denik, neguan bereziki (Sáenz et al., 2001; Chust et al., 2011). Izan ere, Usabiaga et al. (2004) ondorioztatu zuten NAOk Iberiar penintsularen iparraldeko neguko prezipitazioen guztizko aldakortasunaren % 21a baino ez duela gobernatzen. Kasu honetan, neguko NAOk, 1997-2022 eperako, korrelazio ahula eta ez esanguratsua erakusten du bi estazioetako neguko emariekin.

33. irudian, Urolaren emariaren eta NAOren hileko anomalia metatuak ageri dira. Irudi horretan ikus daitekeenez, erregistroan zehar salbuespen batzuk izan arren, emaria NAOren aurkako moduan aldatzen da. Hau, NAOren fase negatiboak Europako hegoaldean klima hezeagoa dakarrelako gertatzen da. Hala ere, horrek, azterketa-aldi osoa kontuan hartuta, ez du korrelazio esanguratsurik adierazten, NAOren eta euri- eta ibai-erregimenaren arteko erlazioa konplexua eta ezegonkorra baita (Chevalier et al., 2014).



33. irudia. Urolako emariaren eta NAOren hileko datuen anomalia metatu estandarizatuak 1997-2022 bitartean.

3.4.4 Emariaren aldakortasunari eta klorofilan duen eraginari buruzko ondorioak

Ondoren, 26 urteko serie egin berri batetik abiatuta egindako azterketa klimatologiko eta hidrografikotik lortutako ondorioak aurkeztuko dira.

Urolako emariaren hileko anomaliak prezipitazioaren anomalien aurrean modu linealean etaaldi berean erantzuten dute. Nabarmenezkoak dira, alde batetik, 2013. urtea, udaberrian eta udan oso euritsua izan zelako, eta, bestalde, 2022. urtea, ia urte osoan zehar emariaren gorabehera negatiboak izan dituelako.

Datu-segida honetan, hiru denboraldi bereiz daitezke, bakoitza 7-9 urte ingurukoa, non fitoplanktonak estuario barruan gelditzeari eragiten dioten baldintzak aldatu egin baitziren:

- 90eko hamarkadaren amaieratik 2000ko hamarkadaren erdialdera arte, emaria, oro har, batezbestekotik behera izan zen (2002.ean izan ezik), uraren egonaldi luzeagoa ondorioztatuz, eta, beraz, fitoplankton-metaketa handiagotuz.
- Hurrengoan, 2007–2013 bitartean, batezbestekoaren gaineko emariak izan ziren (2011.eko udaberrian eta 2012.eko udan izan ezik), biomasa fitoplanktonikoa estuariotik kanpora esportatzeko joera izanik.
- Azkenik, 2014–2022 bitartean, emari txiki samarrak nagusitu dira berriro (2018.ean izan ezik).

Eskualde mailan, ibai-erregimenak hamarkaden arteko aldakortasun handia erakusten du. 2013.etik aurrera, Urolako eta Girondeko emari-datuek antzeko bilakaera izan dute. Horrek esan nahi du Urolako aldakortasunak gehiago erantzuten diola eskualde mailako aldaketa hidroklimatikoei tokiko aldaketei baino.

Iberiar Penintsularen iparraldean, frekuentzia txikiko aldakortasun atmosferikoa (NAO) ez da euri- eta ibai-erregimena zuzentzen duen faktore nagusia. Haren eragina konplexua da eta aldiro aldatzen da; beraz, ezin izan da erlazio-eredu garbirik ezarri.

4 ONDORIOAK ETA GOMENDIOAK

Gipuzkoako sei estuario nagusietan 2022. urtean zehar egin diren lagintze eta jarraipena kontuan hartuz, ondorengo ondorio eta gomendioak egin daitezke:

- **Klorofilaren kontzentrazioa** 2022ko apirilaren 4aren eta urriaren 4aren bitartean neurtu zen, estuario bakoitzean 4 lagintze-kanpaina egin zirelarik. Aldagai hau ezin izan zen neurtu 2020.ean.
- Klima epeleko estuarioetan espero den maila normalean aurkitu ziren klorofila-kontzentrazioak 2022.ean. Urte honetako klorofilaren balio maximoa udazkenean ikusi zen, Oriako estuarioaren goiko aldeko ur oligohalinoetan ($56 \mu\text{g l}^{-1}$). Gorakada hau magnitude ertainekoa da. Hala, aurreko urteetan $100 \mu\text{g l}^{-1}$ gainditu zuten balioak neurtu ziren: 2016.eko udaberrian Urolan eta Urumean, eta 2021.eko udaberrian berriro Urolan.
- Estuarioak denbora-eskala ezberdinetan (egunerokoa, urtarokoa, urtetik urterakoa, e.a.) baldintza hidrografikoen aldakortasun handia erakusten duten sistemak dira. Denbora-eskala laburrean ematen den aldakortasunak datuen interpretazioa zailtzen du eta, askotan, epe luzeko joerak estali ditzake. Hala izanik, sistema hauen bilakaeraren azterketak datuak era sistematikoan eta urte batzutan zehar hartzera derrigortzen du. Gainera, itxuraz benetakoak diruditen, baina batezbesteko baldintzen adierazgarri ez diren, aldaketak baztertzeko teknika matematiko eta estatistiko egokiak erabili behar dira.
- Klorofilaren muturreko balioen agertzean, presio antropikoaz gain, beharbada, fitoplanktona estuarioen goiko aldean gelditzea laguntzen duten agorraldiek ere eragina izaten dute. Gainera, egoera hauek hodei gutxiagoren baldintzekin lotuta egoten dira (eta beraz, fitoplanktonak argi gehiago izaten du). Txosten honetan, arro bateko, Urolako, aldagai meteorologiko eta hidrografikoak aztertzen dira, eta, oro har, klorofilaren muturreko-balio nabarmenenak prezipitazio- eta emari-balio baxuenekin bat datozeela ikus daiteke.
- Bestalde, oligohalino tartean edo oso antzeko uretan, badirudi klorofilaren bat-bateko gorakadak ikusten diren garaia aurreratzen ari dela. Hau ere klima-faktoreen ondorioa izan daiteke. Hala, 2014.az geroztik, klorofilaren bapateko gorakada gehiago ikusten dira udaberrian, estuario horietan ohikoena udan ikustea bazen ere.
- Gipuzkoako estuarioetan klorofilaren aldakortasun espazialak agerian uzten ditu beraien arteko desberdintasun hidrografikoak. Ibaiaren emaria estuarioko uraren bolumenarekiko handia denean, ura azkar berritzen da. Estuario horietan, diluzio prozesuak eta fitoplanktonaren populazioen itsasorantzko garraioak gailentzen dira. Hauxe da Deba, Urola, Oria eta Urumea ibaien estuarioen kasua. Beraz, klorofilaren maximoak barealdi atmosferikoa dagoenean gertatzen dira, erdiko eta

goiko tartean (mareak eragindako hartu-emanak apalagoa baita). Muturreko balio horiek, beraz, gazitasun gutxiko urei loturik daude, tarte oligohalino (0,5-5 PSU) edo mesohalino (5-18 PSU) bezala ezagutzen direnak.

- Bolumen handiagoa eta, beraz, ura gordetzeko joera handiagoa duten sistemetan, klorofilaren kontzentrazioa era homogeneoagoan banatzen da hedadura osoan. Oiartzun eta Bidasoa ibaien badien edo estuarioen barne aldeko kasua da. Horregatik, estuario hauetan, maximoak ur polihalinoetan (18-30 PSU) eta euhalinoetan (30-35 PSU) egon daitezke.
- Oiartzungo estuarioan deigarria da klorofilaren denbora-segidako (1998-2022) muturreko 20 balioetatik 8 azken bi urteetan neurtu izana eta, gainera, horretarako tarte nahiko zabala hartu izana (maiatza, ekaina, uztaila eta iraila), ohikoena uda erdiko hilabeteetan gertatzea bazen ere.
- **Disolbatutako oxigenoari** dagokionez, estuario gehiengoarentzat denbora-segida oso luze bat dago, 30 urte baino luzeagoa. Kontzentrazio baxuenak, hipoxiaren adierazgarri, Urumeako lagintze-puntu batzutan, Añorga errekan eta Mijoa errekan denbora-segidaren lehenengo urteetan neurtu ziren; baita Oiartzun ibaiaren estuario osoan zehar ere, bokalearen inguruan izan ezik.
- 90eko hamarkada bukaeratik, disolbatutako oxigenoaren kontzentrazioaren gorantzko joerak antzeman dira. Joera hauek, egin diren saneamendu-lan garrantzitsuen eta isurien desbideratzeen ondorio izan daitezke. Hala, Oiartzun ibaiaren estuarioan urek oxigeno-maila handiagoa dute 1996.ean isurien kopuru handi bat Murgita senaiara desbideratu zenetik, eta 2000ko hamarkadan uren arazketa abian jarri zenetik. Urumean, urteroko oxigenoaren minimoak askoz ere apalagoak bihurtu ziren 90eko hamarkadan egin ziren saneamendu-lanei esker.
- Faktore antropikoez gain, faktore klimatikoak (euria eta ibaien emariak) ere oxigenoak urtez urtera duen aldakortasunaren erantzule dira. Lagintze-puntu askotan oxigenoaren apaltze arina antzeman zen 1999 eta 2007 bitartean, meteorologiarekin zerikusia duten gorabehera naturalek (urteko prezipitazioen gutxitzea eta urte batzuetako udako lehortea) eragindakoa izan daitekeena. Gainera, 2014.etik aurrera, oxigenoaren beherakadak urrian eta azaroan zehar maizago izaten direla dirudi.
- Orokorrean, Gipuzkoako estuarioetan oxigenazio baldintza onak ikusten dira 2022.ean. Hau da 2000ko hamarkada bukaeratik hona lagintze-puntutan topatu den ohiko egoera, 5-6 mg·l⁻¹-tik beherako kontzentrazioak topatzea zaila delarik. Salbuespen gisa, Mijoa errekan eta Oiartzungo estuariotik gertu dauden estazio batzuetan (Molinao erreka eta Lezoko zubia) oraindik ere balio txikiagoak hautematen dira noizean behin. Herrerako kaian, Oiartzungo estuarioan, errekuperazioa beranduagokoa izan da, baina badirudi 2018.az geroztik sendotuta dagoela.
- Oxigenoari dagokionez, esan behar da azken urteetan batezbesteko kontzentrazioak eta urteko minimoek Urumean behera egin dutela, eta hori faktore klimatikoen ondorio izan daitekeela (adibidez, agorraldien baldintzen luzatzea eta areagotzea).

- Presio antropikoarekin zerikusi gehien duten mantenugaiei dagokienez (**amonioa** eta **fosfatoa**), azken bost urteetan bezala, Gipuzkoako sei estuarioetan egoera fisiko-kimiko *Oso Ona* edo *Ona* duten inguruei dagozkien batezbesteko balioak neurtu dira. Aztertutako laginak oso gazitasun txikikoak dira (1 PSU), eta, beraz, ibaietatik iristen diren mantenugaien kargak adierazten dituzte. Horregatik, arro nagusietan egindako saneamendu-lanen eragina islatzen dute. Hala ere, Mijoa errekan oraindik ere amonioaren bat-bateko balio oso altuak neurtzen dira urtero, mantenugai honetan aberats diren uren ekarpenaren adierazle izanik.
- **Hurrengo lanetarako**, klorofila-lagintzeak fitoplanktonaren hazkuntza garaian egiten jarraitzea gomendatzen da (udaberritik udazken hasiera arte). Neguan ez da lagintzea gomendatzen, ur-zutabearen argiztapen baldintzak mugatzaileak direlako, eta baita uholdeak ohikoagoak direlako fitoplanktona estuarioan finkatzea eragotziz. Gainera, ibaiek garraiatutako landare-materialak eraginda, klorofilaren kontzentrazio altuak okerki neurtzeko arriskua dago. Beraz, klorofila gutxienez lau hiletan lagintzea gomendatzen da, **apirila eta urria bitartean**.
- **Azken ondorio bezala**, estuarioen jarraipen sistematikoaren garrantzia nabarmentzekoa da, sistema hauen ingurumen-kalitatearen bilakaera zehazteko nahikoa luzeak diren denbora-segidak eduki ahal izateko. Zentzu honetan, gomendagarria da 2023.ean lagintzen jarraitzea.

5 BIBLIOGRAFIA

- Bald, J., 2005. *Propuesta para la evaluación del estado físico-químico de las aguas costeras y de transición del País Vasco*. Doktorego Tesia. Nafarroako Unibertsitatea. 263 or.
- Barnston, A.G., R.E. Livezey, 1987. Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Monthly Weather Review*, 115: 1083-1126.
- Belzunce, M.J., 2011. *Análisis de sedimentos del emisario submarino de Zarautz: control del impacto ambiental en el área de influencia del emisario entre los años 2004 a 2011*. AZTI-Tecnalia Fundazioak Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 20 or.
- BOE, 2011. Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. Boletín Oficial del Estado, Zenb. 19, Sek. I., or. 6854-6870. <http://www.boe.es>.
- BOE, 2013. Real Decreto 400/2013, de 7 de junio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Boletín Oficial del Estado, Zenb. 137, Sek. I., or. 43501-43601. <http://www.boe.es>.
- BOE, 2015. Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Boletín Oficial del Estado, Zenb. 219, Sek. I., or. 80582-80662. <http://www.boe.es>.
- Borja, Á., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M^a Ruiz, S. Seoane, J.C. Sola, A. Manzanos, 2010. *Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. AZTI-Tecnalia Agencia Vasca del Agua–Uraren Euskal Agentzia-arentzat prestatutako txostena. 21 ale, 707 or.
- Borja, Á., M.J. Belzunce, J. Franco, M. Garmendia, I. Muxika, M. Revilla, V. Valencia, 2009. *Informe sobre zonas sensibles a la eutrofización en el País Vasco*. AZTI-Tecnalia Fundazioak Agencia Vasca del Agua–Uraren Euskal Agentzia-arentzat prestatutako txostena. 193 or.
- Borja, Á., M.J. Belzunce, R. Castro, J. Franco, F. Villate, V. Pérez, 2000. *Seguimiento ambiental de los estuarios del Nervión, Barbadún y Butrón durante 1999*. Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia-arentzat prestatutako txosten argitaragabea. 265 or. + eranskinak.
- Carletti, A., A.S. Heiskanen (Eds.), 2009. *Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters*. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, JRC Scientific and Technical Reports.
- Chevalier, L., B. Laignel, N. Massei, S. Munier, M. Becker, I. Turki, A. Coynel, A. Cazenave, 2014. Hydrological variability of major French rivers over recent decades, assessed from gauging station and GRACE observations. *Hydrological Sciences Journal*, 59 (10): 1844-1855.
- Chust, G., A. Borja, A. Caballero, X. Irigoien, J. Sáenz, R. Moncho, M. Marcos, P. Liria, J. Hidalgo, M. Valle, V., Valencia, 2011. Climate change impacts on coastal and pelagic environments in the southeastern Bay of Biscay. *Climate Research*, 48: 307-332.
- Fontán, A., J.G. Rodríguez, J. Franco, J. Larreta, 2010. *Análisis de calidad del agua e informe anual del estado de los estuarios de Gipuzkoa: Año 2009*. AZTI-Tecnalia Fundazioak Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 81 or.
- Franco, J., 1994. *Variabilidad espacio-temporal de la biomasa y producción del fitoplancton en el estuario de Urdaibai*. Doktorego Tesia. Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Franco, J., R. Castro, Á. Borja, F. Villate, 1998. *Seguimiento ambiental de los estuarios del Nervión, Barbadún y Butrón durante 1997*. Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia-arentzat prestatutako txosten argitaragabea. 227 or. + eranskinak.

- Garmendia, M., S. Bricker, M. Revilla, Á. Borja, J. Franco, J. Bald, V. Valencia, 2012. Eutrophication assessment in Basque estuaries: Comparing a North American and a European method. *Estuaries and Coasts*, 35(4): 991-1006.
- Harding, L., 1994. Long term trends in the distribution of phytoplankton in Chesapeake Bay: roles of light, nutrients and streamflow. *Marine Ecology Progress Series*, 104: 267-291.
- Mallin, M.A., 1994. Phytoplankton ecology of North Carolina estuaries. *Estuaries*, 17: 561-574.
- Montero, N., M.J. Belzunce-Segarra, A. Del Campo, J.M. Garmendia, L. Ferrer, J. Larreta, M. González, M.A. Maidana, M. Espino, 2011. Integrative environmental assessment of the impact of Pasaia harbour activities on the Oiartzun estuary (southeastern Bay of Biscay). *Journal of Marine Systems*, S252-S260: 109-110. doi:10.1016/j.jmarsys.2011.06.002.
- Muxika, I., Á. Borja, A. Fontán, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, M. Revilla, V. Valencia, I. Zorita, 2012. *Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y de los estuarios de los ríos Oiartzun y Urumea (años 2017)*. AZTIk Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoaren Departamentuarentzat eta Añarbeko Urak-entzat prestatutako azken txostena. 159 or. + eranskinak.
- Muxika, I., V. Valencia, 2011. *Control de las aguas receptoras de los vertidos de las zonas costeras de Getaria y Mutriku*. AZTI-Tecnaliak Gipuzkoako Foru Aldundiko Garapen Iraunkorreko Departamentuarentzat prestatutako txostena. 45 or.
- Revilla, M., Á. Borja, J. Franco, I. Menchaca, V. Valencia, I. Zorita, 2011c. *Estudio de la sensibilidad a la eutrofización de los estuarios del País Vasco en 2010*. AZTI-Tecnaliak Agencia Vasca del Agua-Uraren Euskal Agentzia-arentzat prestatutako txostena. 63 or. + eranskina.
- Revilla, M., I. Muxika, 2012. *Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2012. urtea*. AZTI-Tecnaliak Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 54 or.
- Revilla, M., I. Muxika, V. Valencia, 2013. *Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2013 urtea*. AZTI-Tecnaliak Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 64 or.
- Revilla, M., J.G. Rodríguez, A. Fontán, 2011a. *Análisis de la calidad del agua e informe anual del estado de los estuarios de Gipuzkoa: Año 2010*. AZTI-Tecnaliak Gipuzkoako Foru Aldundiko Garapen Iraunkorreko Departamentuarentzat prestatutako txostena. 87 or.
- Revilla, M., J.M. Garmendia, 2014. *Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2014 urtea*. AZTI-Tecnaliak Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 66 or.
- Revilla, M., M. Garmendia, J. Franco, Á. Borja, 2010. A new method for phytoplankton quality assessment in the Basque estuaries (northern Spain), within the European Water Framework Directive. *Revista de Investigación Marina*, 17(7): 149-164. <http://www.azti.es>.
- Revilla, M., M. González, J.G. Rodríguez, I. Zorita, 2011b. *Análisis de calidad del agua e informe anual del estado de los estuarios de Gipuzkoa: Año 2011*. AZTI-Tecnaliak Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 109 or.
- Revilla, M., A. Fontán, I. Menchaca, J.M. Garmendia, 2017. *Análisis de la calidad del agua e informe anual del estado de los estuarios de Gipuzkoa: Año 2017*. AZTIk Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hifraulikoetako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 81 or.
- Revilla, M., J.M. Garmendia, 2021. *Análisis de la calidad del agua e informe anual del estado de los estuarios de Gipuzkoa: Año 2021*. AZTIk Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hifraulikoetako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 70 or.
- Rodríguez-Puebla, C., A.H. Encinas, J., Sáenz, 2001. Winter precipitation over the Iberian peninsula and its relationship to circulation indices. *Hydrology and Earth System Sciences*, 5: 233-244.
- Sáenz, J., J. Zubillaga, C. Rodríguez-Puebla, 2001. Interannual variability of winter precipitation in northern Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 21: 1503-1530.

- SCOR-UNESCO, 1980. Determination of chlorophyll in seawater. Report of the intercalibration tests. *UNESCO Technical Papers in Marine Science*, nº 35, 20 or.
- Strickland, J.D.H., T.R. Parsons, 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada Bulletin, 167 (2nd edition). Ottawa.
- Trigo, R.M., D. Pozo-Vazquez, T.J. Osborn, Y. Castro-Díez, S. Gámiz-Fortis, M.J. Esteban-Parra, 2004. North Atlantic Oscillation influence on precipitation, river flow and water resources in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 24: 925-944.
- URA, 2021. *Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Revisión para el tercer ciclo: 2022 – 2027. NORMATIVA*. https://www.uragentzia.euskadi.eus/u81-00033363/es/contenidos/informacion/plan_hidrologico_2022_2027/es_def/index.shtml
- Usabiaga, J.I., J. Sáenz, V. Valencia, A. Borja, 2004. Climate and Meteorology: variability and its influence on the Ocean. In: Borja, Á. & M. Collins (Eds.). *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*, Elsevier Oceanography Series, 70: 75-95, Elsevier, Amsterdam.
- Valencia, V., Á. Borja, J. Franco, I. Galparsoro, E. Tello, 2004b. *Medio físico y dinámica de los estuarios de la Costa Vasca. Aplicaciones en Ecología y Gestión*. AZTIk Eusko Jaurkitzako Ingurumen eta Lurralde Antolamendu Sailarentzat prestatutako txostena. Argitaragabea. 92 or.
- Valencia, V., J. Franco, Á. Borja, A. Fontán, 2004a. Hydrography of the southeastern Bay of Biscay. En: Borja, Á. & M. Collins (Eds.). *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*, Elsevier Oceanography Series, 70: 159-194.
- Villate, F., J. Franco, L. González, I. Madariaga, A. Ruiz, E. Orive, 1991. A comparative study of hydrography and seston in five estuarine systems of the Basque Country. In: Elliot, M. & J.P. Ducrotoy (Eds.). *Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons*, ECSA 19 Symposium, Olsen & Olsen: 97-104.
- Weiss, R.F., 1970. The solubility of nitrogen, oxygen and argon in water and seawater. *Deep-sea Res.* 17, 721-735.

6 ERANSKINAK

6.1 Klorofilako datuak Deba ibaiaren estuarioan

Lagintze-puntua	Kokapena	Tartea	Data	Ordua	Gazitasuna (PSU)	a-klorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)
DEB50000S	Sasiola zubia	Goikoa	2022/04/11	10:06	0,15	7,96
			2022/05/24	10:44	0,22	2,95
			2022/07/05	12:16	0,24	3,50
			2022/08/23	10:34	0,23	3,94
DEB53400S	Lasao baserria	Erdikoa	2022/04/11	11:19	0,20	3,51
			2022/05/24	11:26	2,31	36,51
			2022/07/05	12:58	4,16	6,46
			2022/08/23	11:35	11,82	14,91
DEB54900S	Debako zubia	Behekoa	2022/04/11	12:06	5,57	4,36
			2022/05/24	12:01	8,57	*
			2022/07/05	13:31	14,81	1,66
			2022/08/23	12:22	15,63	5,21

* Hodiaren apurketa laborategian

6.2 Klorofilako datuak Urola ibaiaren estuarioan

Lagintze-puntua	Kokapena	Tartea	Data	Ordua	Gazitasuna (PSU)	a-klorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)
URO55000S	Gorostiaga zubia	Goikoa	2022/04/05	10:12	0,16	6,70
			2022/05/17	12:02	2,03	23,10
			2022/06/28	11:23	0,78	7,63
			2022/08/16	10:04	6,27	5,27
URO57000S	F.E.V.E.ko zubia	Erdikoa	2022/04/05	11:24	6,44	4,83
			*	*	*	*
			2022/06/28	8:52	7,97	5,70
URO58700S	Zumaiako portua	Behekoa	2022/08/16	9:28	33,00	0,68
			2022/04/05	12:10	9,56	3,28
			2022/05/17	13:22	20,03	3,68
			2022/06/28	10:08	10,69	1,46
			2022/08/16	8:54	33,30	0,34

* Lagintze-puntu hau ezin izan zen lagindu (itsasbehera, marea biziak, ur-emari txikia)

6.3 Klorofilako datuak Oria ibaiaren estuarioan

Lagintze-puntua	Kokapena	Tartea	Data	Ordua	Gazitasuna (PSU)	a-klorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)
ORI62400S	Lehenengo ontzirelekuak Aginaga	Goikoa	2022/05/10	9:27	0,18	2,61
			2022/06/20	11:33	2,42	31,92
			2022/08/09	10:51	2,25	29,09
			2022/10/04	10:16	1,72	56,02
ORI67200S	Ontziola (Atxega)	Erdikoa	2022/05/10	11:05	8,13	9,41
			2022/06/20	13:14	17,06	8,27
			2022/08/09	9:50	14,77	3,39
			2022/10/04	10:54	13,83	1,49
ORI70700S	Itsasorantzko irteerako kai- muturra	Behekoa	2022/05/10	12:33	9,12	5,56
			2022/06/20	14:14	27,80	1,82
			2022/08/09	10:37	24,50	2,24
			2022/10/04	11:44	21,60	0,54

6.4 Klorofilako datuak Urumea ibaiaren estuarioan

Lagintze-puntua	Kokapena	Tartea	Data	Ordua	Gazitasuna (PSU)	a-klorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)
URU44000S	Txomin-Enea auzoko zubia	Goikoa	2022/05/03	10:15	0,05	1,22
			2022/06/14	9:01	4,25	31,14
			2022/07/27	9:08	4,56	25,48
			2022/09/26	9:56	5,98	12,11
URU46600S	Burdinezko zubia	Erdikoa	2022/05/03	11:37	5,15	0,90
			2022/06/14	9:58	13,16	21,87
			2022/07/27	8:27	18,40	4,56
			2022/09/26	9:14	21,24	0,69
URU49000S	Kursaaleko zubia	Behekoa	2022/05/03	12:09	15,60	0,90
			2022/06/14	10:40	19,51	3,60
			2022/07/27	8:00	29,30	0,80
			2022/09/26	8:38	31,30	0,47

6.5 Klorofilako datuak Oiartzun ibaiaren estuarioan

Lagintze-puntua	Kokapena	Tartea	Data	Ordua	Gazitasuna (PSU)	a-klorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)
OIA14000S	Portu barrualdea-Oiartzun ibaia	Goikoa	2022/04/26	9:26	2,86	1,06
			2022/06/07	9:53	32,20	13,61
			2022/07/19	9:59	35,20	15,19
			2022/09/20	10:29	30,90	8,08
OIA15000S	Molinao erreka irteera	Erdikoa	2022/04/26	10:27	8,87	0,24
			2022/06/07	10:26	28,10	51,10*
			2022/07/19	10:20	31,30	12,99
			2022/09/20	10:54	27,90	12,70
OIA16700S	Itsasorantzko irteerako kanalea	Behekoa	2022/04/26	11:22	21,05	0,24
			2022/06/07	11:27	32,50	4,70
			2022/07/19	10:36	34,00	7,09
			2022/09/20	11:38	33,10	5,68
OIA16200S	Herrerako kaia	Kaia	2022/04/26	10:43	8,55	0,13
			2022/06/07	10:44	24,50	6,30
			2022/07/19	9:40	33,10	8,08
			2022/09/20	11:10	31,90	8,16

* Ez zen uraren kolorerik ikusten, baina landare-materia zegoen flotatzen. Beraz, datu hori seguraski ez dela fitoplanktonaren ondorioa, material horrek analitikarekin duen interferentziaren ondorioa baizik. Eredu horretarako Secchi disko normalak (1,8 m) erakusten du zaila dela egun horretan intentsitate handiko bloomak izatea. Beraz, datu hau ez da grafikoetan kontuan hartzen, ezta datu-basean sartzen ere.

6.6 Klorofilako datuak Bidasoa ibaiaren estuarioan

Lagintze-puntua	Kokapena	Tartea	Data	Ordua	Gazitasuna (PSU)	a-klorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)
BID07600S	Behobiako zubia	Goikoa	2022/04/19	12:03	0,76	5,60
			2022/05/31	11:43	2,10	5,04
			2022/07/12	11:20	3,10	7,11
			2022/09/13	10:11	9,58	2,83
BID10350S	Santiago zubia (Irun)	Erdikoa	2022/04/19	12:35	5,99	4,29
			2022/05/31	12:28	7,98	4,51
			2022/07/12	12:04	18,64	4,75
			2022/09/13	10:55	20,34	2,58
BID13300S	Arrantzaleen kofradia	Behekoa	2022/04/19	13:23	24,60	0,11
			2022/05/31	13:18	25,30	*
			2022/07/12	12:29	31,60	2,89
			2022/09/13	11:32	32,60	1,46

* Hodiaren apurketa laborategian