

“Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2014. urtea”



Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentua,
Gipuzkoako Foru Aldundia-rentzat

Txostena

Pasaia, 2014.eko abenduak 18



**Gipuzkoako
Foru Aldundia**

Dokumentu mota	Txostena
Dokumentuaren izenburua	"Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2014. urtea"
Data	2014.eko abenduak 18
Kodea	IM14CLOROF
Bezeroa	Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentua, Gipuzkoako Foru Aldundia

Lan-taldea: Marta Isabel Revilla Rodríguez
Joxe Mikel Garmendia Etxandi

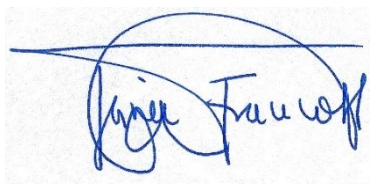
Proiektu-burua:

Dr. Marta I. Revilla Rodríguez



Ikuskatua:

Dr. Javier Franco San Sebastián, Itsasoetako eta Kostaldeetako Ingurumen-kudeaketa sailaren koordinatzailea



Oharra, txosten hau honela aipatu behar da: 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.

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 Klorofila-kontzentrazioaren azterketak	17
2.2.3 Datuak egiaztatu eta gordetzea	18
2.2.4 Uraren kalitatearen zenbatespena klorofilaren arabera.....	19
2.2.5 Isurien adierazle diren mantenugaiak: amonioa eta fosfatoa	20
3 EMAITZAK ETA EZTABAIDA	25
3.1 Klorofila kontzentrazioa Gipuzkoako estuarioetan	25
3.1.1 Aldakortasun espazialaren eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak.....	25
3.1.2 Estuario bakoitzeko urteroko zikloaren azterketa	26
3.1.3 Estuario bakoitzeko klorofilaren joera epe luzera	34
3.2 Oxigeno disolbatuaren edukia Gipuzkoako estuarioetan	43
3.2.1 Espazio- eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak.....	43
3.2.2 Estuario bakoitzeko epe-luzerako joerak.....	45
3.3 Amonioaren eta fosfatoaren kontzentrazioak	55
3.3.1 Aldakortasun espazialaren eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak.....	55
3.3.2 Isurien adierazle diren mantenugaien egoera 2014.ean	56
4 ONDORIOAK ETA GOMENDIOAK	61
5 BIBLIOGRAFIA	65

ESKER ONAK

Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuaren interesari esker egin ahal izan dela lan hau. Bereziki eskertu nahi zaio Iñaki Bañares-i bere laguntza eta parte-hartzeagatik.

AZTI-Tecnaliako Itsas Ikerketako Sailean, Maite Cuesta, Goretti García, Marivi Lucero, Beatriz Beldarrain eta Naiara Serrano-k egin zituzten klorofila-analisiak eta beraiek sartu zituzten datuak datu-basean. Inma Martín izan zen analista-taldeak egindako lanen koordinazioaren arduradun.

1 AURREKARIAK ETA HELBURUAK

Gipuzkoako Foru Aldundiak aldagai fisiko-kimiko ezberdinak aztertzeke lagintze-kanpainak egiten ditu estuarioetan 80. hamarkadako erdialdeaz gero. Aldundiak emandako ur-laginetan klorofila kontzentrazioen analisiak AZTI-Tecnaliak egiten ditu 1999. urtetik eta sistema hauen kalitateari buruzko urteroko txostenak ere lantzen ditu.

Aldagai horien neurketa sistematikoek estuarioen kalitate biologikoaren eta ingurumen-kalitatearen zenbatestea ahalbidetu dute. Adibidez, Europako Uraren Arteztarauak betetzera bideratutako metodologiak erabiliz zenbatetsi da fitoplanktonaren egoera (Fontán et al., 2010; Revilla et al., 2011a).

Era berean, iraupen luzeko serieek estuarioen ingurumen kalitatearen azken 20-25 urteetako bilakaera deskribatzea ahalbidetu dute. Hala, urtero, txostenetan uretako oxigenoaren kontzentrazioaren joera deskribatzen da, ingurumen interes handia duen aldagaia. Gainera, duela gutxi, mantenugaien kontzentrazioen (amonioa eta fosfatoa) eta uhertasunaren epe-luzeko aldaketen azterketak, azken hamarkadetan saneamenduak izan duen eraginkortasuna frogatzea ahalbidetu du (Revilla et al., 2011b).

Bestalde, urteroko txosten batzutan kontuan hartu dira sedimentuen ezaugarrien azterketak (granulometria, materia organikoa, erredox potentziala, metal astunak eta hidrokarburo aromatiko poliziklikoak (HAP)). Hala, 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., 2012).

Txosten hau Gipuzkoako Foru Aldundiaren Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuak eskatuta landu da. Azterketa hau estuarioen ingurumenak 2014. urteraino izan

duen bilakaerari dagokio eta 1999.az gero egin diren urteroko txostenen jarraipena da. Txosten honetan ez dira sedimentuaren ezaugarrien azterketak kontuan hartzen.

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

- **1. HELBURUA:** **klorofilaren** aldakortasun espazialaren eta denbora-aldakortasunaren ereduak deskribatzea. Klorofila, aldagai erabilgarritzat jotzen da fitoplankton-biomasaren hurbilketa moduan eta fitoplanktonak itsas ingurunean gertatzen den nitrogeno eta fosforo aberasteari dion erantzunaren adierazle bezala (Harding, 1994). Klorofilan oinarritzen den adierazle bat erabilia (6 urteko 90. pertzentila zenbatetsiz) uren kalitatean egon diren aldaketak ere balioztatuko dira txosten honetan. Adierazle hori eremu desberdinetarako zenbatetsiko da estuario bakoitzean. Datuak jasotzeko dagokionez, Aldundiko teknikariak izango dira ur-laginak jaso eta AZTI-ren Pasaiako egoitzara bidaltzearen arduradun. AZTI-ko langileek aztertuko dituzte laginak eta landuko dituzte datuak.
- **2. HELBURUA:** **disolbatutako oxigenoaren** epe luzerako bilakaera deskribatzea. Estuarioetan, uren kalitateari lotzen zaizkion aldagai nagusietako bat da oxigenoa. Oxigeno-maila nola eragile naturalek (fotosintesia, arnasketa, nitrifikazioa, difusioa...), hala eragile antropikoek (eutrofizazioa eta materia organiko eduki handia duten isuriak) baldintzatzen dute. Aldundiko teknikariak izango dira hainbat aldagai fisiko-kimiko *in situ* neurtzearen arduradun, uretan disolbatutako oxigenoa barne. Estuario batzuetako denborazko segidak 1988.etik gaur egunerainokoak dira. Datu horiek, jatorrizko egoera-orrietan (paperean) emango dira, AZTI-ko langileek kalkulu-horrietan sartu ditzaten, ondoren lantzeko.
- **3. HELBURUA:** 2014.ean neurtutako uretan disolbatutako mantenugaien kontzentrazioak (**amonioa eta fosfatoa**, hain zuzen), aurreko neurketekin alderatzea. Informazio hau Aldundiaren datu-basean dago (dabu-base honi buruzko zehaztasun gehiago eskuratzeko, ikus Revilla et al., 2011b). Mantenugaien kontzentrazio hauek hartu dira kontuan, bere muturreko balioek gaizki araztutako hiriko hondakin-uren adierazle diren heinean. Gainera, mantenugaien gehiegizko kontzentrazioek eutrofizazio arazoak sor ditzakete estuarioetan, fitoplanktonaren edo/eta makroalgen hazkuntza bizkortzen baitute, ekoiztutako biomasaren pilaketa eta oxidazioa eraginez.

2 METODOLOGIA

2.1 Lagintze-puntuak

Gipuzkoako sei estuario nagusietan (Deba, Urola, Oria, Urumea, Oiartzun eta Bidasoa) egin ziren aldagai fisiko-kimikoak eta klorofila aztertzeko laginketak. Añorga errekan (Ibaeta) eta Mijoa ibaian (Mutriku) ere lagintze-puntu bana aztertu zen (**1. taula**). Aldagai fisiko-kimikoak bai *in situ* egindako neurketei (tenperatura, oxigenoa, pH, gazitasuna eta eroankortasuna) eta baita laborategian egindakoei ere (esaterako, uhertasuna eta mantenugaiak) derizkie. Lagintze-puntu batzuk 2000. hamarkadaren hasieran utzi ziren, baina gehienek 20 urte baino gehiagoko denborazko segida osatzen dute aldagai fisiko-kimikoentzat eta 10 urte baino gehiagokoa klorofilarentzat.

1. taula. Gipuzkoako estuarioen jarraipenean eta eskuragarri dauden datu-segidetan aztertzen diren lagintze-puntuak. Gehieneko gazitasunaren tartea adierazten da. Gaur egun klorofila neurtzen den lagintze-puntuak kolore grisez nabarmentzen dira. Oharra: Añorga errekan gaur egun ANI04800S lagintze-puntua aztertzen da.

Estuarioa	Lagintze-Puntua	Kokapena	Kodea	DENBORAZKO	SEGIDA	GAZITASUNA (maximoa)
				Fisiko-Kimikoak	"a" klorofila	
DEBA	DEB50000S	Sasiola zubia	6	1987-2001		<18
	DEB51000S	Astigarribia auzoa	5	1987-	1999-	<18
	DEB52200S	F.E.V.E. zubia	4	1987-		<18
	DEB53400S	Lasao baserria	3	1987-	1999-	18-30
	DEB54300S	Finca Laskibar ontziola	2	1987-		18-30
	DEB54900S	Deba zubia	1	1987-	1999-	>30
	DEB55400S	Itsasoratze kai-muturra	0	2001-		>30
	MIJ04450S	Mijoa ibaia: MUTRIKU		2004-		<18
UROLA	NAR07500S	Narrondo erreka	8	2006-		>30
	URO52800S	Saburutx zubia	7	1987-	1999-	18-30
	URO54100S	Kondekua	6	1987-		18-30
	URO55000S	Gorostiaga zubia	5	1987-	1999-	18-30
	URO55800S	Padurak	4	1987-		>30
	URO57000S	F.E.V.E. zubia	3	1987-	1999-	>30
	URO57900S	N-634eko zubia	2	1987-		>30
	URO58700S	Zumaiako portua	1	1987-	1999-	>30
ORIA	ORI58600S	N-634 PK 4		1985-2001		<18
	ORI60200S	San Esteban zubia	5	1986-	1999-	<18
	ORI62400S	Aginagako lehenengo ontziralekuak	4	1986-	1999-	<18
	ORI64700S	Aginagako bigarren ontziralekuak	3	1986-	1999-	18-30
	ORI67200S	Ontziola (Atxega)	2	1986-	1999-	>30
	ORI68700S	Orio zubia	1	1986-	1999-	>30
	ORI70700S	Itsasoratze kai-muturra	0	2001-	2001-	>30
	ANI05400S	Añorga erreka		1987-		<18

1. taula (Jarraipena). Gipuzkoako estuarioen jarraipenean eta eskuragarri dauden datu-segidetan aztertzen diren lagintze-puntuak. Gehienezko gazitasunaren tarteak adierazten da. Gaur egun klorofila neurtzen den lagintze-puntuak kolore grisez nabarmentzen dira. Oharra: Añorga errekan gaur egun ANI04800S lagintze-puntua aztertzen da.

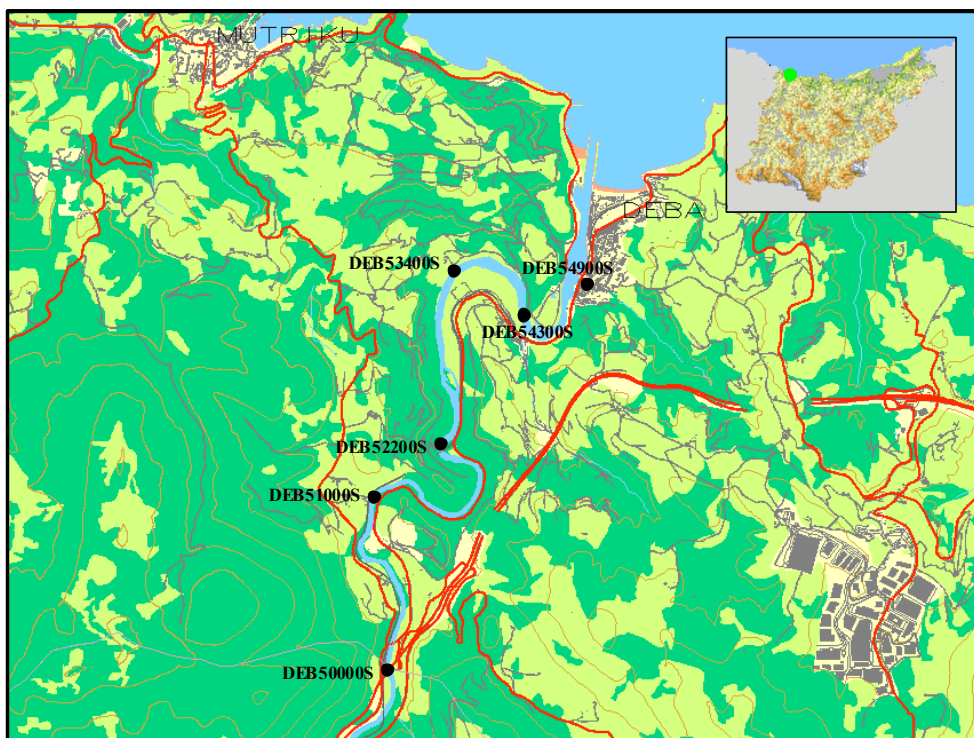
Estuarioa	Lagintze-Puntua	Kokapena	Kodea	DENBORAZKO SEGIDA		GAZITASUNA (maximoa)
				Fisiko-Kimikoak	"a" klorofila	
URUMEA	URU38800R	Carabeleko zubia		1988-2000		<18
	URU40200R	Ergobiako zubia		1988-2000		<18
	URU41300S	Astigarragako bihurgunea	3	1987-		<18
	URU42300S	Pilar auzoko zubia	4	1987-	1999-	<18
	URU42800S	Martutene auzoko zubia	5	1987-		<18
	URU44000S	Txomin-Enea auzoko zubia	6	1987-	1999-	18-30
	URU44600S	Kuarteletako zubiak	7	1986-		18-30
	URU45300S	Egiako zubia	8	1987-	1999-	>30
	URU46600S	Burdinezko zubia	9	1987-	1999-	>30
	URU48200S	María Cristina zubia	10	1987-	1999-	>30
	URU49000S	Kursaaleko zubia	11	2001-	2001-	>30
OIARTZUN	OIA12200S	Oreretako zubia - Oiartzun ibaia		1989-		<18
	OIA13000S	Lezoko zubia - Oiartzun ibaia		1989-		<18
	MOL00600S	Molinao erreka		1989-		18-30
	OIA14000S	Portuko barnealdea - Oiartzun ibaia	6	1989-	1998-	>30
	OIA14500S	Lezoko kaia	5	1989-	1998-	>30
	OIA15000S	Molinao erreka ahia	4	1989-	1998-	>30
	OIA15500S	Portuko erdialdea	3	1989-	1998-	>30
	OIA16700S	Itsasorako kanala	2	1989-	1998-	>30
BIDASOA	OIA16200S	Herrera kaia	1	1989-	1998-	>30
	END10200R	Endara erreka ahia	1	1995-		<18
	BID00000R	Endarlazako zubia	2	1995-		<18
	BID04200S	Alunda-Lastaola bihurgunea (PK 81, C-131)	3	1992-	1999-	<18
	BID07600S	Behobiako zubia	4	1992-	1999-	<18
	BID10350S	Santiagoko zubia (Irun)	5	1992-	1999-	18-30
	BID13300S	Arrantzale-kofradia	6	2001-	2001-	>30

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

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

Lagintze-puntuak bi izendapen dituzte: hizki eta zenbakiak erabiliz bata, Aldundiaren datu-basean erabiltzen dena; zenbaki bakar batek osatzen duen kode laburtua bestea, klorofilaren azterketetarako eta datu-prozesamendu batzutan erabiltzen dena.

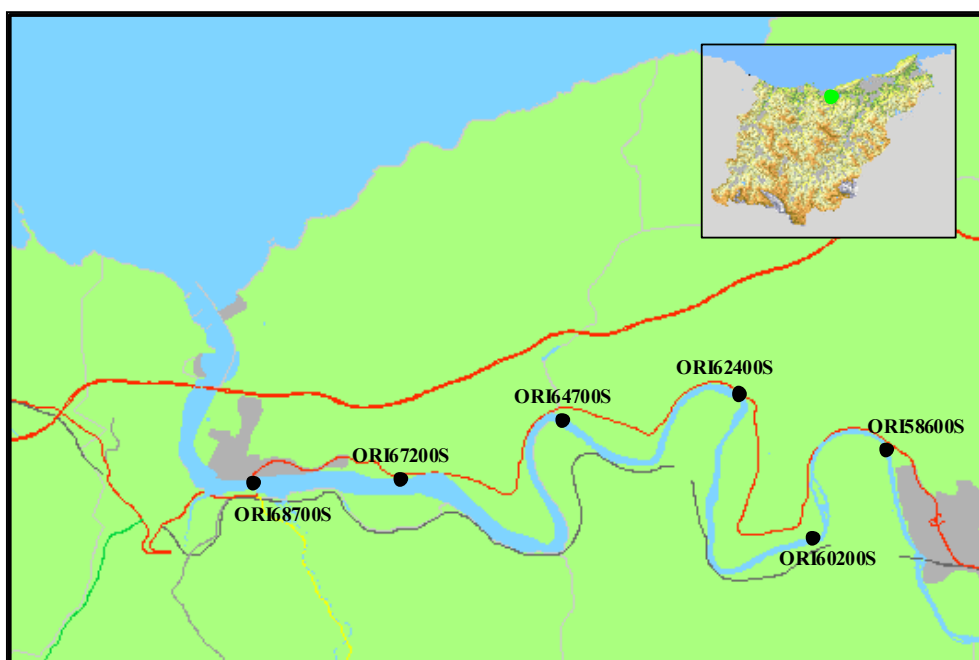
Jarraian estuario bakoitzeko mapak irudikatuko dira, lagintze-puntuen kokapenarekin (**1. irudia-6. irudia**).



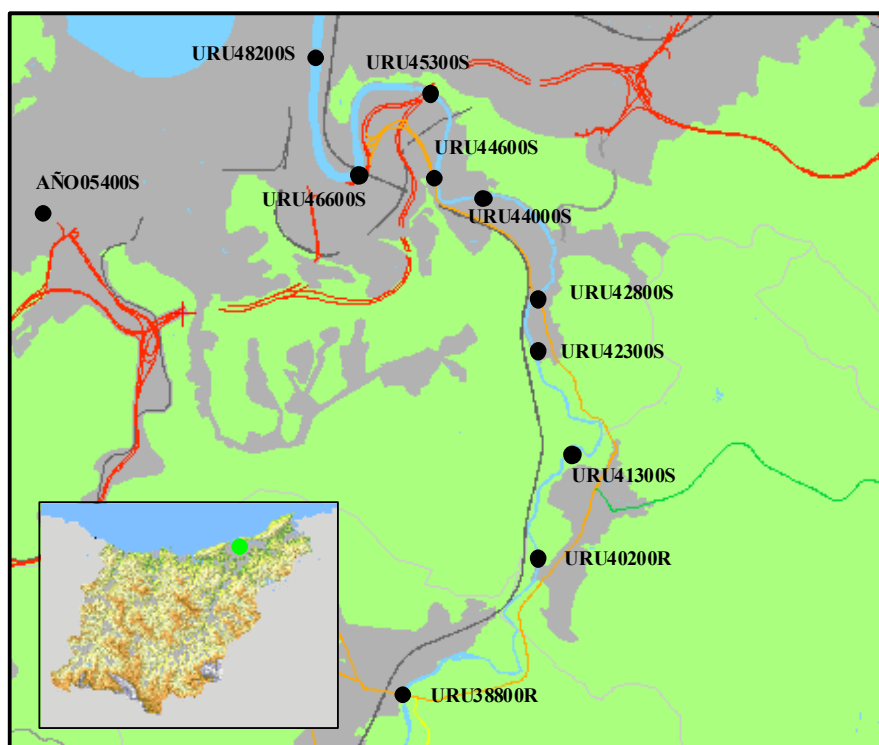
1. irudia. Deba ibaiaren estuarioko lagintze-puntuen kokapena.



2. irudia. Urola ibaiaren estuarioko lagintze-puntuen kokapena.



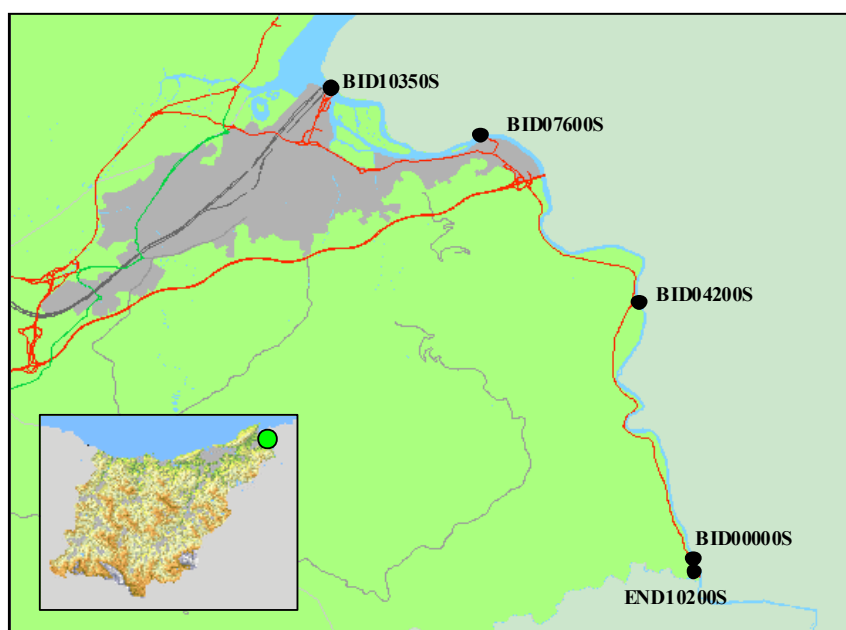
3. irudia. Oria ibaiaren estuarioko lagintze-puntuen kokapena.



4. irudia. Urumea ibaiaren estuarioko lagintze-puntuen kokapena.



5. irudia. Oiartzun ibaiaren estuarioko lagintze-puntuen kokapena.



6. irudia. Bidasoa ibaiaren estuarioko lagintze-puntuen kokapena.

2.2 Uretako ingurune-aldagaiak

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

Aldundiko teknikariak hartzen dituzte klorofila azterketak egiteko ur-laginak. Aldi berean aldagai lagungarri batzuk (gazitasuna, tenperatura, pH, e.a.) ere neurtzen dituzte *in situ* eta baita ingurumenaren egoera zehazteko garrantzia duen aldagai bat ere: disolbatutako oxigenoa. Aldagai guztiak ur-zutabearen azalaren azpiko geruzan neurtzen dira (Oiartzun ibaiaren estuarioan, baita beste sakonera batzutan ere).

Aldagai fisiko-kimikoen eta klorofilaren neurketak dauden lagintze-puntuen kokapena eta zenbatekoa aurreko atalean azaltzen da (**1. taula**). Klorofila azterketak egiteko laginketak 1999.ean hasi ziren estuario gehienetan (Oiartzunen 1998.az gero daude datuak). Lagintzearen maiztasuna aldatu egin da jarraipena hasi zenetik (**2. taula**). Gehienetan, urteko lauzpabost lagintze egin ziren 2005.era arte. Maiztasuna areagotu egin zen 2006.enaz gero, eta 6-7 lagintze egin ziren urteko estuario bakoitzean. Azkenik, 2010.enaz gero, klorofilaren lagintzea fitoplankton gehien ekoizten den garaira mugatu zen, baina gainerako aldagaietarako hileroko lagintze-maiztasuna mantendu da gutxi gorabehera.

2. taula. Klorofila eta aldagai fisiko-kimikoak aztertzeako, 1999.az gero 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
2002	2001.eko abuztuak 3	2001.eko abuztuak 17	2001.eko uztailak 27	2001.eko abuztuak 10	2001.eko abuztuak 24	2001.eko abuztuak 10
	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
2003	2002.eko abuztuak 16	2002.eko abuztuak 2	2002.eko uztailak 26	2002.eko abuztuak 30	2002.eko abuztuak 9	2002.eko abuztuak 23
	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
2004	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
	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
2005	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.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

2. taula (jarraipena). Klorofila eta aldagai fisiko-kimikoak aztertze, 1999.az gero eginiko lagintze-kanpainak. Klorofila azterketak egiten ez diren lagintzeak daude 2010.az gero (aldagai fisiko-kimikoak bakarrik lagintzen dira); kolore grisez adierazi dira.

URTEA	DEBA	UROLA	ORIA	URUMEA	OIARTZUN	BIDASOA
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	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					
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 maiatzak 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	
				2012.eko abenduak 18		

2. taula (jarraipena). Klorofila eta aldagai fisiko-kimikoak aztertzeko, 1999.az gero eginiko lagintze-kanpainak. Klorofila azterketak egiten ez diren lagintzeak daude 2010.az gero (aldagai fisiko-kimikoak bakarrik lagintzen dira); kolore grisez adierazi dira. (*) Oso eguraldi euritsua, uholdeak (kasuren batean ezin izan zen laginik hartu).

URTEA	DEBA	UROLA	ORIA	URUMEA	OIARTZUN	BIDASOA
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

Klorofila-azterketetarako ur-laginak azaleko ur-geruzaren azpitik hartzen dira (azaletik 0,5 m-ra gutxi gorabehera) mota desberdinetako ur gaineko materialek, baina ur-zutabearen ezaugarrien adierazgarri ez direnak (landare-hondakinak, makroalgak, e.a.), lagina kutsatzea ekiditeko. Material hauek azterketan eragin dezaketenez, ur uholde baldintzatan lagintzea ere ekiditen da. Arrazoi honengatik, 2013.eko ekainan Urolan ez zen klorofila laginik hartu (**2. taula**).

Laginak litro bateko plastikozko ontzi opakueta jasotzen dira (argiak klorofilaren kontzentrazioan eragin lezake). Lagintze batetik bestera, ontziak garbitu egiten dira.

Klorofila azterketak egiteko laginak ilunpetan gordetzen dira laborategira garraiatzeko. Azterketak laginak hartu eta berehala egiten dira (bizpahiru orduren buruan). Gipuzkoako Foru Aldundiko langileek eramaten dituzte laginak AZTI-ra. Behin AZTI-n, laginak berehala aztertzen dira.

Urtarrila eta abendua bitartean 46 lagintze-puntutan neurtu dira aldagai fisiko-kimikoak 2014.ean. Klorofila azterketetarako laginei dagokienez, 19 lagintze-puntutan hartu dira maiatza hasiera eta urria bukaera bitartean. Estuario bakoitzeko, klorofilaren lagintze-kanpaina kopurua 4-koa izan da (**2. taula**). Guztira, 76 lagin aztertu dira.

2.2.2 Klorofila-kontzentrazioaren azterketak

“A” klorofilaren kontzentrazioaren azterketak ingurune hauetan erabiltzen diren ohiko metodologiaren bidez egiten dira (Strickland eta Parsons, 1972). Lehendabizi, ur-laginak iragazi egiten dira eta iragazitako bolumena idatzita gordetzen da (**7. irudia**). Iragazitako bolumena

aldu egiten da uretan dagoen detritu eta klorofila kopuruaren arabera. Garrantzitsua da iragazkia gutxienez kolore apur bat antzemateko nahikoa ur iragaztea. Estuarioen kanpoaldean litro inguruko bolumenak edo handiagoak iragazi behar izaten dira; estuarioen goiko zatietan, aldiz, iragazten diren bolumenak txikiagoak izaten dira. Whatman GF/C iragazkiak erabiltzen dira. Iragazki hauek 1-1,5 μm diametro duten zatikiak atxikitzen dituzte. Euskal itsasertzeko estuarioetan klorofila-kontzentrazioari ekarpen gehien egiten dioten zelulak handiagoak dira, 2-20 μm diametrokoak (Orive et al., 2004). Beraz, iragazkietan atxikita gelditzen dira.



7. irudia. Klorofilaren iragazketa laborategian.

Atxikitako materiala duten iragazkiak 10 ml azetona (%90eko kontzentrazioan) duten saio-hodietan sartzen dira. “A” klorofilaren erauzketa on bat bermatzeko, 24-48 orduz uzten dira. Denbora horretan, hodiak ilunpetan eta hozkailuan mantentzen dira. Jarraian, nahasketa on bat lortzeko hodiak irabiatu, eta erauzkinak zentrifugatu egiten dira esekiduran dagoen materiala baztertu eta erauzkin garbi bat lortzeko.

Azkenik, zentrifugatutako erauzkinaren xurgatzea uhin luzera ezberdinetan neurtzen da Perkin-Elmer 551S espektrofotometro baten bidez. Irakurketa horiek, iragazitako uraren bolumena eta erauzkinaren bolumena kontuan hartuta, formula erraz bat erabiltzen da klorofilaren kontzentrazioa zenbatesteko (SCOR-UNESCO, 1980).

2.2.3 Datuak egiaztatu eta gordetzea

Behin klorofilaren kontzentrazioak aztertuta, datuak Excel taulatan sartzen dira, *in situ* neurtutako aldagai fisiko-kimikoekin.

Oxigenoaren datuak, gainera, banaka lantzen dira, txostenaren zati garrantzitsu baterako erabiltzen baitira. Datu hauek, beste Excel taula batzutan sartzen dira.

Behin datuak tauletan sartuta, egiaztatu egiten dira ezohiko balioak edo balio okerrak hautemateko. Balio hauek ez dira kontuan hartzen taula estatistikoetan eta irudietan. Edonola ere, jatorrizko balioak hartu ziren moduan ere gordetzen dira.

Zenbait kasutan datu batzuen zuzenketa egin behar izan da, adibidez, 2011. urtean zelaian neurtutako oxigenoaren kasuan. Aurreko txosten batetan adierazi bezala (Revilla eta Muxika, 2012), 2011.ean kontzentrazioak azken urteetako batezbestekoak baino baxuagoak izan ziren. Beranduago, hau zundaren kalibraketan izandako akats bati zegokiola aurkitu zen, ez baitzen uraren gazitasuna kontuan hartu urte horretako neurketetan.

Tenperatura, gazitasun eta oxigenoaren asetasun-mailaren datuak zuzenak zirela onartu zen 2011. urteko oxigenoaren datuak zuzentzerako orduan. Aldiz, disolbatutako oxigenoaren kontzentrazio absolutuaren datuak ez ziren zuzenak izango, zegokien konpentsazio edo zuzenketa 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).

2.2.4 Uraren kalitatearen zenbatespena klorofilaren arabera

Aurreko urteko txostenean bezala, “a” klorofilaren kontzentrazioen 90. pertzentila erabili da biomasa fitoplanktonikoaren adierazle bezala. Aldagai honek normalean banaketa normala ez duenez, batezbesteko aritmetikoa baino estatistiko gomendagarriagoa da 90. pertzentila populazio bat klorofilaren datuak erabiliz deskribatzerakoan.

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** adierazi dira.

3. taula. Fitoplanktonaren egoera biologikoan inpakturik ez edo dutxi dagoela adierazten duten klorofila balioak, gazitasun desberdineko uretan. Erabili den adierazlea, apirila eta urria bitartean 6 urtetan neurtutako “a” klorofilaren kontzentrazioen balioen 90. pertzentila da.

Tartea	Euhalinaoa	Polihalinaoa	Mesohalinaoa	Oligohalinaoa
90. pertzentila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	< 3,90	< 6,60	< 10,20	< 13,20
Gazitasuna (PSU)	30-34	18-30	5-18	0-5

Gazitasunaren araberrako tarteak (datu-serie historikoen mediana, 50. pertzentila).

Europar Batasuneko hainbat estatuk, Europako Uraren Arteztaraua betetzeko, klorofilaren 90. pertzentilean oinarritutako adierazleak darabilte kalitate ekologikoa zenbatesteko bere metodoetan. Adierazle horiek fitoplanktonaren loratzeak gerta daitezkeen urtarorako zenbatesten dira, eta denbora-tarte zabal bateko datuak erabilia (normalean 5 edo 6 urte) laginaren neurria handitu asmoz.

AZTI-ko ikertzaileek egindako eutrofizazioari buruzko aurreko azterketatan horrelako adierazleak erabili izan dira (Borja et al., 2009; Revilla et al., 2010; 2011c; Garmendia et al., 2012). Izan ere, Uraren Arteztaraua betetzeko finkatutako kalitate-helburua (hau da, egoera ekologiko “Ona” eta “Onargarria”ren arteko muga) ikerketa horietan oinarritu da. Estuarioetarako, helburu hau, duela urte gutxi arte, ur euhalinoetan $8 \mu\text{g l}^{-1}$ eta gainerakoetan $12 \mu\text{g l}^{-1}$ ez gainditzea zen (BOE, 2013). Txosten honetan, azken aurrerapen zientifiko-teknikoak kontutan hartzen dituzten irizpideak jarraitu dira eta, era honetara, Kantauri Ekialdeko Demarkaziorako Plan Hidrologikoaren azken berrikustean agertzen diren atalaseak erabiliko dira (URA, 2014). Moldaketa hauek, kalitate-helburuak gazitasun-tarte gehiagotarako zehaztea dakarte (lau tarte, biren ordezt) eta zorrotzagoak dira gazitasun gehiagoko uretan (euhalinoak eta polihalinoak). Hala ere, Europa mailan egin den interkalibraketa prozesuan ondorioztatu denez (Carletti eta Heiskanen, 2009), estuarioei dagokienez, oraindik ez dago fitoplanktonaren egoera balioztatzeke tresna zehatzik. Horregatik, hemen erabili diren atalaseak gutxi gorabeherakotzat hartu behar dira, etorkizunean aldatu bailitezke.

Adierazlea erabili aurretik, klorofilaren urtaroko aldakortasunaren azterketa egin da. Honen helburua fitoplanktonaren hazkuntza garaia zehaztea izan da. Lagintze-puntu bakoitzerako grafiko bat egin da, urteko hilabete bakoitzean, denbora-segida osoan neurtu diren klorofila balioak adierazten dituen.

Urteroko zikloaren azterketari esker, Gipuzkoako estuarioetan fitoplanktonaren hazkuntza garaia hilabeterik epelenei loturik dagoela zehaztu ahal izan da. Gainera, urtarrila eta abenduan hartu diren datuen zenbatekoa urteko gainerako hilabeteetan hartu direnena baino askoz txikiagoa izan da. Hau kontuan hartuta, 90. pertzentilean eman litezkeen aldaketak lagintze-estrategiari loturik egotea ahal den neurrian ekiditeko, apirila eta urria bitartera mugatu da datu-seriea kalitate-adierazlea zenbatesteko garaian.

2.2.5 Isurien adierazle diren mantenugaiak: amonioa eta fosfatoa

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 ortofosfatoarena (PO_4), 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

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

Aurretik “<” ikurra duten datuak daude. 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, $<0,03 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ balioa agertzen denean, bere benetako balioa $0,015 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ dela onartu daiteke. Honela, neurketa asko baztertzea ekiditen da, zeinak erabilgarriak izan baitaitezkeen denboran zehar kontzentrazioetan eman diren aldaketak aztertzeke.

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

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

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

Datuak egiaztatzea

Mantenugaien datuak banaka berrikusten dira ezohiko balioak hautemateko. *A priori* egon behar ez lukeen lekuan amonio edo fosfato kontzentrazioen muturreko balioen bat aurkitzen bada

(adibidez, isuri garrantzitsuren baten berririk ez dagoen estuario baten itsasaldeko tartean), balio hori lagina kutsaturik egoteari edo datu-baseko oker bati zor lekiok.

Ezohiko balioak hautemateko, luzaroko beste segida batekoekin alderatu dira datuak, *Transizio-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 Uraren Euskal Agentziak kudeatzen du gaur egun.

Sarea azterlaneko informazioa hemendik 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. 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) ordena horretako balioak, eta baita handiagoak ere, neurtu ziren neurketen lehenengo urteetan, 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, hiru tarte bereiztu dira (17,5, 30,0 eta 35,4 PSU). 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

Gehienezko gazitasuna 17,5 PSU den tartea ibaiaren eragin handiena jasaten duela onartu daiteke, gehienez 30,0 PSU dituen nahaste-prozesuak ematen diren tartea dela eta 35,4 PSU duenak itsasoaren eragin handia jasaten duela. Oro har, tarte hauek estuarioaren goiko tartea, erdikoa eta behekoa hartzen dituzte, hurrenez hurren.

Sarean amonioaren maximo historikoak ($\sim 700\text{--}800 \mu\text{M}$) oso antzekoak dira hiru gazitasun tarteetan, **4. taulan** azaltzen denez. 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. Gazitasunaren, 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)	Orotariko N (μM)	Orotariko P (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 orotariko nitrogenoaren 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 eredua, ibaietako urak, berez, mantenugaietan aberatsagoak baitira itsasokoak baino.

Hala ere, gazitasuna handitu ahala kontzentrazioa gutxitzeko eredu hau ez dute betetzen amonioak, fosfatoak, orotariko fosforoak eta uhertasunak (**5. taula**). Aldagai hauen muturreko balioek (bereziki, amonioarenak eta fosfatoarenak) etxeko ur-hondakinen isuriak isladatzen dituzte. Honek esan nahi du, agian oraindik badirela tarteka egiten diren isuriak hirigune handiak dituzten estuarioen (Nerbioi edo Bidasoa ibaienetan, adibidez) erdialdean edo behealdean. Bere hedadura osoan gazitasun-maila handi samarra duten estuarioetan (hau da, Oiartzun ibaiarenean) ere egon litezke isuriak gaur egun. Guzti hori, aurreko hamarkadekiko iturri antropikoetatik datozen isuriak asko gutxitu diren testuinguruan.

Erreferentzia-balioekiko datuen alderaketa

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

Aldundiaren mantenugaien segidetan gazitasun baxua duten laginak gailentzen direla eta, Plan Hidrologikoan ur oligohalinoentzat adierazten diren kalitate-helburuak (BOE, 2013) erabili dira. Kalitate-helburu horiek **6. taulan** laburbiltzen dira.

6. taula. Kalitate helburuak: OO/O (Oso Ona/Ona) eta O/On (Ona/Onargarria) atalaseak estuarioetako gazitasun tarte desberdinetarako. Aldagai guztientzat zehazten diren balioak, gazitasuna barne, emari eta itsasaldi egoeren tarte zabal baterako batezbesteko bezala ulertu behar dira.

TARTEA	Gazitasuna (PSU)	Uhertasuna (NTU)		Amonioa (μM)		Nitratoa (μM)		Fosfatoa (μM)	
		OO/O	O/On	OO/O	O/On	OO/O	O/On	OO/O	O/On
Oligohalinoa	2,8	≥ 10	≥ 11	$\leq 12,5$	≤ 28	≤ 80	≤ 132	$\leq 2,30$	$\leq 6,2$
Mesohalinoa	11,5	≥ 10	≥ 11	≤ 11	≤ 22	≤ 61	≤ 98	$\leq 1,80$	$\leq 4,7$
Polihalinoa	24,0	≥ 8	≥ 9	≤ 7	≤ 14	≤ 33	≤ 50	$\leq 1,00$	$\leq 2,5$
Euhalino estuarikoa	32,0	≥ 6	≥ 7	≤ 5	≤ 9	≤ 15	≤ 18	$\leq 0,60$	$\leq 1,1$

3 EMAITZAK ETA EZTABAIDA

3.1 Klorofila kontzentrazioa Gipuzkoako estuarioetan

3.1.1 Aldakortasun espazialaren eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak

“A” klorofilaren eta aldagai lagungarrien (tenperatura, pH eta gazitasuna) parametro estatistiko orokorrak (maximoa, minimoa eta batezbestekoa) bildu dira **7. taulan** estuario bakoitzerako, 1999.etik 2014.era bitarteko datuak hartuta (Oiartzun ibaiaren estuarioan, 1998.az gero). “A” klorofilaren kontzentrazioa $0,0$ eta $159,4 \mu\text{g l}^{-1}$ artekoa da Gipuzkoako estuarioetan. Kontzentrazio hauek zientzia-argitalpenetan erdiko latitudeetako estuarioetarako zehazten diren tarteetan daude. Adibidez, Mallin (1994) azterlanean 0 eta $184 \mu\text{g l}^{-1}$ arteko klorofila kontzentrazioak ematen dira Ipar-Carolinako estuario batzutan (AEB).

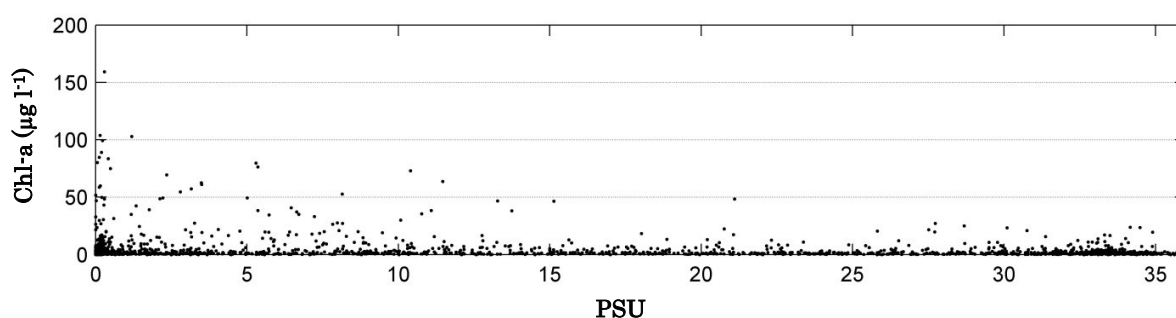
7. taula. Estuario bakoitzean neurtutako tenperaturaren (T), pHaren, uhertasunaren (U), oxigenoaren kontzentrazioaren (Oxig.), oxigenoaren asetasun-mailaren (Ase. Oxig.), gazitasunaren (Gaz.) eta “a” klorofilaren (Chl-a) balio minimo, maximo eta batezbestekoak. 2014. urtera arteko neurketak hartu dira kontuan; Oiartzun ibaiaren estuarioan, 1998.ean hasi ziren eta, gainerakoetan, 1999.ean. Datu serieak urtarrila eta abendu bitartean egindako laginketak barneratzen ditu.

		T (°C)	pH	U (NTU)	Oxig. (mg l^{-1})	Ase. Oxig. (%)	Gaz. (PSU)	Chl-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)
Deba	Min.	5,9	6,1	1	0,9	9	0,0	0,0
	Max.	25,5	10,5	232	14,2	161	35,6	55,5
	Bat. best.	15,8	8,1	18	8,3	86	6,4	5,0
Urola	Min.	6,4	6,3	1	2,3	25	0,0	0,0
	Max.	25,1	9,1	400	17,3	184	35,0	69,4
	Bat. best.	16,2	8,1	15	8,7	92	9,5	3,5
Oria	Min.	5,4	6,9	0	0,6	7	0,0	0,0
	Max.	27,9	9,2	960	14,3	142	36,0	159,4
	Bat. best.	15,9	8,0	30	8,6	89	7,4	7,0
Urumea	Min.	6,1	6,1	0	4,0	42	0,0	0,0
	Max.	26,8	9,5	260	16,2	191	35,6	103,9
	Bat. best.	14,9	7,9	15	9,2	94	6,1	3,6
Oiartzun	Min.	8,3	6,0	0	0,0	0	0,0	0,0
	Max.	28,8	10,0	600	15,3	167	36,0	27,2
	Bat. best.	17,4	8,0	15	7,4	87	25,3	2,3
Bidasoa	Min.	5,2	6,1	0	4,1	53	0,0	0,0
	Max.	25,5	10,5	184	15,4	147	36,5	89,3
	Bat. best.	15,2	8,0	16	9,7	99	5,9	3,5
GUZTIRA	Min.	5,2	6,0	0	0,0	0	0,0	0,0
	Max.	28,8	10,5	960	17,3	191	36,5	159,4
	Bat. best.	15,9	8,0	18	8,7	91	10,0	4,0

Hein batean gazitasunari lotzen zaion banaketa azaltzen du klorofilak (**8. irudia**). Gazitasunak eragin handia du fitoplanktonarengan. Eragin hori agerian geratzen da bai zuzenean (espezieen artean aldatu egiten da gazitasunarekiko erantzun fisiologikoa, hoberena ur gezetatik hasi eta itsasoko uretara joan daitekeelarik) eta baita zeharka ere (ur gezaren ehunekoari lotzen zaizkion mantenugaien eta uhertasunaren baldintzengatik).

Polihalinoak (18-30 PSU) eta euhalinoak (30-35 PSU) diren uretan, $50 \mu\text{g l}^{-1}$ baino baxuagoa da beti kontzentrazioa, eta gutxitan gainditzen ditu $20 \mu\text{g l}^{-1}$. Aldiz, gazitasun baxuagoko uretan, klorofila kontzentrazioen muturreko balioen maiztasuna eta zenbatekoa handiagoa da (**8. irudia**). Honek, fitoplankton-biomasaren metaketa handienak estuarioen goiko tartetean gertatzen direla adierazten du. Alde batetik, ibaietako uren ongarritze efektuari zor zaio. Estuarioen goiko tartetean uren egonaldia handiagoa dela ere kontuan izan behar da (uholderik ez dagoen bitartean), itsasaldiaren eragina txikiagoa baita leku hauetan.

Uda-garaiko hilabeteetan urak gardenagoak dira eta uholde gutxiago egoten dira. Honek mesede egin liezaioke fitoplanktonaren hazkuntzari estuarioen goiko tartetean. Klorofilaren kontzentrazioa gazitasun gutxiagoko tartetean emendatzearen erudia, batez ere udan, EAEko estuario askotakoren antzekoa da (ikus, adibidez, Villate et al., 1991; Franco, 1994; Borja et al., 2010).



8. irudia. “A” klorofilaren (Chl-a) kontzentrazioaren banaketa gazitasunarekiko (PSU), neurtu diren datu guztiak kontuan hartuta, 1998.etik 2014.era bitartean, Gipuzkoako estuarioetan.

3.1.2 Estuario bakoitzeko urteroko zikloaren azterketa

2013.ean “a” klorofilaren kontzentrazioaren urtarokotasunari buruzko azterketa bat egin zen gaur egun Gipuzkoako Foru Aldundiak aldagai hau neurtzen duen puntuetan, hau da, Oiartzun

ibaiaren estuarioko 4 lagintze-puntutan eta gainerako estuarioetako 3 lagintze-puntutan (ikus **1. taula**, Metodologia). Aipatutako azterketa honek “a” klorofilaren laginketarako urteko garairik egokiena finkatzen lagundu zuen: apirila bukaeratik urria bukaerara. Estuario bakoitzari dagozkien emaitzak xehetasun handiagoarekin Revilla et al. (2013)-n kontsulta daitezke. Txosten honetan, orduan lortutako emaitza nagusiak laburtzen dira eta, era berean, egundaino lorturiko datuekin analisi matematiko orokorrak burutu dira.

Denbora-segidetako balio minimoak eta maximoak zerrendatu diren **8. taulan** ikus daitezkeenez, hazkunde handieneko garairako (udaberri-udazken), klorofilaren kontzentrazioak asko alda daitezke estuario bereko tarte batetik bestera. Estuario gehienetan, apirila urria bitarteko klorofilaren maximo historikoak goiko tartean, oligohalinoan, ikusten dira eta 50-100 $\mu\text{g l}^{-1}$ mailako kontzentraziotara iristen dira.

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

Estuarioa	Lagintze-puntua	Zona	Denbora-segida	Gazitasuna (mediana)	Baldintzak	Chl-a Minimoa	Chl-a Maximoa
Deba	5	Goikoa	1999-2014	0,2	Oligohalinoak	0,2	49,8
	3	Erdikoa	1999-2014	5,7	Mesohalinoak	$\leq 0,1$	34,5
	1	Behekoa	1999-2014	16,2	Mesohalinoak	$\leq 0,1$	21,6
Urola	5	Goikoa	1999-2014	3,5	Oligohalinoak	$\leq 0,1$	69,4
	3	Erdikoa	1999-2014	19,7	Polihalinoak	$\leq 0,1$	12,0
	1	Behekoa	1999-2014	27,7	Polihalinoak	$\leq 0,1$	19,7
Oria	4	Goikoa	1999-2014	0,4	Oligohalinoak	$\leq 0,1$	103,0
	2	Erdikoa	1999-2014	13,1	Mesohalinoak	$\leq 0,1$	46,6
	0	Behekoa	2001-2014	26,3	Polihalinoak	$\leq 0,1$	48,5
Urumea	6	Goikoa	1999-2014	0,1	Oligohalinoak	$\leq 0,1$	80,2
	9	Erdikoa	1999-2014	9,7	Mesohalinoak	0,2	27,3
	11	Behekoa	2001-2014	30,2	Euhalinoak	$\leq 0,1$	24,4
Oiartzun	6	Goikoa	1998-2014	30,2	Euhalinoak	$\leq 0,1$	21,7
	4	Erdikoa	1998-2014	31,9	Euhalinoak	$\leq 0,1$	25,0
	2	Behekoa	1998-2014	33,7	Euhalinoak	$\leq 0,1$	19,6
	1	Kaia	1998-2014	32,0	Euhalinoak	$\leq 0,1$	23,8
Bidasoa	4	Goikoa	1999-2014	1,9	Oligohalinoak	0,2	89,3
	5	Erdikoa	1999-2014	11,7	Mesohalinoak	$\leq 0,1$	47,2
	6	Behekoa	2001-2014	27,4	Polihalinoak	$\leq 0,1$	13,8
Guztira						$\leq 0,1$	103,0

Maximoen zenbatekoa estuarioetako goiko tartetik bokalerantz gutxitzen ohi doa. Dena den, estuario batzuetako tarteko zatian, mesohalinoan, $50 \mu\text{g l}^{-1}$ inguruko muturreko balioak ikus daitezke; Deban, Orian eta Bidasoan gertatzen den bezala. Estuario batzuetako erdiko edo beheko zonak bereizten dituzten tarte polihalinoan, zaila da zenbateko honetako kontzentrazioak topatzea (Orian izan ezik). Tarte euhalinotan neurtutako maximo absolutua $25 \mu\text{g l}^{-1}$ koa izan da.

Oiartzun ibaiaren estuarioa da salbuespena. Bertan denbora-segidako maximoak oso antzekoak dira tarte desberdinetan ($20\text{-}25 \mu\text{g l}^{-1}$), guztiak tarte euhalinotan izanik.

Gaur egun klorofila neurtzen diren lagintze-puntuak estuarioko goiko eta beheko tarteen bitartean banatzen dira eta gazitasun-tarte nagusien adierazgarri dira (**8. taula**). Aurreko atalean azaldu denez, gazitasunak ibaien emariek itsasokoekiko duten eragin erlatiboa isladatzen du eta fitoplanktonaren gainean eragina du (zuzenean edo zeharka). Hau da, hein batean, klorofilaren maximo historikoak estuarioen goiko tartean, gazitasuna baxuagoa den eremuan, topatzearen arrazoia. Oiartzun estuarioan, ordea, gazitasun baldintzak espazialki uniformeagoak dira, eta honek klorofilaren muturreko balioen aldakortasun espaziala txikiagotu egiten du.

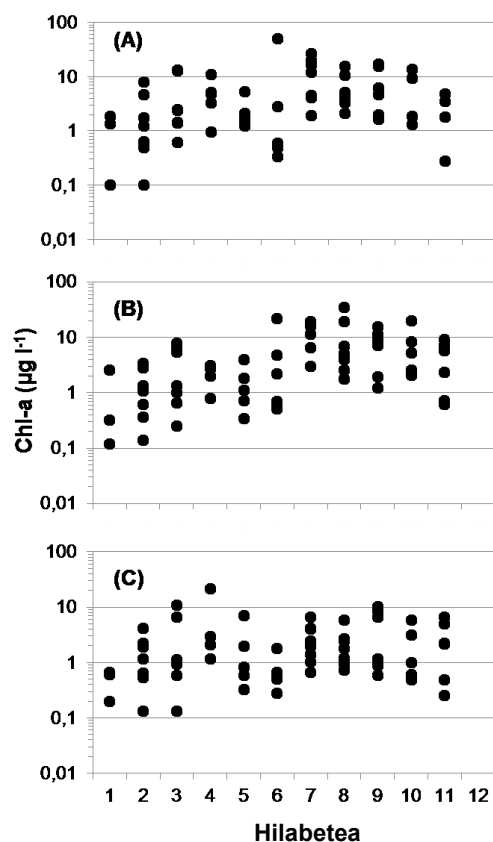
Jarraian, aurreko azterlan batetan lortutako klorofilaren urteroko zikloaren emaitzak laburbiltzen dira. Xehetasun gehiagorako, Revilla et al. (2013) kontsulta daiteke.

Urtaroko aldakortasuna Deba ibaiaren estuarioan

Denbora-segidako minimoak $0,1 \mu\text{g l}^{-1}$ ingurukoak dira eta hilabete hotzetan ematen dira (urtarrila eta martxoa bitartean) (**9. irudia**). Estuarioaren goiko tartean zenbait balio baxu ere ikusten dira ekaina eta azaroan (**9. irudia**, A). Minimoek garai euritsueto fitoplanktonaren gaineko ibai-arrasteen eragina adierazten dute, eta hauek probabilitate handiagoarekin neguko hilabeteetan gertatzen dira.

Estuarioaren goiko eta erdiko tartetean klorofilaren muturreko balio altuenak hilabete beroenetan ikusten dira (**9. irudia**, A, B).

Eredu hau beheko tartean aldatu egiten da (**9. irudia**, C) eta bi garaietan hautematen dira klorofilaren kontzentrazioaren muturrak: alde batetik, udaberrian (apirilean ematen delarik maximo absolutua) eta, bestetik, uda amaieran (irailean).

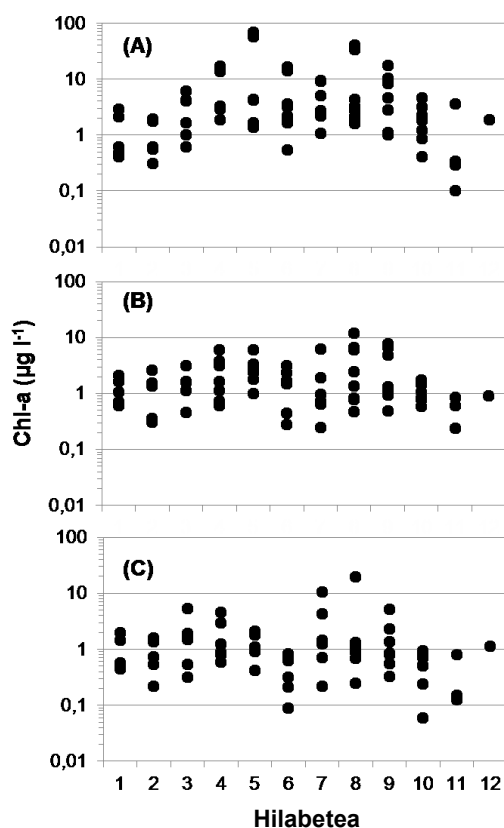


9. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) urtaroko aldakortasuna Deba ibaiaren estuarioan: (A) 5 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 3 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 1 lagintze-puntua (beheko tartea). Neurketen segidako 1999. eta 2012. bitarteko datuak hartu dira. Datuak eskala logaritmikoan irudikatu dira.

Urtaroko aldakortasuna Urola ibaiaren estuarioan

Urola ibaiaren estuarioaren goiko tartean irudiaren itxura ahurra da gutxi gorabehera (10. irudia, A). Apirila eta iraila bitartean balio oso baxurik ia ez dagoelako gertatzen da hori, eta baita ere kontzentrazio maximoak garai horretan ematen direlako.

Urola ibaiaren erdiko eta beheko tartetean (10. irudia, B eta C) ziklo bimodala antzematen da, udaberrian (martxoa eta maiatza bitartean) eta udan (uztaila eta iraila bitartean) ematen baitira muturreko balioak. Urolaren ibaiaren estuarioko minimoak, urteko edozein garaitan gerta daitezkeen arren, bakanagoak dira udaberrian.



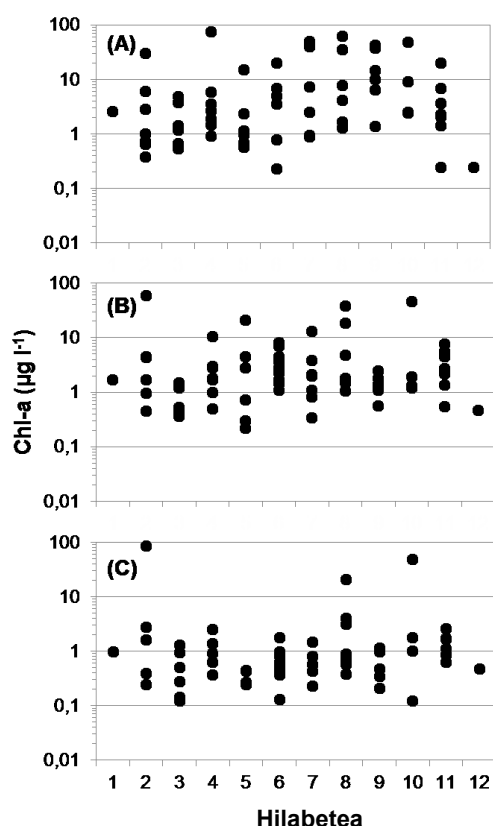
10. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) urtaroko aldakortasuna Urola ibaiaren estuarioan: (A) 5 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 3 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 1 lagintze-puntua (beheko tartea). Neurketen segidako 1999. eta 2012. bitarteko datuak hartu dira. Datuak eskala logaritmikoan irudikatu dira.

Urtaroko aldakortasuna Oria ibaiaren estuarioan

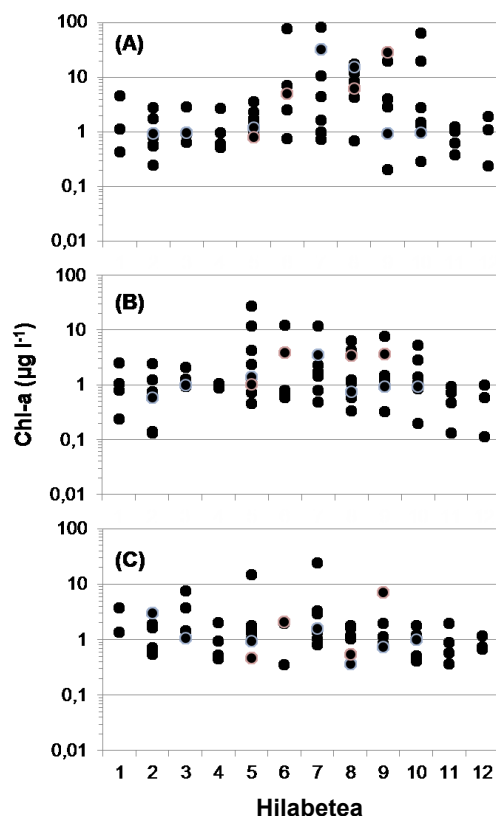
Orian ezin da urtaroko ziklo argirik antzeman klorofilaren muturreko kontzentrazioentzat. Goiko tartean bakarrik (4 lagintze-puntua) hauteman daiteke ereduren bat: uztaila eta urria bitartean balio guztiak $1 \mu\text{g l}^{-1}$ baino handiagoak dira, gainerako hilabeteetan balio baxuagoak badaudelarik (urtarrilean izan ezik, baina datu bakarra dago) (**11. irudia, A**).

Erdiko tartean (2 lagintze-puntua), baliorik gehienak $1 \mu\text{g l}^{-1}$ eta $10 \mu\text{g l}^{-1}$ artekoak dira, tarte horren gaineko edo azpiko datu bakan batzuk badauden arren (**11. irudia, B**).

Oria ibaiaren estuarioko beheko tartean (0 lagintze-puntua), muturreko hiru balio ezik (otsaila, abuztua eta urria), oso tarte estuan sartzen dira kontzentrazioak ($0,1-4 \mu\text{g l}^{-1}$) denbora-segidako 12 urteetan eta ezin da urtaroko aldakortasun-eredurik antzeman (**11. irudia, C**).



11. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) urtaroko aldakortasuna Oria ibaiaren estuarioan: (A) 4 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 2 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 0 lagintze-puntua (beheko tartea). Neurketen segidako 1999. eta 2012. bitarteko datuak hartu dira. Datuak eskala logaritmikoan irudikatu dira.



12. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) urtaroko aldakortasuna Urumea ibaiaren estuarioan: (A) 6 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 9 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 11 lagintze-puntua (beheko tartea). Neurketen segidako 1999. eta 2012. bitarteko datuak hartu dira. Datuak eskala logaritmikoan irudikatu dira.

Urtaroko aldakortasuna Urumea ibaiaren estuarioan

Goiko tartean klorofilaren kontzentrazioarik handienak ($10 \mu\text{g l}^{-1}$ eta $100 \mu\text{g l}^{-1}$ artean) udan zehar eta udazkenaren hasieran neurtu dira: ekaina eta urria bitartean (**12. irudia**, A).

Erdiko tartean, klorofilaren muturreko balioak ez dira horren nabariak ($10 \mu\text{g l}^{-1}$ inguru) eta maiatza eta urria bitartean ematen dira (**12. irudia**, B).

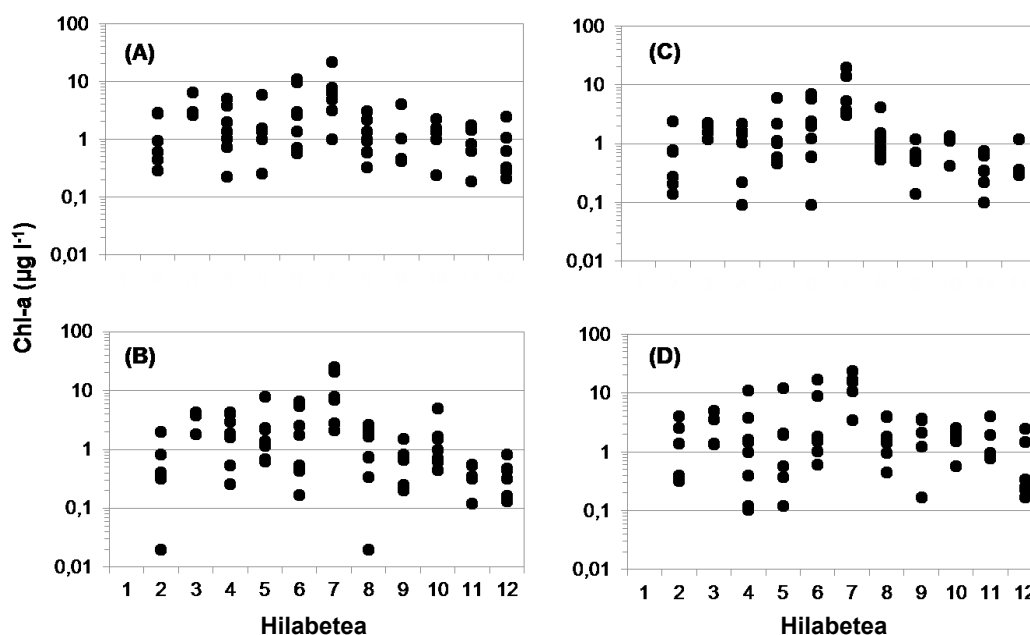
Beheko tartea urtaroko aldakortasun gutxiago du, eta muturreko balio bakanak martxoa eta iraila bitartean neurtu dira (erdiko tartean bezala, $10 \mu\text{g l}^{-1}$ inguru) (**12. irudia**, C).

Urumea ibaiaren estuarioko denbora-segida osoko datuak kontuan hartuta, baliorik baxuenak estuarioko erdiko tartean neurtu dira ($0,1 \mu\text{g l}^{-1}$ inguru), azaroa, abendua eta otsailean.

Urtaroko aldakortasuna Oiartzun ibaiaren estuarioan

Estuario honek Gipuzkoako gainerako estuarioek baino batezbesteko gazitasun balio handiagoak ditu, 25 eta 33 PSU bitartekoak. Honek, itsasoaren eragina oso handia dela esan nahi du (Revilla eta Muxika, 2012).

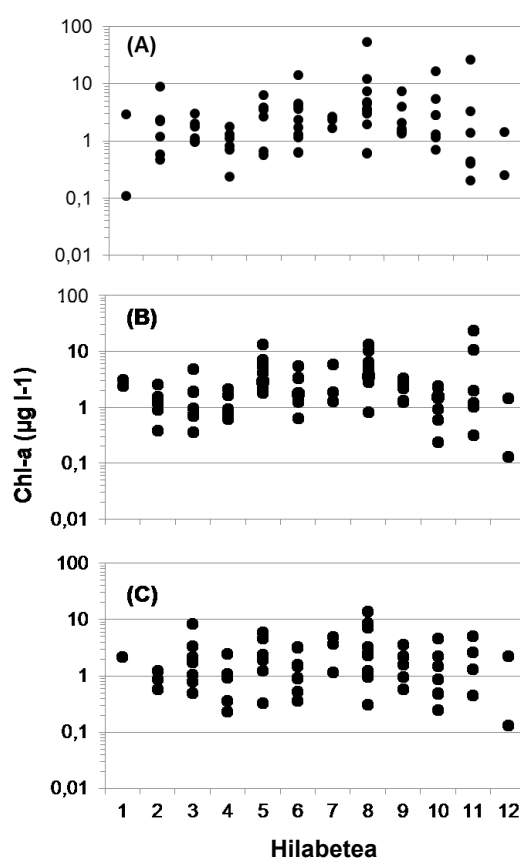
Azken 15 urteotako klorofilaren kontzentrazioarik altuenak $10\text{--}25\ \mu\text{g l}^{-1}$ tartekoak izan dira eta apirila eta uztaila bitartean neurtu dira (**13. irudia**). Kontzentrazioarik baxuenak $0,1\ \mu\text{g l}^{-1}$ ingurukoak edo baxuagoak izan dira, eta urteko edozein hilabetetan eman daitezke. Aipatu beharra dago 6 lagintze-puntuan, goiko tartean edo portuko goiko muturrean kokatua dagoena, kontzentrazio minimoak gainerako lagintze-puntuetan baino handixeagoak direla (**13. irudia, A**).



13. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) urtaroko aldakortasuna Oiartzun ibaiaren estuarioan: (A) 6 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 4 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 2 lagintze-puntua (beheko tartea); (D) 1 lagintze-puntua (Herrera kaia). Neurketen segidako 1998. eta 2012. bitarteko datuak hartu dira. Datuak eskala logaritmikoan irudikatu dira.

Urtaroko aldakortasuna Bidasoa ibaiaren estuarioan

Bidasoa ibaiaren estuarioan, **14. irudian** antzeman daitekeenez, klorofilaren muturreko balioek ez dute denbora-eredu argirik jarraitzen. Hala ere, balio minimoak ez dira horren nabarmenak maiatza eta iraila bitartean. Balio altuenak, $10 \mu\text{g l}^{-1}$ -tik gorakoak, maiatza eta azaroa bitartean neurtu dira.



14. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) urtaroko aldakortasuna Bidasoa ibaiaren estuarioan: (A) 4 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 5 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 6 lagintze-puntua (beheko tartea). Neurketen segidako 1999. eta 2012. bitarteko datuak hartu dira. Datuak eskala logaritmikoa irudikatu dira.

3.1.3 Estuario bakoitzeko klorofilaren joera 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, 2008.etik 2014.era. Metodologian aipatu denez, azterketa honetarako apirila eta urria bitarteko datuak bakarrik erabili dira, biak barne.

Estuario bakoitzeko emaitzak **9. taulan** laburbildu dira. Denboran zehar maiztasuna aldatzen joan denez, laginaren neurria (N) ez da berdina aztertu diren aldi guztietarako. Aztertu diren aldietan, 15 datukoa izan da neurririk txikiena eta 26 datukoa izan da handiena.

90. pertzentila $1,1 \mu\text{g l}^{-1}$ eta $58,1 \mu\text{g l}^{-1}$ artekoa da. Estuario bakoitzeko maximo absolutuak goiko tartean hautematen dira, Oiartzun ibaiaren estuarioan izan ezik, non Herrera kaian ematen baitiren.

9. taula. Lagintze-puntu bakoitzean 90. pertzentila zenbatetsi diren 6 urteko denbora tarteek dituzten datu kopuru (N) minimoa eta maximoa aurkezten dira. “A” klorofilaren kontzentrazioaren datuekin neurtutako 90. pertzentilen (90P) tarteak (balio minimoa eta maximoa) ere aurkezten da.

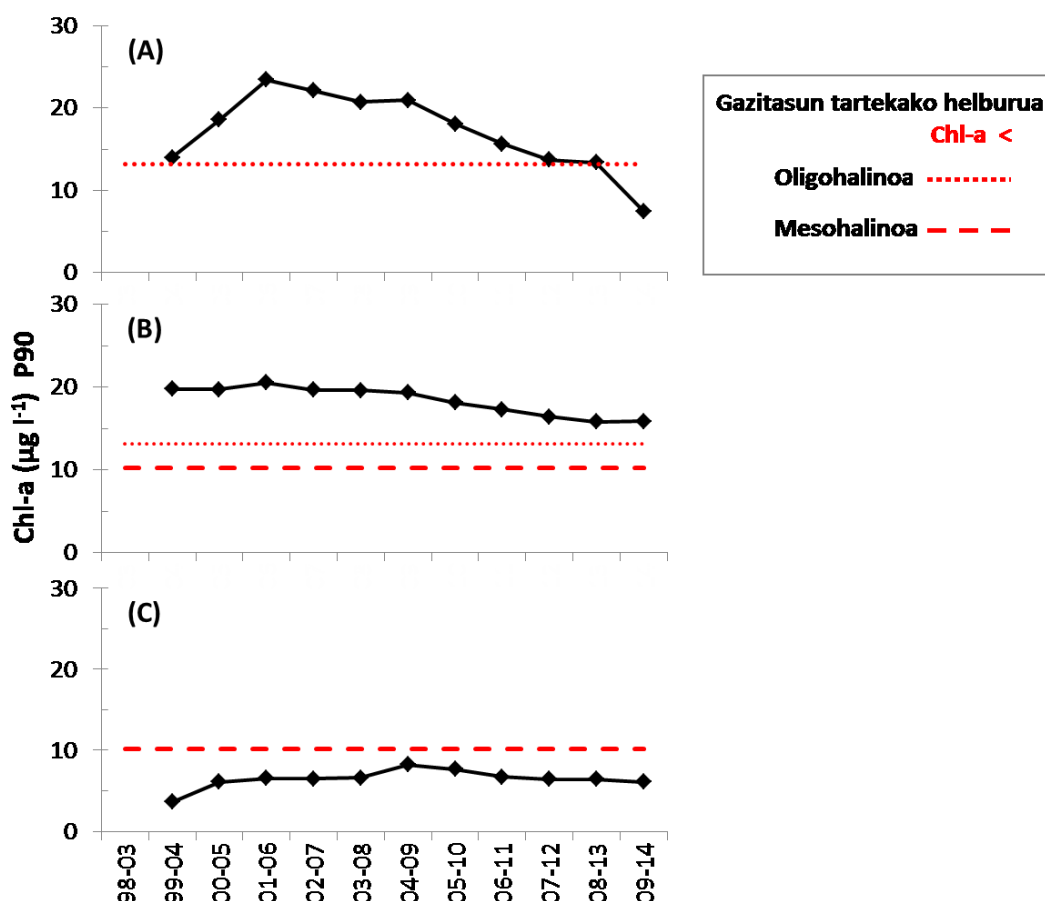
Estuarioa	Lagintze-puntua	Tartea	Denbora-segida	N Min.	N Max.	90P Min.	90P Max.
Deba	5	Goikoa	1999-2014	15	22	7,5	23,5
	3	Erdikoa	1999-2014	16	26	15,8	20,5
	1	Behekoa	1999-2014	16	25	3,6	8,2
Urola	5	Goikoa	1999-2014	19	26	13,3	34,2
	3	Erdikoa	1999-2014	19	26	3,2	7,1
	1	Behekoa	1999-2014	19	25	2,0	5,2
Oria	4	Goikoa	1999-2014	16	26	30,1	54,9
	2	Erdikoa	1999-2014	17	26	2,8	27,8
	0	Behekoa	2001-2014	16	26	1,1	12,2
Urumea	6	Goikoa	1999-2014	19	26	12,6	58,1
	9	Erdikoa	1999-2014	18	25	4,6	11,4
	11	Behekoa	2001-2014	22	26	1,8	3,2
Oiartzun	6	Goikoa	1998-2014	17	23	5,0	8,5
	4	Erdikoa	1998-2014	17	23	5,7	10,8
	2	Behekoa	1998-2014	15	23	3,6	6,0
	1	Kaia	1998-2014	17	23	5,9	14,9
Bidasoa	4	Goikoa	1999-2014	18	25	4,8	9,8
	5	Erdikoa	1999-2014	19	26	5,7	8,1
	6	Behekoa	2001-2014	22	26	3,7	5,6
Guztira				15	26	1,1	58,1

Ondoren, estuario bakoitzean klorofilaren 90. pertzentilak izan duen bilakaera aurkeztuko da grafikoki eta, Metodologia atalean azaldu den adierazlean oinarrituta, uren kalitatearen balioztatzea egindo da.

Deba ibaiaren estuarioa

Deba ibaiaren goiko tartean, **15. irudian** (A) ikusten denez, klorofilaren kontzentrazioa baxua zen 90. hamarkadaren amaieran, baina igo egin zen 2000. hamarkadaren hasieran. Ondoren, bai goiko tartean eta baita erdikoan ere, klorofilak beheranzko joera hartu zuen (**15. irudia**, A, B). Aldiz, estuarioaren beheko tartean egonkortasun handia du klorofilaren 90. pertzentilak (**15. irudia**, C).

Goiko eta erdiko tartean 2000. hamarkadaren hasieran neurtu ziren kontzentrazioak eutrofia adierazle izan litezke. Aldiz, azken denbora-tarteetan 90. pertzentila atalasetik gertu edo azpitik dago; beraz, estuarioak gaur egun ez duela fitoplanktonaren hazkunde masiboek eragindako arazorik baieztatu daiteke.

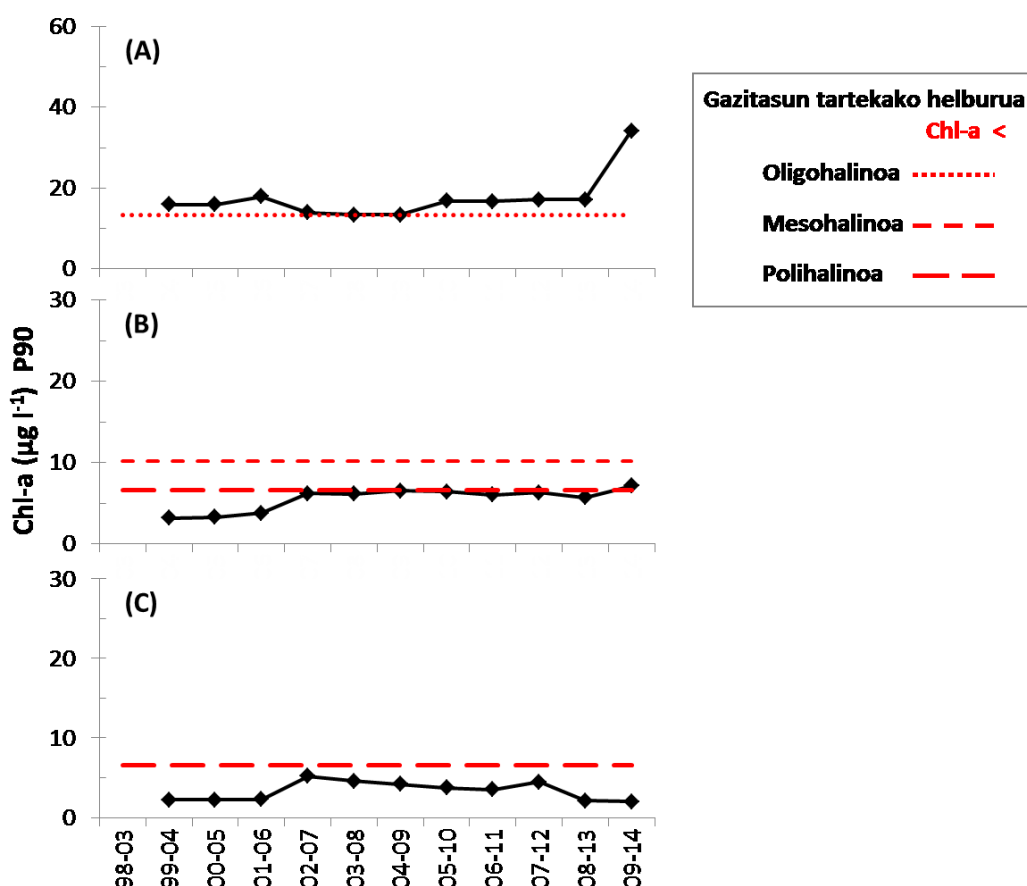


15. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Deba ibaiaren estuarioan: (A) 5 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 3 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 1 lagintze-puntua (beheko tartea). Gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du lerro gorriak.

Urola ibaiaren estuarioa

Estuarioaren goiko tartean 2013.erarte klorofila indizeak balio nahiko egonkorak erakusten ditu, egoera *Ona* eta *Onargarria* bereizten dituen atalasetik gertu izanik (16. irudia, A). Hala ere, 2014.ean indizea gora doa, eremu horretan gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa izan denaren adierazle. Nahiz eta ibai-izaera handien duen lagintze puntuan 1999.etik aurrera klorofila maila ia beti balio erlatiboki baxutan mantendu den, 2014.eko udaberri eta udaran 30-40 $\mu\text{g l}^{-1}$ inguruko kontzentrazioak maiz topatu izan dira, indizearen bapateko igoera eraginez. Dena den, beharrezkoa da beste ebidentzia-lerroak aztertzea (mantenugaiak, esaterako) estuarioaren goiko tartean eutrofizazio-arazorik ote dagoen zehazteko.

90. pertzentilak erdiko eta beheko tartetean eta denbora-segidako aldi guztietan klorofila gehiegizko baldintzarik ez dela ikusi adierazten du, hau da, 1999.etik gaur egundaino (16. irudia, B, C).



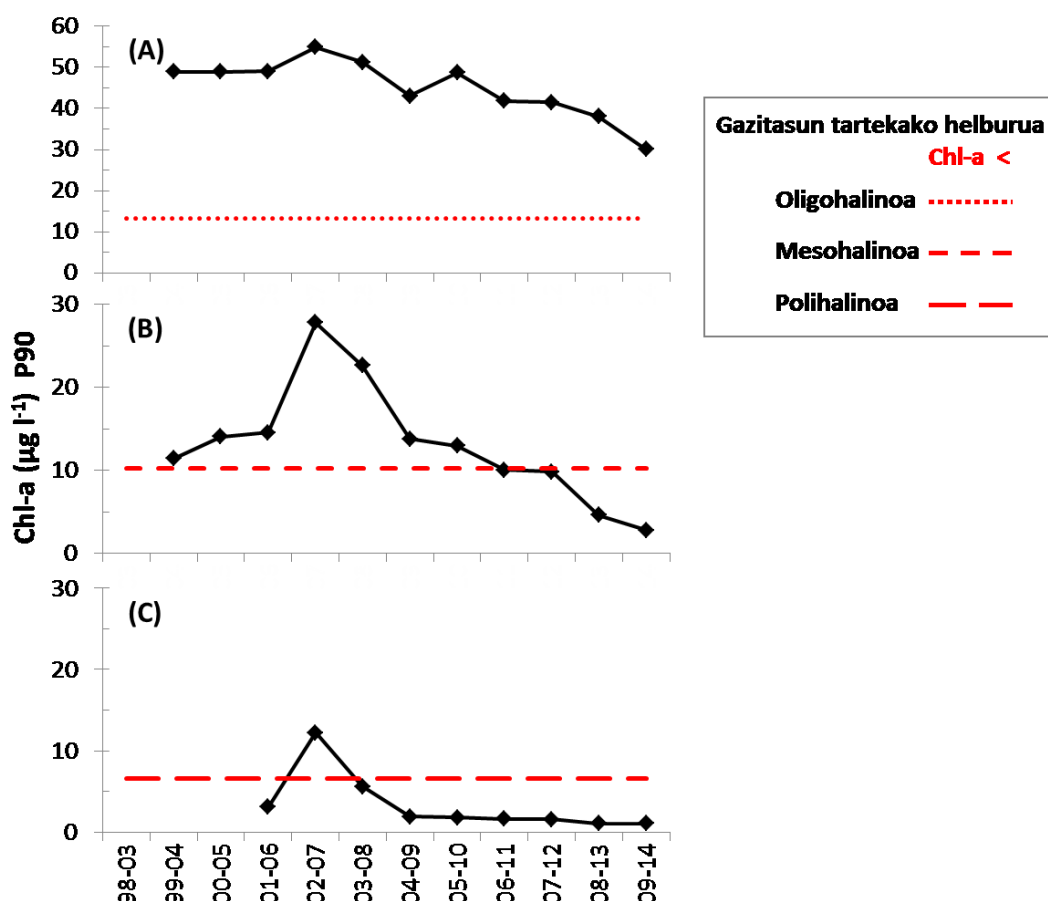
16. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Urola ibaiaren estuarioan: (A) 5 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 3 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 1 lagintze-puntua (beheko tartea). Gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du lerro gorriak.

Oria ibaiaren estuarioa

Orian, klorofilaren 90. pertzentilak goiko tarteranzko emendatze-eredua jarraitzen du, gazitasunaren alderantzizkoa (17. irudia).

Goiko tartean (Aginaga-ko lehenengo ontziralekuak) neurtu diren klorofilaren balio hain handiek, estuarioan tarte horretako presio antropiko altuari zor lekizkioken intentsitate handiko loratze fitoplanktonikoak ematen direla adierazten dute. Epe luzera 90. pertzentilak beheranzko joera duen arren, aztertu den azken denbora-tartean $38 \mu\text{g l}^{-1}$ izan da, oraindik ere kalitate-atalasetik urrun, zeina $13,20 \mu\text{g l}^{-1}$ baiten ur oligohalinoetarako (17. irudia, A).

Beheko eta erdiko tarteetan, klorofilaren 90. pertzentilak 2000. hamarkadako erdialdean bakarrik adierazten ditu eutrofizazio arazoak. Ordudanik hoheranzko joera azaltzen dute adierazlearen balioek eta, gaur egun, atalasetik behera dago (17. irudia, B, C).

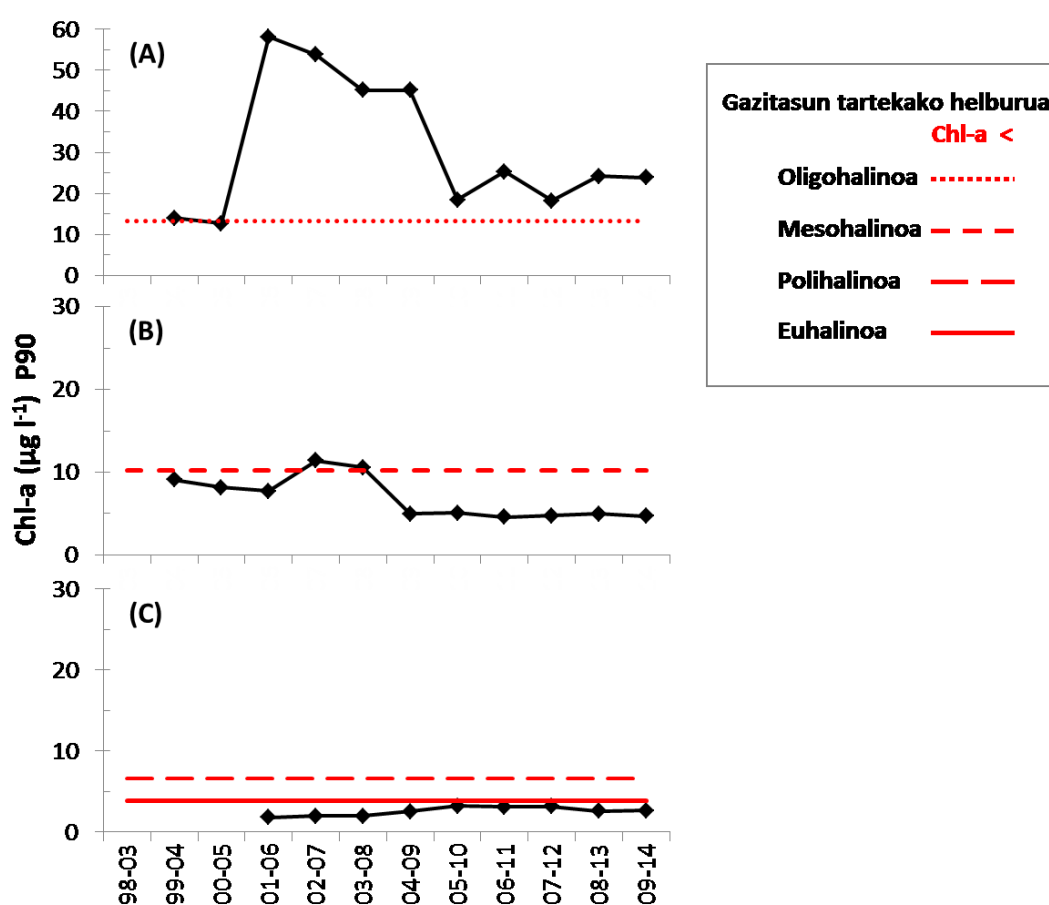


17. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Oria ibaiaren estuarioan: (A) 4 lagintze-puntua (goiko tarte); (B) 2 lagintze-puntua (erdiko tarte); (C) 0 lagintze-puntua (beheko tarte). Gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du lerro gorriak.

Urumea ibaiaren estuarioa

Orian bezala, Urumea ibaiaren estuarioan ere, klorofilaren 90. pertzentilak goranzko emendatze-joera du, ibaiaren eragina handiagoa den heinean (**18. irudia**).

Pertzentilaren balioa atalasearen gainetik dago denbora-segida gehienez 6 lagintze-puntuan. Honek, estuarioaren goiko tartean eutrofia arazo iraunkorrak egon litezkeela adierazten du (**18. irudia**, A). Estuarioan behera ez da atalasea gainditzen duen baliorik hautematen, erdiko tartean noizbehinka eta arinki izan ezik (**18. irudia**, B, C).



18. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Urumea ibaiaren estuarioan: (A) 6 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 9 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 11 lagintze-puntua (beheko tartea). Gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du lerro gorriak.

Aipatu beharra dago 6 lagintze-puntuan klorofilaren 90. pertzentilaren balioa asko aldatzen dela denboran zehar (**18. irudia**, A). Hasieran baxu samarra da eta 2000. hamarkadaren hasieran eutrofizazioak eragindako inpakturik ez zegoela adierazten du. Aldiz, urte batzuk geroago,

adierazlearen balioa asko handitzen da, estuarioaren goiko tartean intentsitate handiko loratzeak zeudela adieraziz. Azken 5 denbora-tarteetan 90. pertzentila jeitsi eta atalasetik gertuago kokazen da.

Hernani, Astigarraga eta Martutene inguruko hondakin-uren isuriak hodi-biltzaile batera eramanda 90. hamarkadan egindako saneamendu lanak, oxigenoak eta mantenugaiek (amonioa eta fosfatoa) hurrengo urteetan izan dituzten hobetzeetan isladatzen dira. Aldiz, estuarioaren goiko tartean, klorofilak emendatze erantzun bat erakusten du (eutrofizazio arazoan adierazle) hain zuzen uraren baldintza fisiko-kimikoak (oxigenoa eta mantenugaia) hobetzen diren urteetan. Hala ere, estuarioaren deskontaminazioa dela eta, ez da harritzekoa klorofilak horrelako erantzuna ematea. Gogoan izan behar da tratatu gabeko isuriek biotarentza, 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) Argitasun gehiago (uhertasun gutxiago) isurien desbideraketatik. Baina hipotesi hau baztertu egin daiteke aurreko txostenean egin zen aldagai honen bilakaeraren azterketa dela medio (Revilla et al., 2011b).

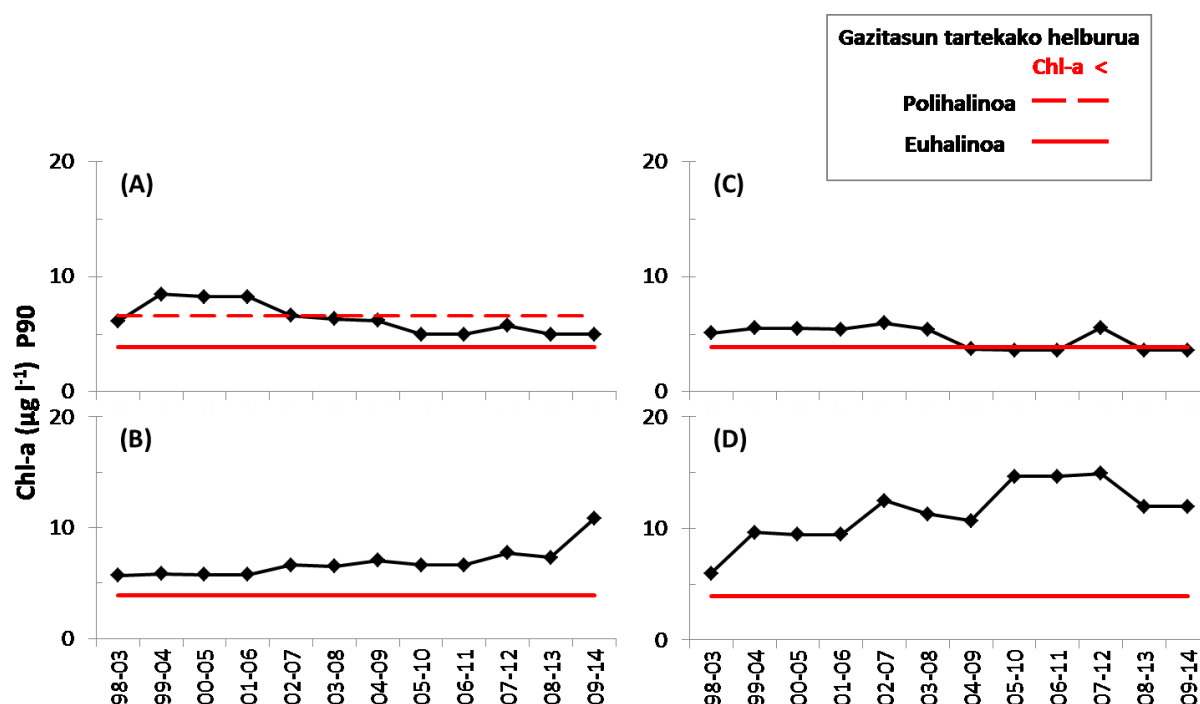
(2) Ibaiaren emaria gutxitzera eraman zuten faktore meteorologikoak. Aurreko txostenetan azaldu denez: udako lehortea egon zen eta minimoak neurtu ziren oxigenoarentzat 1999., 2001., 2003., 2004. eta 2005.ean; eta minimoak oxigenoarentzat 2006.ean ere.

Bigarren honegatik balitz, klorofilaren oszilazioak Gipuzkoako estuario guztietan eman beharko ziren hein batean, edo behintzat ibaiaren eragina handia direnetan (Deba eta Oria). Azken hauei dagokienez, Debaren goiko tartean klorofilaren emendatze bat antzematen da, baina ez Urumeako adinakoa. Emendatze hori 2006.eko maximo historikoari zor zaio ($50 \mu\text{g l}^{-1}$) eta baita 2003. eta 2005. urteetan neurtu ziren kontzentrazio handi samarrei. Orian, maximo historiko bat neurtu zen 2003.ean ($47 \mu\text{g l}^{-1}$). Beraz, baliteke baldintza meteorologikoez Urumean fitoplanktonaren metaketan laguntzea.

Edonola ere, 2000. hamarkadaren erdialdera Urumea ibaiaren estuarioaren goiko tartean loratzeak eman ziren arren, joera orokorrak klorofilaren kontzentrazioaren gutxitze jarraitua adierazten du.

Oiartzun ibaiaren estuarioa

Klorofilaren 90. pertzentila $3,6 \mu\text{g l}^{-1}$ eta $14,9 \mu\text{g l}^{-1}$ artekoa da. Balio hauek baxuak dira Gipuzkoako estuario gehienekoekin alderatuta (**19. irudia**). Hala ere, estuario honetako gazitasuna kontuan izan behar da, kalitatearen sailkapenaren gainean duen eraginagatik (baxuagoa eginez eta, beraz, zorrotzagoa).



19. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Oiartzun ibaiaren estuarioan: (A) 6 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 4 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 2 lagintze-puntua (beheko tartea); (D) 1 lagintze-puntua (Herrera kaia). Gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du lerro gorriak.

Oiartzun ibaiaren estuarioan, klorofilaren 90. pertzentilak presio antropikoari lotutako eredu espazialak ditu. Hala, **19. irudian** (D) azaltzen denez, 1 lagintze-puntuan (Herrera kaia) antzeko gazitasuna duten estuarioko beste tarte batzuetakoak baino kontzentrazio handiagoak daude. Izan ere, adierazleak nabarmen gaitzen du atalasea, zeina garai horietan fitoplanktonaren gehiegizko hazkuntzen arazoaren zantzua baiten. Badira Herrera kaian tratatu gabeko hondakin-urak isurtzen direla adierazten duten azterlanak (Revilla et al., 2011c). Gainera, berritze gutxiko eremu bat da (Montero et al., 2011), honek fitoplanktonaren metaketan laguntzen duelarik.

Kaian adierazleak emendatze jarraitua erakusten du urteetan zehar (**19. irudia**, D). Bere kokapenagatik, Herrera kaiko isurien eragina jasan dezake 2 lagintze-puntuak ere (beheko

tartea). Tarte horretan (**19. irudia**, C) atalasearen gaineratik dauden 90. pertzentilaren balioak ere maiz antzematen dira, baina ez dira kaian adina urruntzen atalasetik.

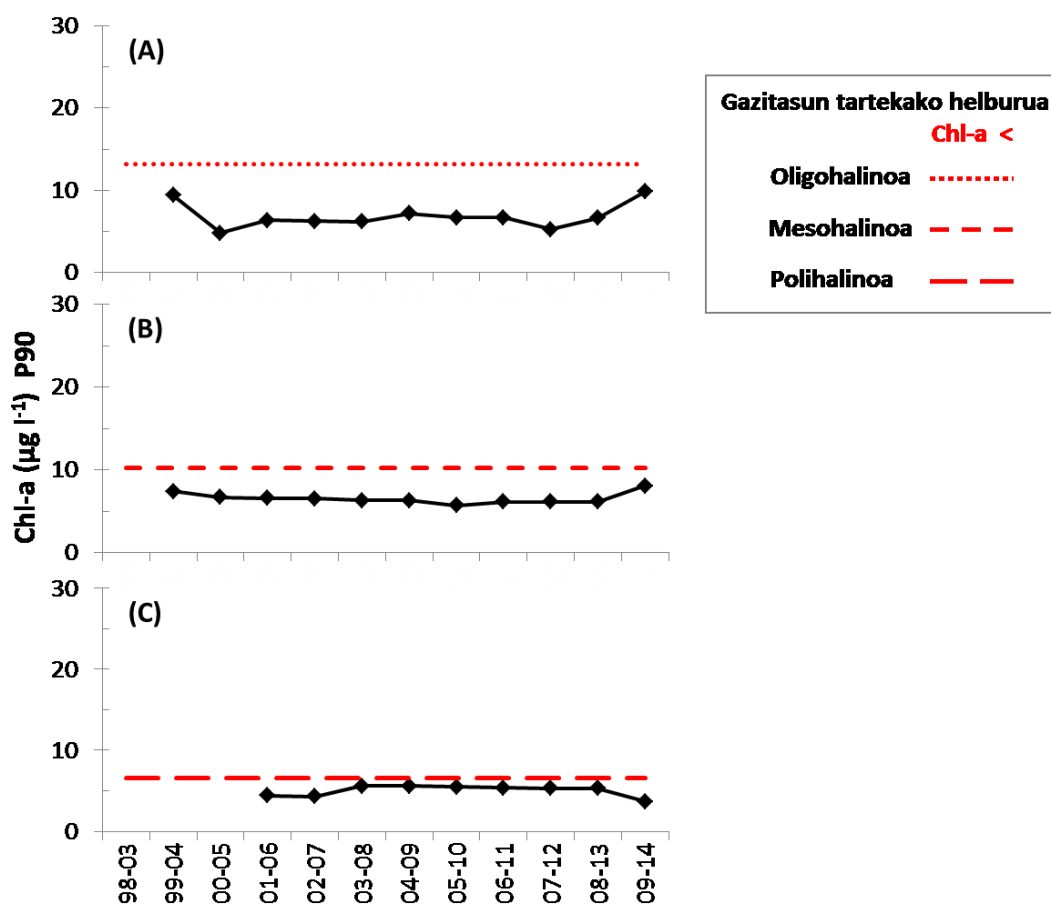
Goiko tartean beheranzko joera du pertzentilak, kalitatearen hobetzea adierazten duelarik (**19. irudia**, A). Hala ere, erdiko tartean klorofilaren emendatzerako joera leun baina jarraitua antzematen da, gaur egun ur euhalinoentzat finkaturiko atalasea erraz gaindituz (**19. irudia**, B).

Kontuan izan behar da Oiartzun ibaiaren estuarioak eutrofizaziorako joera handia duela uraren berritze-tasa baxua dela eta. Estuario hau euskal kostaldeko sakonenetakoa da (20 m) eta, horregatik, bolumen handia du. Gainera, bolumenaren hein handi bat mareazpikoa da eta honek uraren egonaldi baxua eragiten du, asteetakoa (Valencia et al., 2004a, b). Beraz, garrantzitsua da estuario honetan saneamendu ona egitea, Herrera kaian zehazki.

Bidasoa ibaiaren estuarioa

Bidasoa ibaiaren estuarioan, Oiartzun ibaiarenean bezala, klorofilaren 90. pertzentilak ez du beheranzko oso joera nabarmenik jarraitzen estuarioaren goiko tartetik beherakora (**20. irudia**). Bi estuarioak nahiko sakonak dira erdiko tartean eta kanpokoan eta, beraz, uraren egonaldia handi samarra da tarte horietan. Beraz, klorofilaren kontzentrazioa nahiko homogeneouski banatzen da eremu osoan.

Bidasoa ibaiaren estuarioan, 90. pertzentilaren balioak Gipuzkoako gainerako estuarioetan, gazitasun berdintsuko lagintze-puntuetan, neurtu direnak baino baxuagoak dira. Gainera, ez dute eutrofia adierazten duen atalasea gainditzen (**20. irudia**). Beraz, estuario honek ez du biomasa fitoplanktonikoaren gehiegizko pilaketa arazorik aztertu diren lagintze-puntu bakar batean ere. Esan beharra dago, hala ere, beste azterlan batzutan eutrofizaziorako joera handia duela ikusi dela, bere baldintza hidrografikoak direla eta, bolumen oso handia baitu eta uraren berritze-tasa oso mantsoa baita (Revilla et al., 2011c). Horregatik, garrantzitsua da gutxiegi tratatutako hondakin-uren isurketarik ez ematea, honek inpaktua izango bailuke komunitate biologikoetan.



20. irudia. Klorofilaren kontzentrazioaren (Chl-a) 90. pertzentilaren bilakaera Bidasoa ibaiaren estuarioan: (A) 6 lagintze-puntua (goiko tartea); (B) 9 lagintze-puntua (erdiko tartea); (C) 11 lagintze-puntua (beheko tartea). Gehiegizko biomasa fitoplanktonikoa adieraziko lukeen atalasea irudikatzen du lerro gorriak.

3.2 Oxigeno disolbatuaren edukia Gipuzkoako estuarioetan

3.2.1 Espazio- eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak

Laburpen moduan, segida historikoan oinarriturik (1988-2012), lagintze-puntu bakoitzerako datu-kopurua eta parametro estatistiko nagusiak azaltzen dira **10. taulan**. Estuario guztietan neurtu dira $14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ baino balio handiagoak (**10. taulan** gorriz adierazi direnak). Nahiz eta oso handiak izan, balio horiek ere kontuan izan dira azterketetan, fotosintesi-jarduera handiko egoerak adierazi baititzakete. Baliorik handienak, $17 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ingurukoak, Urola ibaiaren estuarioan neurtu dira (Saburutx zubian eta Narrondo errekan). Oxigenoaren muturreko balioak eta batezbesteko kontzentrazio handienak estuarioen goiko tarteetan eman ohi dira. Hau argi antzeman daiteke Orian eta Urolan, non barnealdean dauden lagintze-puntuetan eman baitira $14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ gainditzen dituzten balioak. Oiartzun ibaiaren estuarioan ere, ibaitik gertuen dagoen tartean, Pasaia Portuaren barnealdean, hauteman da kontzentrazioarik altuena ($14,20 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$).

Segida historikoko minimoei dagokionez, alde handiak antzematen dira bai estuario ezberdinen artean eta baita estuario bakoitzeko lagintze-puntuaren artean ere (**10. taula**). Oiartzun ibaiaren estuarioan, lagintze-puntu guztietan anoxia adierazten duten balio minimoak ere neurtu dira ($0,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ baino gutxiago), bokalean izan ezik (non balio minimo historikoa $1,8 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ baiten). Urumean, Añorga errekan eta Mijoa ibaian $1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ baino balio baxuagoak neurtu dira. Aldiz, Bidasoan eta Orian, oxigenoaren minimoak $3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ eta $5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ artekoak izan ohi dira. Minimorik altuenak ($4 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ eta $6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ artekoak) estuario batzuetan kanpoaldenean dauden lagintze-puntuetan neurtu dira, itsasoaren eragin gehien dutenetan, baita ibai eremutik oso gertu dauden lagintze puntu batzuetan ere (Sasiola zubia Deba estuarioan eta Carabeleko zubia Urumea estuarioan).

Aipatu beharra dago ibaietako urak estuarioetakoak baino hobeto oxigenaturik egon ohi direla, batez ere uhertasunaren eraginez. Gainera estuarioek materia organikoan aberatsak diren isuriak jaso ohi dituzte, eta bakterioek eragindako oxidazio-tasa handiagoa dakarren uraren egonaldi handiagoak dituzte (Franco et al., 1998; Borja et al., 2000). Bestalde, estuarioan oxigenoak gorabehera handiak izan ditzakeen artean, itsasoan egonkortasun handiagoa dago eta, kontzentrazio minimoak eta batezbestekoak handi samarrak izan ohi dira.

Urteko aldakortasunari dagokionez, estuario gehienetan neguko muturreko balioak eta udako minimoak txandakatzen direla, udaberrian eta udazkenean tarteko kontzentrazioak neurtzen direlarik, adierazi da aurreko txostenetan. Oiartzun ibaiaren estuarioan, ordea, ziklo urtarotarra

ez da beste estuariotan bezain agerikoa. Hala, uraren oxigenazio-maila makalagoa uda-garaian den arren, alde gutxi dago neguko, udaberriko eta udazkeneko batezbesteko balioen artean.

10. taula. Disolbatutako oxigenoari (mg l^{-1}) dagozkion parametro estatistikoak. Gorriz $14,00 \text{ mg l}^{-1}$ edo handiagoak diren balioak adierazten dira.

Estuarioa eta denbora-tartea	Lagintze-Puntua	Kokapena	N	Max.	Min.	Bat.best.	Mediana	Desb. tip.	10. pertz.	90. pertz.
DEBA (1988-2014)	DEB55400S	Itsasoratze kai-muturra	93	12,50	5,10	8,36	8,37	1,73	6,10	11,01
	DEB54900S	Deba zubia	199	11,93	2,44	7,90	7,82	2,08	5,01	10,67
	DEB54300S	Finca Laskibar ontziola	196	14,23	2,78	7,96	7,90	2,21	5,04	10,95
	DEB53400S	Lasao baserria	195	14,03	3,47	8,18	8,36	2,15	5,20	11,16
	DEB52200S	F.E.V.E. zubia	196	12,60	1,90	7,92	7,97	2,32	4,60	11,15
	DEB51000S	Astigarribia auzoa	194	14,40	3,26	8,78	8,92	2,13	6,02	11,44
	DEB50000S	Sasiola zubia	100	13,03	4,17	8,85	9,09	2,03	5,79	11,24
MUTRIKU (2004-2014)	MIJ04450S	Mijoa ibaia: MUTRIKU	62	11,81	0,90	7,97	8,24	2,60	4,43	11,09
UROLA (1988-2014)	URO58700S	Zumaiaiko portua	204	12,40	2,06	7,84	7,91	1,95	5,20	10,32
	URO57900S	N-634eko zubia	203	11,97	2,60	7,80	7,80	1,98	5,31	10,48
	URO57000S	F.E.V.E. zubia	191	13,40	2,60	7,75	7,62	2,17	4,96	10,80
	URO55800S	Padurak	201	16,10	2,72	8,34	8,42	2,44	5,25	11,34
	URO55000S	Gorostiaga zubia	204	15,10	2,09	8,53	8,71	2,40	5,18	11,34
	URO54100S	Kondekua	206	14,50	1,34	8,46	8,89	2,50	4,70	11,30
	URO52800S	Saburutx zubia	205	17,00	1,35	8,68	9,28	2,78	4,40	11,56
	NAR07500S	Narrondo erreka	64	17,30	4,90	10,37	10,64	2,81	6,59	13,97
ORIA (1988-2014)	ORI70700S	Itsasoratze kai-muturra	95	13,20	4,90	8,50	8,45	1,60	6,40	10,59
	ORI68700S	Orio zubia	203	13,20	4,18	8,11	7,92	1,87	5,80	10,80
	ORI67200S	Ontziola (Atxega)	205	13,05	4,08	8,01	7,80	2,02	5,53	10,83
	ORI64700S	Aginagako bigarren ontziralekuak	205	14,33	3,46	8,43	8,45	2,16	5,70	11,05
	ORI62400S	Aginagako lehenengo ontziralekuak	205	14,38	3,60	8,65	8,80	2,20	5,78	11,10
	ORI60200S	San Esteban zubia	202	14,51	3,43	9,08	9,57	2,21	5,69	11,58
	ORI58600S	N-634 PK 4	108	14,26	3,80	9,02	9,16	1,87	6,22	11,02
AÑORGA (1992-2014)	ANI04800S	Añorga erreka	127	13,60	0,40	7,09	7,67	2,84	3,19	10,46
URUMEA (1988-2014)	URU38800R	Carabeleko zubia	182	14,02	4,39	10,12	10,30	1,63	8,22	12,12
	URU40200R	Ergobiako zubia	183	13,30	0,68	9,17	9,66	2,11	6,35	11,41
	URU41300S	Astigarragako bihurtunea	283	15,70	0,67	9,28	9,70	2,19	6,60	11,60
	URU42300S	Pilar auzoko zubia	279	14,80	0,39	8,89	9,40	2,43	5,67	11,40
	URU42800S	Martutene auzoko zubia	277	13,10	0,33	8,77	9,30	2,52	5,26	11,50
	URU44000S	Txomin-Enea auzoko zubia	280	16,20	0,74	8,61	8,89	2,45	5,30	11,15
	URU44600S	Kuarteletako zubiak	273	15,40	0,89	8,52	8,81	2,39	5,23	11,13
	URU45300S	Egiako zubia	273	13,20	0,95	8,28	8,70	2,39	5,08	11,00
	URU46600S	Burdinezko zubia	273	12,07	1,51	8,19	8,30	2,16	5,26	10,68
	URU48200S	María Cristina zubia	271	11,80	2,10	8,11	8,10	1,94	5,68	10,40
	URU49000S	Kursaaleko zubia	96	12,43	4,50	8,85	8,84	1,48	7,25	10,80
OIARTZUN (1989-2014)	OIA16700S	Itsasorako kanala	114	10,93	1,77	6,96	7,00	1,78	4,60	9,17
	OIA16200S	Herrera kaia	110	10,32	0,22	4,32	4,44	2,53	0,78	7,88
	OIA15500S	Portuko erdialdea	115	12,13	0,10	6,07	6,50	2,58	2,23	9,06
	OIA15000S	Molinao errekaaren ahoa	116	11,45	0,14	6,22	6,60	2,45	2,53	9,09
	OIA14500S	Lezoko kaia	118	11,45	0,04	5,93	6,49	2,58	1,76	8,65
	OIA14000S	Portuko barnealdea - Oiartzun ibaia	115	14,20	0,11	5,86	6,40	2,93	0,90	9,20
BIDASOA (1992-2014)	BID13500S	Arrantzale-kofradia	99	11,70	5,60	8,56	8,30	1,54	6,80	10,84
	BID10350S	Santiagoko zubia (Irun)	282	12,35	3,30	8,35	8,53	2,11	5,25	11,21
	BID07600S	Behobiako zubia	282	15,40	2,90	9,25	9,47	1,97	6,59	11,50
	BID04200S	Alunda-Lastaola bihurtunea (PK 81, C-131)	281	14,14	3,44	10,29	10,34	1,51	8,51	11,99
	BID00000R	Endarlazako zubia	185	14,00	3,59	10,28	10,25	1,38	8,75	11,90
	END10200R	Endara errekaaren ahoa	184	13,70	3,44	10,45	10,50	1,21	9,13	11,72

3.2.2 Estuario bakoitzeko epe-luzerako joerak

Oxigenoa Deba ibaiaren estuarioan eta Mijoa ibaian

1988. urteaz gero, Deba ibaiaren estuarioan neurtu diren balio minimoak, maximoak eta batezbestekoak azaldu dira **21. irudian**. Aipatzekoa da 2001. urtea, batezbesteko balioa estuario osoan gutxitu baitzen (estuarioaren goiburuan, DEB50000S lagintze-puntuan izan ezik). 1997. urteaz gero, joera positiboa dute balio minimoek.

Oxigenazio baldintza onak izan ditu estuarioak 2014.ean, 9 mg l⁻¹ eta 11 mg l⁻¹ arteko batezbesteko balioekin lagintze-puntu bakoitzean. Kontzentrazio txikienak udara eta udazkenean ikusi dira, baina inoiz ez da 6,3 mg l⁻¹ baino baxuagoa izan. Azken urte honetan, 12-14 mg l⁻¹ ingurukoak izan dira oxigenoaren muturreko balioak.

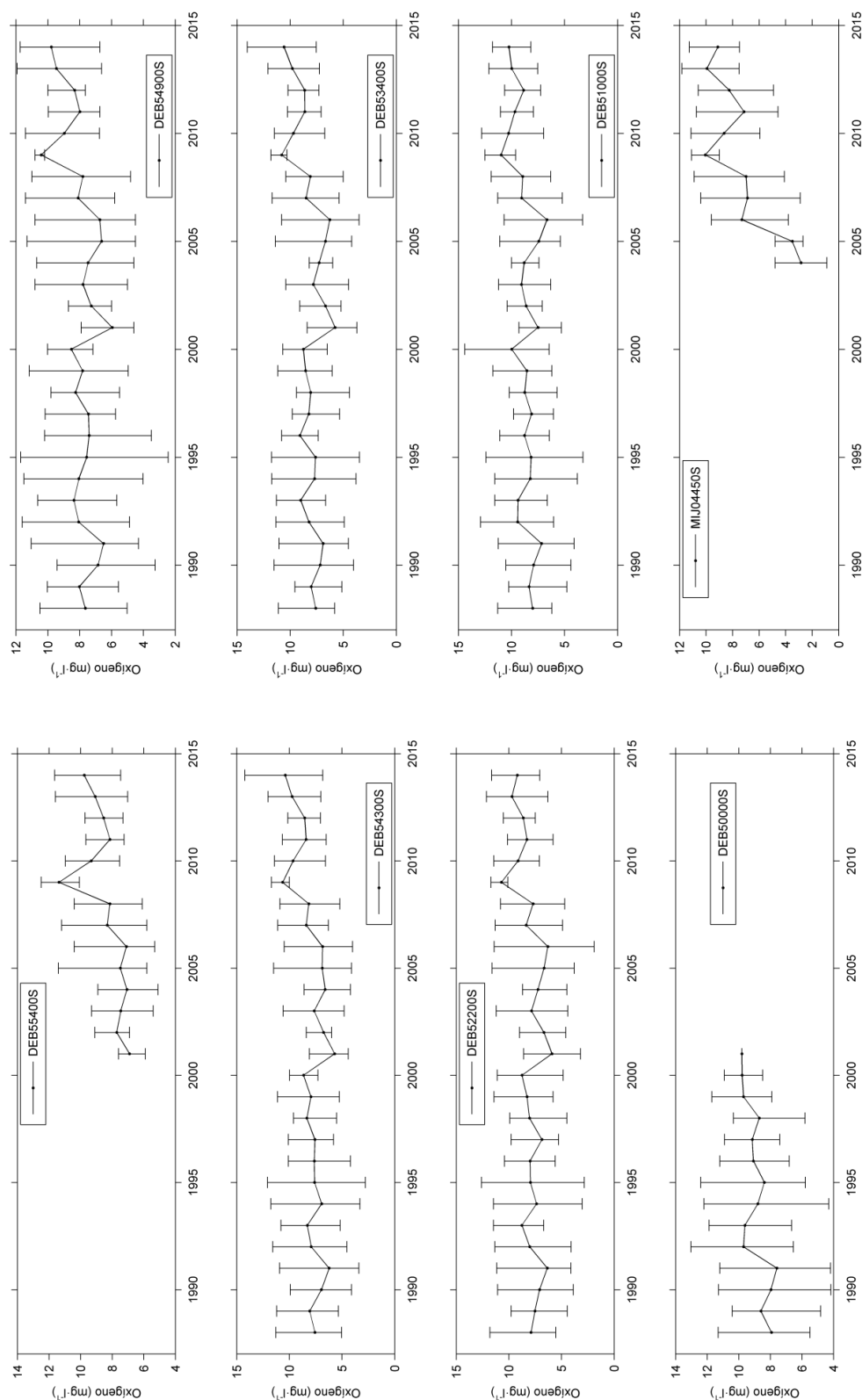
Mijoa ibaiko lagintze-puntuan, Mutrikun (MIJ04450S), oxigenoak urtez-urte izan duen bilakaera ere azaldu da **21. irudian**. 2004.z gero goranzko joera du oxigenoak, baina oszilazio batzurekin. Mijoa ibaian neurtu den baliorik baxuena (0,9 mg l⁻¹) 2004.eko udaberrian neurtu zen. Oxigenazio baldintza onak izan ditu ibaiak 2014.ean, 7 mg l⁻¹ eta 11 mg l⁻¹ arteko balioak neurtu direlarik.

Oxigenoa Urola ibaiaren estuarioan

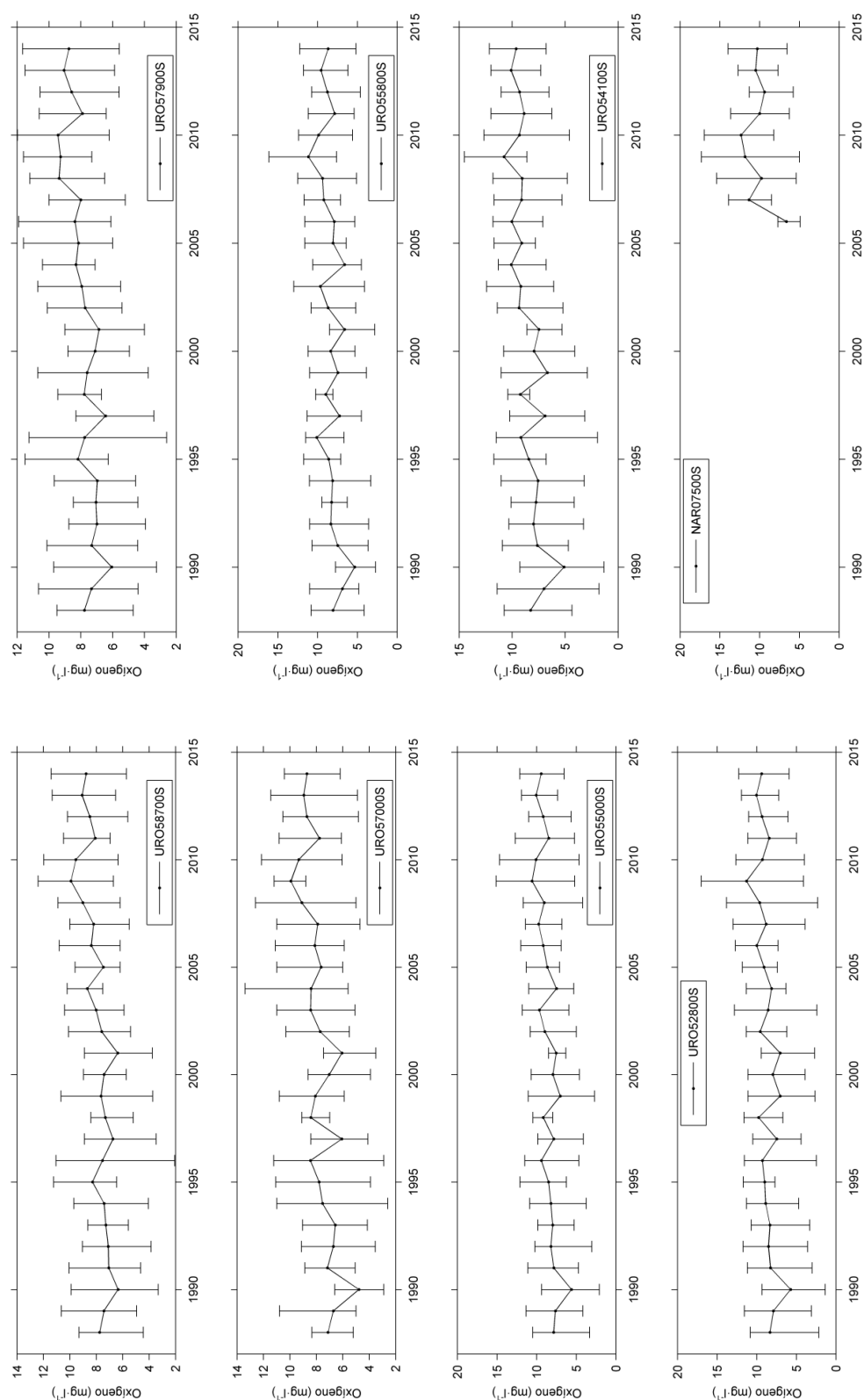
Oro har, disolbatutako oxigenoak izan duen joera positiboa izan dela ikus daiteke **22. irudian**, kontzentrazioetan bapateko makaltzeek gutxitzera egiten dutelarik azken bi hamarkadetan, 80. eta 90. hamarkadekin alderatuz. Urolan, Gipuzkoako beste estuario askotan hauteman direnen antzeko ereduak antzeman dira. Adibidez, 2001.ean balio baxu samarrak neurtu dira.

Oro har, ontzat har daitezke 2014.eko oxigenazio baldintzak, estuarioan zehar neurtutako batezbesteko balioak 9-10 mg l⁻¹-koak izanik. Hala ere, balio minimoak Deban baino zertxobait nabarmenagoak dira (5 mg l⁻¹ inguru estuarioaren erdiko tartean). Maximoak 10-12 mg l⁻¹ ingurukoak izan dira.

Narrondo errekan (NAR07500S), estuarioaren kanpoaldearen antzeko gazitasun-baldintzak dituen lagintze-puntu batean (ikus **1. taula**), 2006.ean hasi ziren oxigeno neurketak. Lehenengo urtean lagintze-puntu honetako oxigeno balioak baxuagoak izan ziren arren, ondoren Urola ibaiaren estuarioko maila bera erdietsi da (**22. irudia**). 2014.ean erreka hontako oxigeno kontzentrazioa 7 eta 14 mg l⁻¹ bitartekoa izan da.



21. irudia. Deba ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetako disolbatutako oxigenoaren batezbestekoen joera. Batezbestekoak urtez-urtekoak dira, urtero lagintze-puntu bakoitzean hartutako datu guztiekin zenbatetsiak. Barra bertikalek, neurtutako kontzentrazioen tartek adierazten dituzte.



22. irudia. Urola ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetako disolbatutako oxigenoaren batezbestekoen joera. Batezbestekoak urtez-urtekoak dira, urtero lagintze-puntu bakoitzean hartutako datu guztiekin zenbatetsiak. Barra bertikalek, neurtutako kontzentrazioen tartek adierazten dituzte.

Oxigenoa Oria ibaiaren estuarioan eta Añorga errekan

Oriako estuarioan oszilazio batzuk antzeman dira 80. hamarkadaren bukaeratik, baina, oro har, oxigenazio baldintzak onak izan dira azken sei urteetan (**23. irudia**).

Añorga errekarari dagokionez (AÑO05400S), epe luzera, batezbesteko kontzentrazioek eta minimoek goranzko joera dutela dirudi (**23. irudia**). 90. hamarkadan, eta 2000.aren erdialdera arte, 0 mg l^{-1} eta 2 mg l^{-1} bitarteko balio minimoak neurtu ziren. 2007.az gero, balio minimoak beti izan dira 3 mg l^{-1} -ren gainetik, eta azken hiru urteetan ez da neurtu 8 mg l^{-1} baino kontzentrazio baxuagorik.

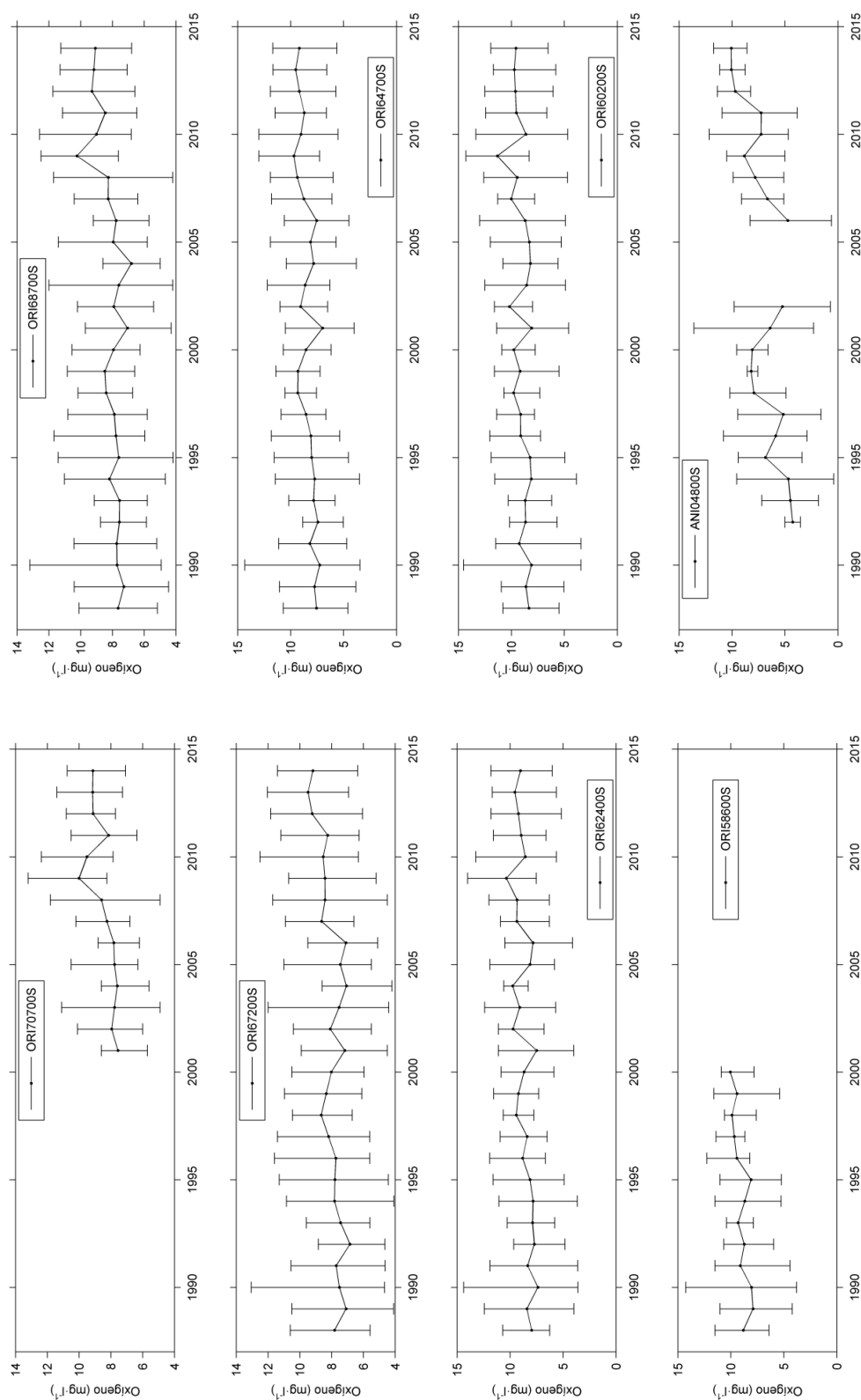
Oria ibaiaren estuarioan, 2014.ean, 9 mg l^{-1} baino batezbesteko balio handixeagoak neurtu dira lagintze-puntu guztietan eta Añorga errekan batezbestekoa 10 mg l^{-1} ingurukoa izan da. Baliorik baxuenak estuarioan iraila bukaeran neurtu dira (6 mg l^{-1} inguruan), ontziolen (ORI67200S) eta San Esteban zubiaren (ORI60200S) artean dagoen erdiko/goiko tartean. Muturreko balioak ez dira nabarmenki altuak izan azken urtean, $11\text{-}12 \text{ mg l}^{-1}$ ordenakoak lagintze-puntu guztietan.

Oxigenoa Urumea ibaiaren estuarioan

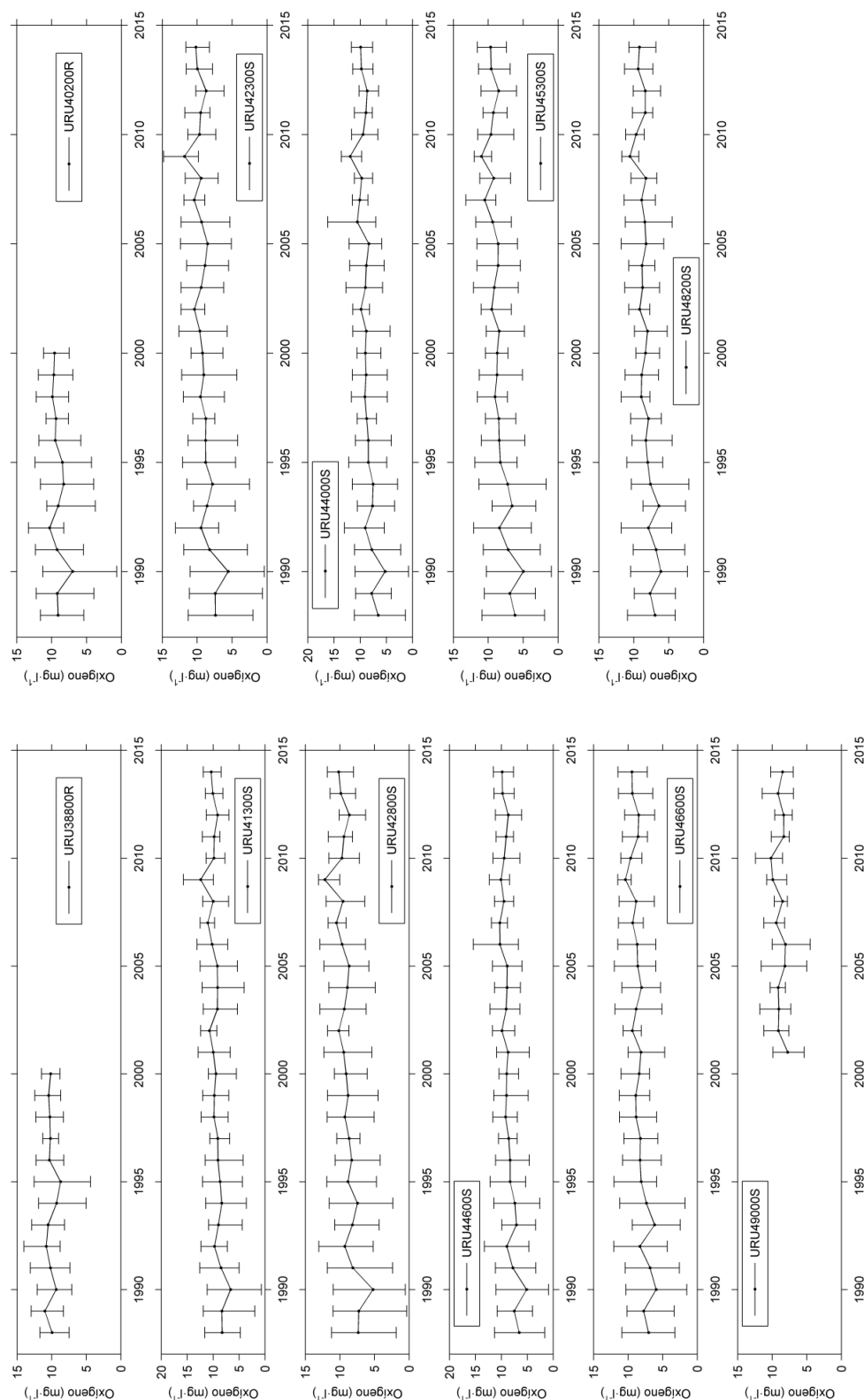
Estuario honetan balio minimoen handitze nabarmena antzematen da azken 20 urteetan (**24. irudia**). Goiko tartean, Ergobia zubiaren (URU40200S) eta kuarteletako zubiaren (URU44600S) artean, 1 mg l^{-1} baino kontzentrazio baxuagoak neurtzen ziren 80. hamarkada bukaeran. Eredu hori 1991.z gero hasten da leheneratzen. Erdiko tartean, Egiako zubitik (URU45300S) Maria Cristina zubira arte (URU48200S), urte batzuren buruan hobetzen dira oxigeno-baldintzak. Lehen 1 mg l^{-1} eta 2 mg l^{-1} artean zeuden balio minimoak, 4 mg l^{-1} eta 5 mg l^{-1} artean izateraino handitzen dira 1995.ean. 2007.z gero, estuario osoan, balio minimoak nekez dira 6 mg l^{-1} baino baxuagoak.

Oxigeno-baldintzak onak izan dira 2014. urtean ere. Kontzentrazio guztien batezbesteko balioa $9,7 \text{ mg l}^{-1}$ izan da; gainera, ez da alde handirik egon udan eta udazken hasieran neurtutako balio minimoen ($7\text{-}8 \text{ mg l}^{-1}$) eta beste urtarotako balioen ($9\text{-}12 \text{ mg l}^{-1}$) artean.

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



23. irudia. Oria ibaiaren estuarioko eta Añorga erreko lagintze-puntuetako disolbatutako oxigenoaren batezbestekoen joera. Batezbestekoak urtez-urtekoak dira, urtero lagintze-puntu bakoitzean hartutako datu guztiekin zenbatetsiak. Barra bertikalek, neurtutako kontzentrazioen tarteak adierazten dituzte.



24. irudia. Urumea ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetako disolbatutako oxigenoaren batezbestekoen joera. Batezbestekoak urtez-urtekoak dira, urtero lagintze-puntu bakoitzean hartutako datu guztiekin zenbatetsiak. Barra bertikalek, neurtutako kontzentrazioen tartek adierazten dituzte.

Eukal Herrian, 80. hamarkada-bukaera eta 90. hamarkada-hasiera artean, lehorte handi bat izan zen baldintza meteorologikoen ezaugarri nagusia. Izan ere, 1987. eta 1991. artean, 370 l m^{-2} baino baxuagoa izan zen udaberriko eta udako hilabeteetako euria, 1992.an hasi eta 1998. arte 400 l m^{-2} baino gehiago egiten zituelarik. Honek azalduko lituzke, hein batean, segidako lehen urteetan Urumea ibaiaren estuarioan neurtu ziren oxigenoaren minimo nabarmenak (**24. irudia**).

Udako lehorte baldintzak egon ziren 2000. hamarkada-hasieran ere, eta agertzen diren 5 mg l^{-1} inguruko minimoetan isladatzen da hau nonbait. Hala ere, 2007.eko abuztuan egin zituen euriteekin, urte horretako udako minimoak segidako handien artean daude, 7 mg l^{-1} inguru (**24. irudia**).

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

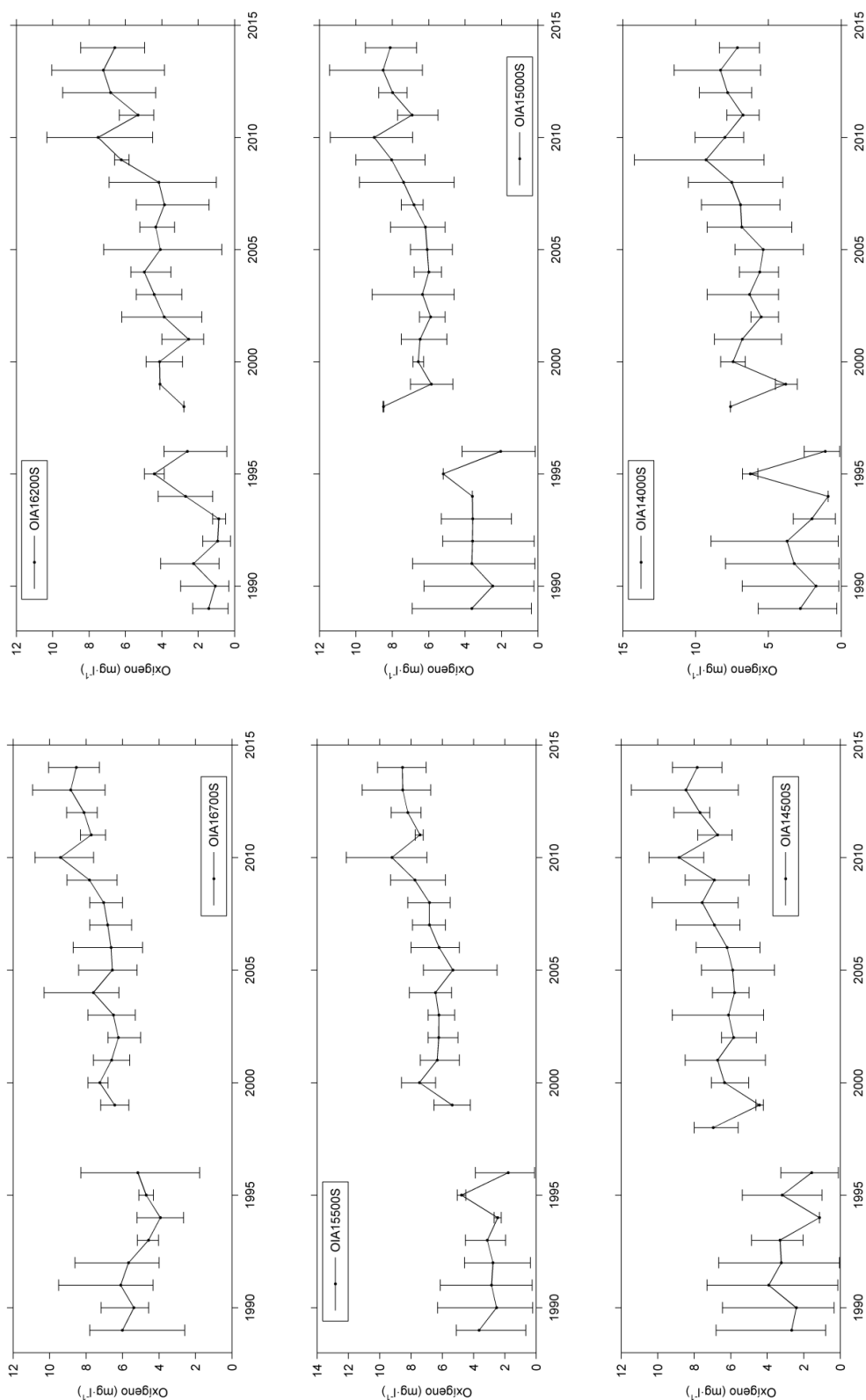
Azkenik, Urumea ibaiaren estuarioan eman diren aldaketak, bai eragile naturalek (hidrometeorologikoak) eta baita antropikoek ere (saneamendu-lanak) eragin dituzte. Nabarmentzekoa da estuarioan batezbesteko balioetan eta minimoetan antzeman den handitze orokorra, hein handi batean Urumeako hodi-biltzailera egindako desbideratzeak eta Loiolako HUA (Añarbeko mankomunitateak kudeatzen dueña) abiarazteak eragindakoa.

Oxigenoa Oiartzun ibaiaren estuarioan

Estuario osoan zehar oxigeno-baldintzen hobetzeak antzematen dira 1988. urtean hasten den denbora-segidan (**25. irudia**).

Alde nabarmena dago isuriak Murgita senaiara 1996.ean desbideratu aurretik, ondorenera. **25. irudian** ageri denez, disolbatutako oxigenoaren baliorik baxuenak (2 mg l^{-1} baino gutxiago) data horren aurretik neurtu ziren Herrerako lagintze-puntuari (OIA16200S). Isuriak itsasertzera desbideratu ondoren, urteroko batezbesteko kontzentrazioek goranzko joera jarraitu zuten estuario osoan. Gainera, 90. hamarkada-bukaeraz gero, dagoeneako ez dira aurreko denbora-tartean neurtzen ziren bezain balio minimo baxuak neurtu.

Bestalde, oxigenoaren gorakada arin bat hautematen da 2009.z gero. Izan ere, 2009. ondoren ez da 4 mg l^{-1} baino kontzentrazio baxuagorik neurtu estuarioko inongo puntutan (**25. irudia**).



25. irudia. Oiartzun ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetako disolbatutako oxigenoaren batezbestekoen joera. Batezbestekoak urtez-urtekoak dira, urtero lagintze-puntu bakoitzean hartutako datu guztiekin zenbatetsiak. Barra bertikalek, neurtutako kontzentrazioen tartekak adierazten dituzte.

2014.ean, aurreko urteetako tartean dauden oxigeno kontzentrazioak neurtu dira Oiartzun ibaiaren estuarioan. Balio minimoek goranzko gradiente arina irudikatzen dute estuarioaren barnealdetik (OIA14000S, $6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ inguru) kanpoaldera (OIA16700S, $7 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ inguru). Hala ere, Herrera kaiko lagintze-puntuan (OIA16200S), zeina kanpoaldetik babestutako eremu batean kokatzen baiten, neurtzen dira oraindik ere oxigeno kontzentrazio baxuenak. Horrela, 2014.eko batezbesteko balioa $6,6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ —koa izan da, gainerako lagintze puntuetan $7,1\text{-}8,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ —ko batezbestekoa neurtu delarik. Gainera, lagintze-puntu honetan $4,9 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ eta $6,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ arteko oxigeno balioak neurtu dira udara eta udazken hasieran, estuarioko kanpoaldean balio minimoak $7 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ baino baxuagoak sekula izan ez direlarik.

Oxigenoa Bidasoa ibaiaren estuarioan

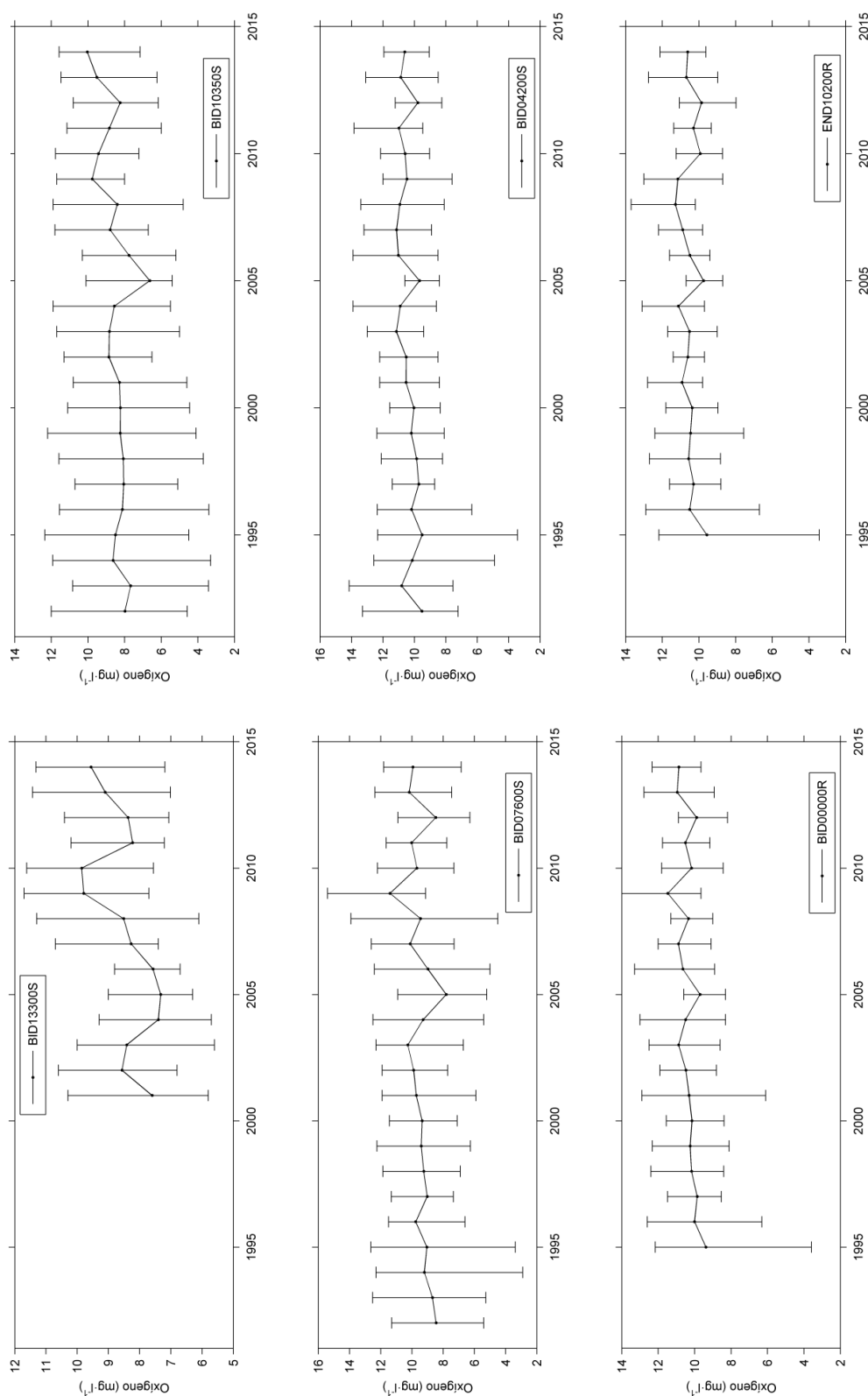
Bidasoan oso nabarmena da 2000. hamarkadan oxigenoaren minimoek aurreko urteekiko egin duten gorakada (**26. irudia**). Izan ere, 90. hamarkadan $3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ inguruko minimoak hautematen ziren estuarioaren erdiko eta goiko tartetean, noizean behin. 2000. urteaz gero ez dira gehiago neurtu $4,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ baino gutxiago tarte horietan.

Urteroko batezbesteko balioentzat ere epe luzeko joerak antzematen dira (**26. irudia**). Estuarioko hainbat tartetan, 2004-2005 inguruan antzeman zen nolabaiteko apaltzearen ondoren, urteroko batezbestekoek goranzko joera dute: kanpoen dagoen lagintze-puntuan (BID13500S, arrantzale-kofradia), erdiko tartean (BID10350S, Santiagoko zubia, Irun) eta goiko tartean (BID07600S, Behobiako zubia).

2010. eta 2012. artean, balioen beste apaltze arin bat hauteman zen estuarioan zehar neurtutako batezbesteko balioetan, baina ondoren oxigeno kopurua goraka joan da.

Oxigeno-baldintzak ontzat har daitezke 2014.ean, batezbestekoa $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ izan delarik estuarioko neurketa guztiak hartuta. Baliorik apalenak ($7 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ -tik hurbil) udan eta urriaren erdialdean estuarioaren erdiko eta kanpoko tartetean neurtu dira, BID13300S (arrantzale-kofradia), BID10350S (Santiagoko zubia, Irun) eta BID07600S (Behobiako zubia) lagintze-puntuetan. Balio maximoak neurrizkoak izan dira, $11\text{-}12 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ingurukoak.

Nahiz eta, oro har, Gipuzkoako estuarioetan oxigeno balio minimoak uda garaian ikusten ohi diren, 2014.ean udazkenean neurtu dira, temperatura altu samarrekin eta ur-emari txikiarekin batera. Zehazki, irailaren bukaera eta urriaren bukaera bitartean, $5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ baino kontzentrazio arinki baxuagoak topatu dira Oiartzun estuarioan; Urola eta Oria estuarioetan $5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ eta $6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ bitartean; Urumea eta Bidasoa estuarioetan minimoak $7 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ -tik hurbil izan dira, Deba estuarioan eta Mijoa errekan altuxeagoak izan diren bitartean ($7,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$).



26. irudia. Bidasoa ibaiaren estuarioko lagintze-puntuetako disolbatutako oxigenoaren batezbestekoen joera. Batezbestekoak urtez-urtekoak dira, urtero lagintze-puntu bakoitzean hartutako datu guztiekin zenbatetsiak. Barra bertikalek, neurtutako kontzentrazioen tartekak adierazten dituzte.

3.3 Amonioaren eta fosfatoaren kontzentrazioak

3.3.1 Aldakortasun espazialaren eta denbora-aldakortasunaren eredu orokorrak

Aurreko txostenean, Gipuzkoako Foru Aldundiaren datu-baseko segida historiko osoan amonioaren eta fosfatoaren kontzentrazioek espazioan eta denboran duten aldakortasuna aztertu zen (Revilla et al., 2011b). Txosten honetan, azken urtean (2014) neurtu diren kontzentrazioak batezbesteko historikoarekin alderatuko dira eta azken bi hamarkadetako joera aztertuko da. Horretarako, aurrez, aldakortasunaren eredu orokorren laburpen bat egingo da.

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

Estuarioetan, berezko baldintzetan, mantenugai gehienak ibaitik datoz, itsas ingurunea urriagoa baita ibaiarekin alderatuz (salbuespenak ere badiren arren itsasertzeko azaleratzea ematen den tokietan). Hori dela eta, kontzentrazioek gazitasunarekiko alderantzizko erlazioa agertzea espero da. Hala ere, Gipuzkoako estuarioetan, txikiak diren heinean, desbideratzeak gerta daitezke diluzio-eredu kontserbakorrarekiko. Estuario txikietan, ibaiaren emariak eta emari antropikoek eragin handia dute amonioaren eta fosfatoaren maximoen banaketan. Alde batetik, hiriko ur-hondakinen isuriak zuzenean jasaten dituzten eremuetan, amonio eta fosfato edukia gutxitu egiten dira ibaiaren emaria handia denean. Bestalde, itsasoaren eragina handia den eremuetan (Oiartzun ibaiaren estuarioan, adibidez) hondakin-uren isuriek muturreko kontzentrazioak eragin ditzakete gazitasun handia duten uretan, gazitasun baxuagoa duten urekin alderatuz.

Gipuzkoako sei estuarioetan, segida historiko osoa kontuan izanda, 0,3-2500 μM da amonio-kontzentrazioaren aldakuntza-tartea. 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 neurtu dira (MOL00600 lagintze-puntua, Oiartzun ibaiaren arroan) maximoak, 10^3 μM ordenakoak. Lagintze-puntu honetan datu gutxi daude amonioarentzat (1989. eta 2000. bitartean bakarrik), baina neurtu direnek EAEko maximo historikoak gainditzen dituzte (4. taula, Metodologia).

Baxuagoak dira, baina horiek ere garrantzitsuak, Deba ibaiaren estuarioaren goialdeko lagintze-puntuetan, DEB50000 eta DEB51000 (~600 μM), eta Añorga errekan (~900 μM) hauteman diren amonio-kontzentrazioen muturreko balioak. Oiartzun ibaiaren estuarioaren gainerako tartetean,

baita Mijoa ibaian, eta Urola eta Urumea ibaien estuarioetan ere, 200 μM baino baxuagoa izan da amonio-kontzentrazioa gehienetan.

Bidasoa ibaiaren estuarioa da amonio-kontzentrazioarik baxuenak dituen, gehienetan 50 μM baino baxuagoak.

Fosfatoari dagokionez, 0,1-55 μM da Gipuzkoako sei estuarioetarako segida historiko osoan neurtu den aldakuntza tartea. 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 kontzentrazioarik baxuenak Bidasoa ibaiaren estuarioari dagozkio.

Laburbilduz, Añorga erreka, Deba ibaiaren estuarioa eta Oiartzun ibaiarena dira segida historikoan kontzentrazioarik altuenak 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, ez dago bazterterik gazitasun handiagoko tartetean (estuarioaren erdiko eta beheko tartetean), non biztanlegune nagusiak kokatzen baitiren, isuriak egon zitezkeenik.

3.3.2 Isurien adierazle diren mantenugaien egoera 2014.ean

11. taulan azaldu denez, 2014.ean, Gipuzkoako estuario nagusietan amonioaren eta fosfatoaren batezbesteko balioek kalitate helburua betetzen dute (egoera *Oso ona* edo *Ona*). Dena den, Mijoa errekan (Mutriku) helburua ez zela lortu aipatu behar da.

Amonioari dagokionez, 2014. urtean Mijoa ibaia (Mutriku) nabarmentzen da, maximoa 81,7 μM izan duelarik. Gainera, erreka honetan, ohikoa izan zen 55 μM baino balio altuagoak topatzea. Kontzentrazio hauek Bald (2005) azterlanean egoera fisiko-kimiko txarrerako erreferentziatzat hartzen den balioaren (63 μM) antzekoak dira.

Fosfatoari dagokionez, batezbesteko balioek ingurumen-kalitate irizpideak betetzen direla adierazten badute ere, egoera txarraren adierazle diren muturreko balio batzuk antzeman dira. Kasu hauek ia ibai izaerako zonatan ikusi ziren; zehazki Mijoa errekan, Deba ibaiaren estuarioan (F.E.V.E. zubia eta Astigarribia auzoa) eta Oria ibaiaren estuarioan (San Esteban zubia). 2013. urtean ere, fosfatoaren kasuan, antzeko muturreko balioak antzeman ziren Deba ibaiaren goiko tartean. Kasu hauek hondakin-uren noizbehinkako isuriak adieraziko lituzkete (**11. taula**).

11. taula. Amonioaren (NH_4) eta fosfatoaren (PO_4) 2014.eko kontzentrazioen oinarritzko parametro estatistikoak. Batezbesteko balioentzat: hondo urdinean, egoera *Oso Ona*; hondo orlegian, egoera *Ona*; hondo laranja egoera *Onargarria* edo okerragoa. Batezbesteko balioentzat erabili diren sailkapen-atalaseak **6. taulan** ur oligohalinoentzat azaldutakoak dira (ikus Metodologia). Maximoentzat: gorriz, ur oligohalinoan egoera *Txarraren* erreferentziako balioei hurbiltzen edo gainditzen zaizkien balioak Bald (2005) azterlanaren arabera: $63 \mu\text{M}$ amonioarentzat eta $14 \mu\text{M}$ fosfatoarentzat.

	Datuak (#)	NH_4 (μM)					Datuak (#)	PO_4 (μM)				
		Min.	Max.	Batezbeste	Desb. tip.			Min.	Max.	Batezbeste	Desb. tip.	
Deba	22	1,4	24,4	5,98	4,8		22	0,26	24,32	4,70	5,80	
Mutriku	8	8,9	81,7	44,24	28,3		8	0,26	16,63	5,82	6,00	
Urola	27	1,4	14,4	3,55	3,3		26	0,26	10,21	2,99	2,80	
Oria	21	3,3	24,4	8,28	5,2		21	0,26	12,95	2,45	2,65	
Añorga	8	1,4	7,2	3,44	2,1		8	0,26	8,32	3,15	2,70	
Urumea	47	1,4	8,9	2,96	1,8		47	0,26	10,00	0,92	1,72	
Oiartzun	10	1,4	8,9	2,83	2,4		10	0,26	3,37	0,94	1,25	
Bidasoa	32	1,4	5,0	1,67	0,8		32	0,26	3,05	0,88	0,84	
GUZTIRA	175	1,4	81,7	5,7	10,8		174	0,26	24,32	2,21	3,34	

Izatekotan, neurtu diren maximoak Euskal Herriko estuarioetako maximo historikoak (1994-2010) baino baxuagoak dira 2014.eko kontzentrazioak, Metodologia ataleko **4. taulakoekin** alderatzean ikus daitekeenez. Izan ere, duela bi hamarkada, amonioarentzat $600 \mu\text{M}$ eta $800 \mu\text{M}$ inguruko maximoak neurtu ziren eta fosfatoak $42 \mu\text{M}$ ere izan zituen (**4. taula**).

Segida tenporal osoak erabiliz egin zen azterketa batean (20 urte baino gehiagoko neurketak) bi lagintze-puntu aukeratu ziren estuarioko, estuarioetako goiko tartetean kokatzen zirenak (ikus Revilla et al., 2011b). Neurketa gehien zituztenak zirelako eta, beraz, denbora-aldakortasuna aztertzeke egin behar den estatistika egiteko egokienak zirelako aukeratu ziren lagintze-puntu horiek.

Jarraian, epe luzeko joeren inguruan eta azken bi hamarkadetan amonioaren eta fosfatoaren kontzentrazioek izan dituzten bapateko aldaketen inguruan aipatutako azterketaren emaitzak laburbilduko dira. Testuinguru horretan, 2014. urteko emaitzak eztabaidatuko dira.

Mantenugaiak Deba ibaiaren estuarioan

Deban (4 eta 5 lagintze-puntuak), azken hamarkadan balio maximoek eta batezbestekoek izan duten apaltzea oso nabarmena da. Honek uraren kalitatearen hobetzea adierazten du (Revilla et al., 2011b).

Aipatutako lagintze-puntuetan, amonioaren batezbesteko kontzentrazioak $7-8 \mu\text{M}$ ingurukoak dira 2014. urtean eta, fosfatoarenak, $5-8 \mu\text{M}$ ingurukoak ($N=6-8$). Balio hauek azken hamarkadakoen batezbestekoaren azpitik daude amonioaren kasuan eta aldaketarik gabe

mantentzen dira fosfatoarenean. **6. taulan** (Metodologia) adierazi diren irizpideak jarraiki, fosfatoak nolabaiteko eutrofia adierazten du estuarioaren goiko tartean. Hala ere, mantenugaiez gain, beste elementu batzuk ere kontuan hartzen badira, Deba ibaiaren estuarioan txikitat jo behar da eutrofia-arriskua, aurreko azterlanetan aipatu izan den bezala (Revilla et al., 2011c).

Mantenugaiak Urola ibaiaren estuarioan

Urolan (6 eta 7 lagintze-puntuak) nolabaiteko apaltzea antzeman zen 90. hamarkada bukaeran amonioaren eta fosfatoaren batezbesteko balioentzat (Revilla et al., 2011b). 2014. urteari dagokionez, lagintze-puntu horietan 5 μM ingurukoa izan da amonioaren batezbesteko kontzentrazioa eta 4 μM ingurukoa edo baxuagoa fosfatoarena (N=6-8). Balio hauek azken urteetako batezbestekoen tartean daude eta, **6. taulako** (Metodologia) irizpideak jarraiki, egoera fisiko-kimiko *oso ona* adierazten dute estuarioaren goiko tartean. Hala ere, eremu oligohalinoan (5 lagintze puntua), 2014.eko udaberri eta udaran egindako ia laginketa guztietan klorofilak neurrizko balioak erakutsi ditu; honek, biomasa fitoplanktonikoaren gehiegizko kopuru bat adierazten du tarte honetan (ikus **16. irudia**). Gehiegizko presentzia hau, hala ere, goiko tartera mugatu da eta, gainera, ez da oxigeno defizitarekin erlazionaturiko arazorik antzeman. Horregatik, Urola ibaiaren estuarioan, txikitat jo daiteke eutrofia-arriskua, aurreko azterlanetan aipatu den bezala (Revilla et al., 2011c).

Mantenugaiak Oria ibaiaren estuarioan

Amonioaren batezbestekoaren bapateko apaltzea hauteman zen 5 lagintze-puntuan (San Esteban zubia) 1995.ean, 50 μM ingurutik 25 μM ingurura. Fosfatoak ere apaltzea izan zuen hurrengo urteetan, 4 μM ingurutik 3 μM ingurura. Estuarioan behera dagoen lagintze-puntuan (4 lagintze-puntua), amonioak apaltzerako joera arinagoa izan zuen (25 μM ingurutik 20 μM ingurura) eta fosfatoa egonkor mantendu zen azken 20 urteetan, 2 μM inguruko balioak neurtu direlarik (Revilla et al., 2011b).

Aipatutako lagintze-puntuetan, 2014. urtean, 8-11 μM inguruko batezbesteko kontzentrazioa du amonioak eta 2-4 μM fosfatoak (N=6-8). Beraz, balio hauek azken urteetako batezbestekoa baino apalxeagoak edo hurbilak dira.

Balio horiek, **6. taulako** (Metodologia) irizpideak jarraiki, 5 lagintze-puntuak, oso noizean behin bada ere, egoera fisiko-kimiko txarraren adierazle den fosfatoaren kontzentrazio altua erakusten du. Gainera, estuarioaren goiko tartean (4 lagintze-puntua) klorofilaren kontzentrazioak balio oso altuak ditu, txosten honetan azaldu denez (ikus **17. irudia**). Hala ere, klorofilak beheranzko joera jarraitzen du eta, duela hamarkada bat beheko eta erdiko tarteek gehiegizko biomasa bazuten

ere, gaur egun ez da arazo hau antzematen. Gainera, kontutan eduki behar da oxigenazio baldintzak onak izan direla azken urteetan eta beste azterketa batzuen arabera Oria ibaiaren estuarioko eutrofia-arriskua txikitzen joan daitekeela (Revilla et al., 2011c).

Orian, arrora eta estuariora egiten diren isuriak gutxitzen joan dira azken urteotan, hainbat araztegi abiarazi baitira arroan. Hala ere, arroaren neurri handia dela eta, eta ibaia estuarioaren bolumenarekiko duen emariagatik, beste kasu batzutan ez bezain nabaria egin daiteke arazketaren edo hiriko hondakin-uren isuria.

Mantenugaiak Urumea ibaiaren estuarioan

Bai ibaiko uretan dagoen lagintze-puntu batean (3 lagintze-puntuan) eta baita estuarioko goiko tartean dagoen batean ere (6 lagintze-puntua), amonioaren batezbesteko kontzentrazioaren bapateko apaltzea antzeman zen 90. hamarkadan (30 μM inguruko baliotatik, 5 μM ingurura). Fosfatoari dagokionez estuarioko lagintze-puntuan bakarrik hauteman zen apaltzea (2 μM inguruko baliotatik, 1 μM ingurura) (Revilla et al., 2011b).

Aipatu diren lagintze-puntuetan, 2014. urtean amonioaren batezbesteko kontzentrazioa 2 μM eta 4 μM artekoa da. Aldiz, fosfatoarena 2 μM baino baxuagoa da ($N=8$). Balio hauek azken urteetako batezbestekoen tartean daude eta, **6. taulako** (Metodologia) irizpideak jarraiki, egoera fisiko-kimiko *oso ona* adierazten dute estuarioaren goiko tartean.

Oxigenoa eta klorofila ere kontuan hartzen badira, Urumea ibaiaren estuarioan, eutrofizazio arriskua txikitzen har daiteke, txosten honetan eta aurreko azterlanetan aipatzen den bezala (Revilla et al., 2011c).

Mantenugaiak Oiartzun ibaiaren estuarioan

Ibaian dauden OIA12200 (Oreretako zubia) eta OIA13000 (Lezoko zubia) lagintze-puntuetakoko datuekin egindako joera-azterketek 90. hamarkadaren bukaeran amonioaren eta fosfatoaren batezbesteko balioen apaltze nabarmenak egon zirela adierazten dute (Revilla et al., 2011b). Apaltzea bereziki nabarmena izan zen amonioarentzat (60-70 μM ingurutik 5-10 μM ingurura pasa baitzen). Fosfatoaren batezbesteko kontzentrazioa 6 μM ingurukoa zen 90. hamarkadan, 2000. hamarkadan 1 μM (Oreretako zubian) eta 2 μM (Lezoko zubia) izan zelarik. Aldaketa hauek estuarioak Oiartzun ibaiaren bidez jasotzen dituen uren kalitate fisiko-kimikoaren hobetze handia adierazten dute. Gainera, agerian jartzen da urte horietan egin zen saneamenduaren eragina, 90. hamarkadaren bukaeran desbideratu baitziren isuri gehienak itsasertzera, Murgita senaiara (Revilla et al., 2011b).

Aipatu diren ibaiko lagintze-puntu horietan, 2014. urteari dagokionez, amonioaren batezbesteko kontzentrazioa $5\ \mu\text{M}$ baino baxuagoa edo hurbilekoa da, fosfatoarena $1\ \mu\text{M}$ ingurukoa delarik ($N=4-6$). Balio hauek azken urteetako batezbestekoaren ordenakoak dira eta, **6. taulako** (Metodologia) irizpideen arabera, egoera fisiko-kimiko *oso ona* adierazten dute estuarioak jasotzen dituen ibaiko uretan.

Hala ere, ez da mantenugaien kontzentrazioarik neurtu estuarioan berritze eskasa duten eremuetan, Herrera kaia kasu (OIA16200S). Batzutan, eremu honek mantenugaienak ez ezik materia organikoaren eduki handiak ere badituzten urak jasotzen ditu, hipoxia egoerak ere hauteman direlarik (ikus **25. irudia**). Gainera, tarte honetan biomasa fitoplanktonikoa handia dela adierazten du klorofilak (ikus **19. irudia**). Egin diren beste azterketa batzutan Oiartzun ibaiaren estuarioan, berritze-tasa baxua duten eremuetan mantenugaiek eta oxigenoak eragiten dituzten arazoak direla eta, eutrofia-arrisku handia dagoela jotzen da ere bai (Revilla et al., 2011c).

Mantenugaiak Bidasoa ibaiaren estuarioan

3 eta 4 lagintze-puntuetan (goiko tarte) egin diren joeren azterketek, 2000. hamarkadaren hasieran amonioaren kontzentrazioa apur bat apaldu zela adierazten dute, $4\ \mu\text{M}$ ingurutik, $3\ \mu\text{M}$ inguruko balioetara pasa delarik. Fosfatoari dagokionez, ez dirudi azken 20 urteotan aldaketarik izan duenik, bere kontzentrazioa $1\ \mu\text{M}$ inguru izan delarik (Revilla et al., 2011b).

Aipatutako lagintze-puntuetan, 2014. urtean, amonioaren batezbesteko kontzentrazioa $2\ \mu\text{M}$ izan da, fosfatoarena gutxi gora behera $1\ \mu\text{M}$ delarik ($N=5-8$). Baldintza hauek ohikoak dira egoera fisiko-kimiko *oso ona* duten uretan (**6. taula**). Gainera, klorofila indizeak ez du gehiegizko biomasaren arazorik adierazten eta oxigenazio baldintzak oso onak dira estuario honetan (ikus **20. irudia** eta **21. irudia**).

Hala ere, aurreko azterketa batean (Revilla et al., 2011c), Bidasoa ibaiaren estuarioan erdi mailako eutrofia-arriskua zegoela ondorioztatu zen, uraren egonaldia luze samarra delako eta oraindik ere isuriak egon litezkeelako estuarioaren beheko tartean.

4 ONDORIOAK ETA GOMENDIOAK

Gipuzkoako sei estuario nagusietan 2014.ean egin diren lagintze eta jarraipena kontuan hartzen badira, jarraian zerrendatzen diren ondorio eta gomendioak egin daitezke:

- **Klorofilaren** kontzentrazioa Deba, Urola, Oria, Urumea, Oiartzun eta Bidasoa ibaien estuarioetan neurtu zen maiatza eta urria bitartean, denera 24 lagintze-kanpaina osatu zirelarik. Aurreko urteetan (1998.az gero) neurtutako balioen tartean egon ziren klorofilaren kontzentrazioak 2014.ean.
- Denbora-eskala ezberdinetan (egunerokoa, urtarokoa, urtetik urterakoa, e.a.) baldintza hidrografikoen aldakortasun handia duten sistemak dira estuarioak. Denbora-eskala laburrean ematen den aldakortasunak datuen interpretatzea 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, teknika matematiko eta estatistikoek egokiak izan behar dute itxuraz benetakoak diruditen, baina batezbesteko baldintzen adierazgarri ez diren, aldaketak baztertzeko. Hurrengo txostenetarako klorofilaren kontzentrazioaren epe luzeko bilakaera 90. pertzentilaren 6 urtetako batezbesteko mugikorra erabiliz aztertzea gomendatzen da, apirila eta urria bitarteko datuak erabiliz (biak barne). Gainera, europar legediarekin bat datozen irizpideak jarraituz (Uraren Arteztaraua), balio estatistiko hau estuarioaren kalitate ekologikoaren indikatzaile bezala erabilgarri izan daiteke ere.
- Segida historikoko klorofilaren kontzentrazioarik altuenak dituzten estuarioak Oria eta Urumea ibaienak dira (estuarioen goiko tarteetan $60 \mu\text{g L}^{-1}$ eskas dira 90. pertzentilaren balioak). Alde batetik, 2000. hamarkadaren erdialdera klorofilaren muturreko balioen maiztasunaren emendatzeari zor zaio hori. Presio antropikoz gain, emari baxuko baldintzek ere eragina izango zuten, fitoplanktona estuarioan gelditzea eragingo baitzuen. Bi estuarioetan, klorofilaren 90. pertzentilak apaltzerako joera du azken urteetan.
- Gipuzkoako estuarioetan klorofilaren aldakortasun espazialak agerian uzten ditu haien arteko alde hidrografikoak. Ibaiaren emaria handia denean estuarioko uraren bolumenarekiko, ura azkar berritzen da. Estuario horietan, diluzio prozesuak eta fitoplanktonaren populazioen itsasoranzko garraioak gailentzen dira. Hauxe da Deba, Urola, Oria eta Urumea ibaien estuarioen kasua. Beraz, klorofilaren maximoak barealdi atmosferikoa dagoenean gertatzen dira (normalean, udan), eta erdiko eta goiko tarteetan (mareak eragindako hartu-eman

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 kasua da. Estuario hauetan, maximoak ur polihalinoetan (18-30 PSU) eta euhalinoetan (30-35 PSU) egon daitezke.
- Oro har, klorofilaren muturreko balioen apaltzerako joera antzematen da Gipuzkoako estuarioetan azken 12-15 urteetan. Honek, eutrofizazio aldetik, uren kalitatea hobetu egin dela adierazten du. Salbuespen da Herrera kaia, Oiartzun ibaiaren estuarioan, non klorofilak emendatze-joera baituen. Gainera, Urola estuarioko goiko tartean klorofilaren igoera bat antzeman da, 2014.ean egindako laginketa gehienetan $30-40 \mu\text{g l}^{-1}$ tarteko kontzentrazioak topatuz. Hala ere, honako hau aldi baterako egoera izan zitekeen eta, agian, udara eta udazkenaren zati handi bat bereiztu zuten ur-emari baxuko eta tenperatura altuko baldintzekin erlazionatuta egongo zitekeena. Gainera, 2014.ean neurturiko mantenugaiek eta oxigenoak ez dute eremu honen eutrofizazioaren arazorik adierazten.
- **Disolbatutako oxigenoari** dagokionez, denbora-segida oso luze bat dago, 20 urte baino gehiagokoa estuario guztientzat. Batezbesteko kontzentrazioarik altuenak ibai-eragin handia duten lagintze puntutan neurtzen ohi dira. Baxuenak, hipoxiaren adierazgarri, Urumeako lagintze-puntu batzutan, Añorga errekan eta Mijoa ibaian (Mutriku) neurtu ziren azken bi hamarkadetan. Baita Oiartzun ibaiaren estuario osoan zehar ere, bokalearen inguruan izan ezik.
- 2014. urtean, oro har, Gipuzkoako estuarioetan zehar oxigenazio baldintza onak topatzen dira. Hau izan da azken sei urteetako ohiko egoera, lagintze puntutan 5 mg l^{-1} baino baxuagoko kontzentrazioak topatzea zaila izan delarik. Salbuespen gisa, azken urteetan 4 mg l^{-1} inguruko balioak aipa daitezke Añorga errekan, Urola estuarioaren goiko tartean (Saburutx zubia) eta Herrera kaian agorraldi garaietan. Azken honek, aztertutako beste eremuak baino oxigeno baldintza okerragoak erakusten ditu orokorrean.
- Azken urteetan, disolbatutako oxigenoaren kontzentrazioaren goranzko joerak antzematen dira sei estuarioetan. Joera hauek egin diren saneamendu-lan garrantzitsuek eta isurien desbideratzeek ahalbidetu dituzte hein handi batean. Hala, Oiartzun ibaiaren estuarioan urek oxigeno-maila handiagoa dute 1996.ean isurien hein handi bat Murgita senaiara desbideratu zenetik, eta 2000. hamarkadan arazketa abian jarri zenetik. Urumean, urteroko oxigenoaren minimoek garrantzi gutxiago dute azken urteotan, 90. hamarkadako lehen erdialdeaz gero egin ziren saneamendu-lanei esker ziur asko.

- Eragile antropikoez gain, eragile klimatikoak (euria eta ibaien emariak) ere oxigenoak urtez urtera duen aldakortasunaren erantzule dira. 2001. urtean oxigenoaren apaltze arina antzematen da ia estuario guztietan, meteorologiarekin zerikusia duten gorabehera naturalek eragindakoa izan daitekeena (prezipitazioen gutxitzea).
- Presio antropikoarekin zerikusi gehien duten **mantenugai**ei dagokienez (**amonioa** eta **fosfatoa**), sei estuario nagusien goiko tarteetan, egoera fisiko-kimiko *oso ona* edo *ona* duten inguruei legozkien batezbesteko balioak dituzte 2014.ean. Honek azken urteetan arroetan egindako saneamendu-lanen eragina isladatzen du. Hala ere, oraindik hondakin-uren isurketak adierazten dituzten muturreko balioak hautematen dira. Esaterako, Mijoa ibaian (amonio eta fosfatoaren kasurako) eta Deba eta Oria estuarioetan (fosfatoaren kasurako).
- Sentikortasunari (hidrografia), presioari (mantenugaiak) eta inpaktuari (klorofila eta oxigenoa) lotutako alderdiak kontuan hartuz, estuario guztietan gaur egun **eutrofia-arriskua** baxua dela onartzen da, Oiartzunen (non handia baiten) eta Bidasoan (non neurrizkoa baiten) izan ezik. Azken estuario hauek, lehen adierazi denez, ura gordetzeko joera gehiago dute, eta honek eutrofiarekiko sentikortasun handiagoa izatea dakar.
- **Hurrengo lanetarako, klorofila-lagintzeak** fitoplanktonaren hazkuntza garaian egitea gomendatzen da (udaberri eta udazken bitartean). Neguan ez da lagintzerik gomendatzen, ur-zutabearen argiztapen baldintzak mugatzaileak baitira, uholdeak ohikoagoak baitira eta fitoplanktona estuarioan finkatzea eragozten baita. Gainera, ibaiek garraiatutako landare-ekaiak eragindako klorofilaren kontzentrazio altuak, kontuan hartu beharko ez liratekeenak, neurtzeko arriskua dago. Beraz, klorofila gutxienez lau hilabetetan lagintzea gomendatzen da, **apirila bukaera eta urria bukaera bitartean**.
- **Azken ondorio bezala**, nabarmentzekoa da estuarioen jarraipen sistematikoaren garrantzia sistema hauen ingurumen-kalitatearen bilakaera zehazteko nahikoa luzeak diren denborazko segidak eduki ahal izateko. Zentzu honetan, gomendagarria da 2015.ean lagintzea.

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.
- 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. Núm. 19, pp. 6854-6870.
- 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. Núm. 137, pp. 43501-43601.
- 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-rentzat prestatutako txosten argitaragabea. 265 or. + eranskinak.
- 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-rentzat prestatutako txostena. 193 or.
- 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-rentzat prestatutako txostena. 21 Ale, 707 or.
- 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.
- 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 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-rentzat 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., V. Valencia, 2011. Control de las aguas receptoras de los vertidos de las zonas costeras de Getaria y Mutriku. AZTI-Tecnalia Fundazioak Gipuzkoako Foru Aldundiko Garapen Iraunkorreko Departamentuarentzat prestatutako txostena. 45 or.

- Muxika, I., Á. Borja, J.M. Garmendia, J. Franco, I. Menchaca, O. Solaun, V. Valencia, 2012. Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y de los estuarios de los ríos Oiartzun y Urumea (años 2011-2012). AZTI-Tecnalia Gipuzkoako Foru Aldundiko Garapen Iraunkorreko Departamentuarentzat eta Añarbeko Urak-entzat prestatutako azken txostena. 148 or. + eranskinak.
- Orive, E., J. Franco, I. Madariaga, M. Revilla, 2004. Bacterioplankton and phytoplankton communities. En: Borja, Á. & M. Collins (Eds.), *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Elsevier Oceanography Series, vol 70. Elsevier, Amsterdam, pp. 367–393.
- 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., 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-Tecnalia Fundazioak Gipuzkoako Foru Aldundiko Garapen Iraunkorreko Departamentuarentzat prestatutako txostena. 87 or.
- 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-Tecnalia Fundazioak Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 109 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-Tecnalia Fundazioak Agencia Vasca del Agua–Uraren Euskal Agentzia-rentzat prestatutako txostena. 63 or. + eranskina.
- Revilla, M., I. Muxika, 2012. Gipuzkoako estuarioen ur-kalitatearen azterketa eta beraien egoeraren urteroko txostena: 2012. urtea. AZTI-Tecnalia 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-Tecnalia Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Lurralde Antolaketako Departamentuarentzat prestatutako txostena. 62 or.
- SCOR-UNESCO, 1980. Determination of chlorophyll in seawater. Report of the intercalibration tests. UNESCO Technical Papers in Marine Science, n° 35, 20 pp.
- Strickland, J.D.H., T.R. Parsons, 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada Bulletin, 167 (2nd edition). Ottawa.
- URA, 2014. Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental para el ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco (Revisión 2015-2021). <http://www.uragentzia.euskadi.eus/informacion/>.
- 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.
- 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 Jaurlaritzako Ingurumen eta Lurralde Antolamendu Sailarentzat prestatutako txostena. Argitaragabea. 92 or.
- 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. En: *Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons*, ECSA 19 Symposium, Elliot, M. & J.P. Ducrottoy (Eds.), 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.