

HIDROSFERA



Tema 6: L'aigua a la Terra

Tema 7: L'aigua subterrània: els aqüífers

Tema 8: Les conques hidrogràfiques.

Tema 9: L'aigua com a recurs.

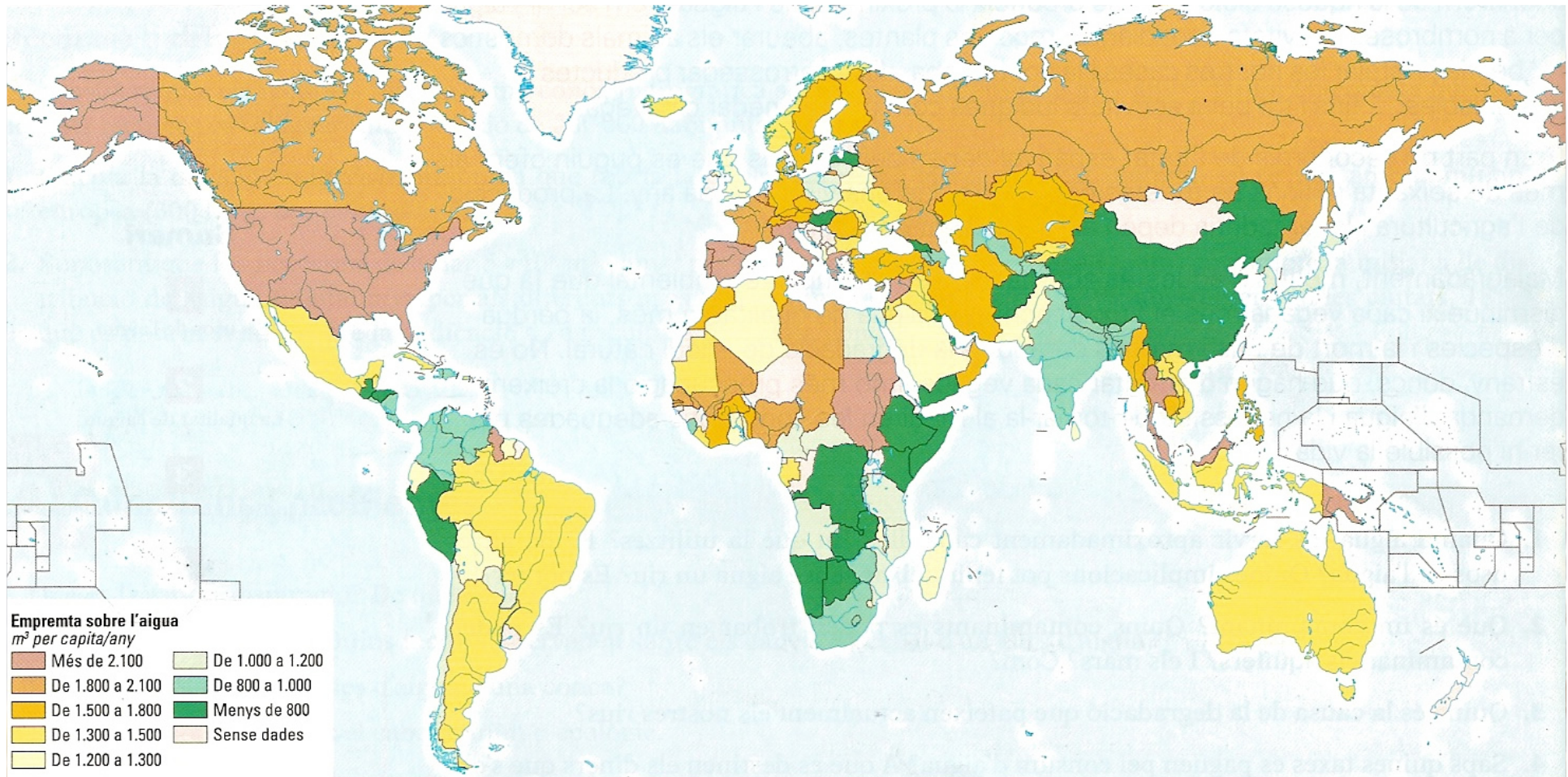
Tema 10: Regeneració i gestió de l'aigua.

HIDROSFERA

Tema 9

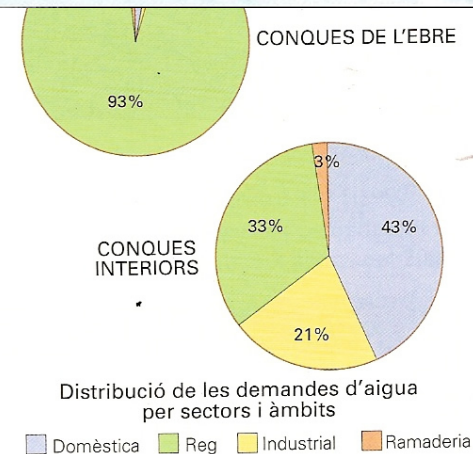
L'aigua com a recurs





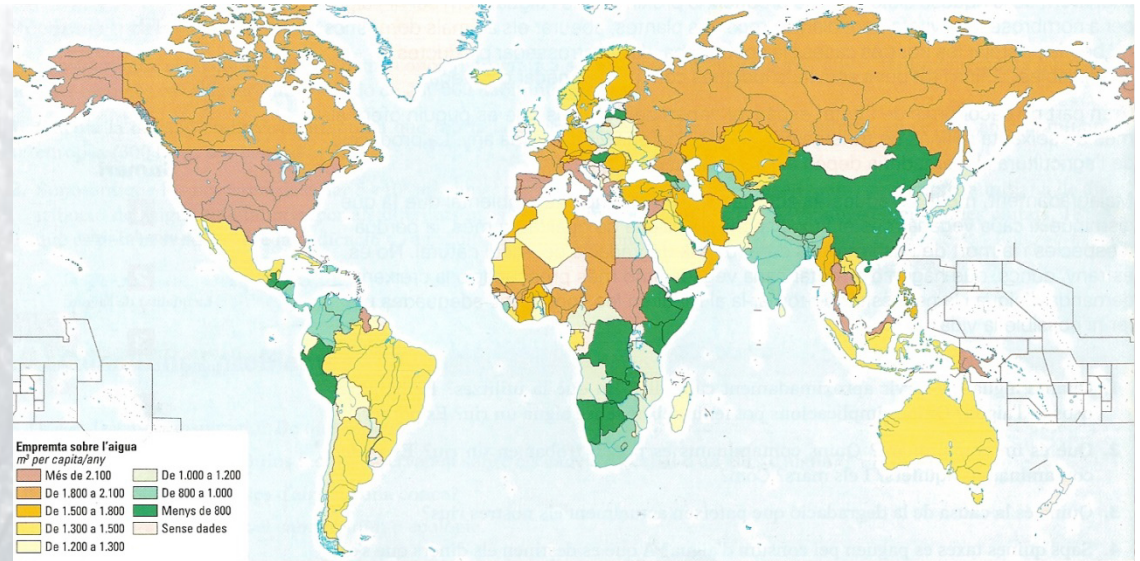
- **Varia molt del desenvolupament: EEUU - 600 l/hab dia**
Índia - 25 l/hab dia

Com a font d'energia
Altres finalitats



Els usos de l'aigua

Com a recurs



Com a font d'energia

S'utilitza des de l'antiguetat (molins d'aigua, fargues, ..)

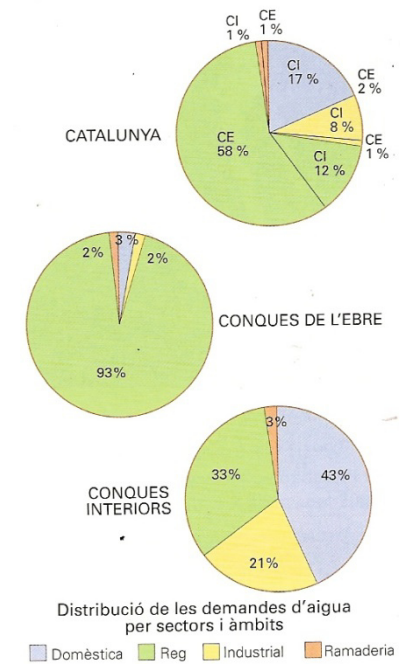
Producció d'electricitat

Energia hidroelèctrica - Embassament

Maremotriu

Onades

Altres finalitats



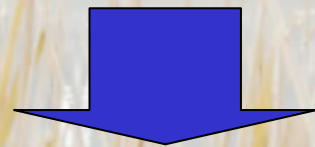
Els usos de l'aigua

Com a recurs

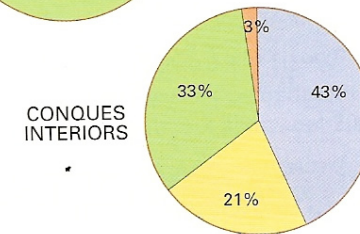
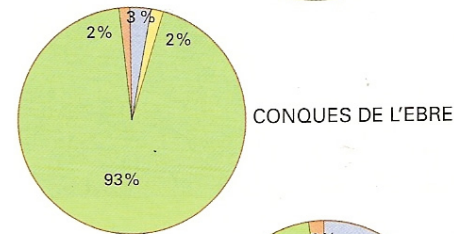
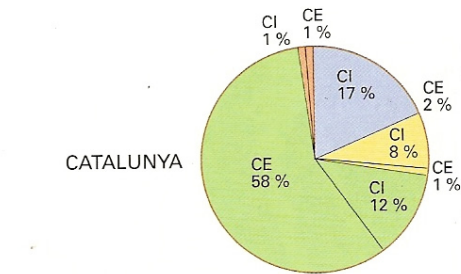
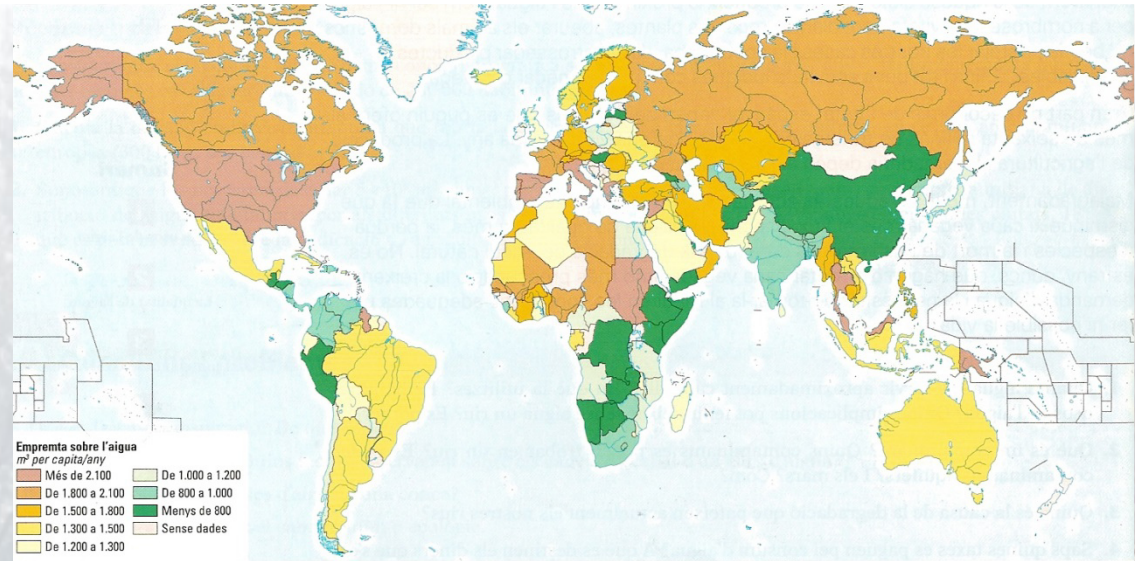
Com a font d'energia

Altres finalitats

- **Vehicle d'evacuació** - Substàncies residuals, indústries, llars, purins,...
- **Activitats recreatives** - Esports d'aventura, parcs aquàtics, vela, surf, golf (H₂O).
- **Cabal mínim o de conservació** - Legislació de les comunitats autònomes. Depèn del cabal i les característiques del riu.



IMPACTES



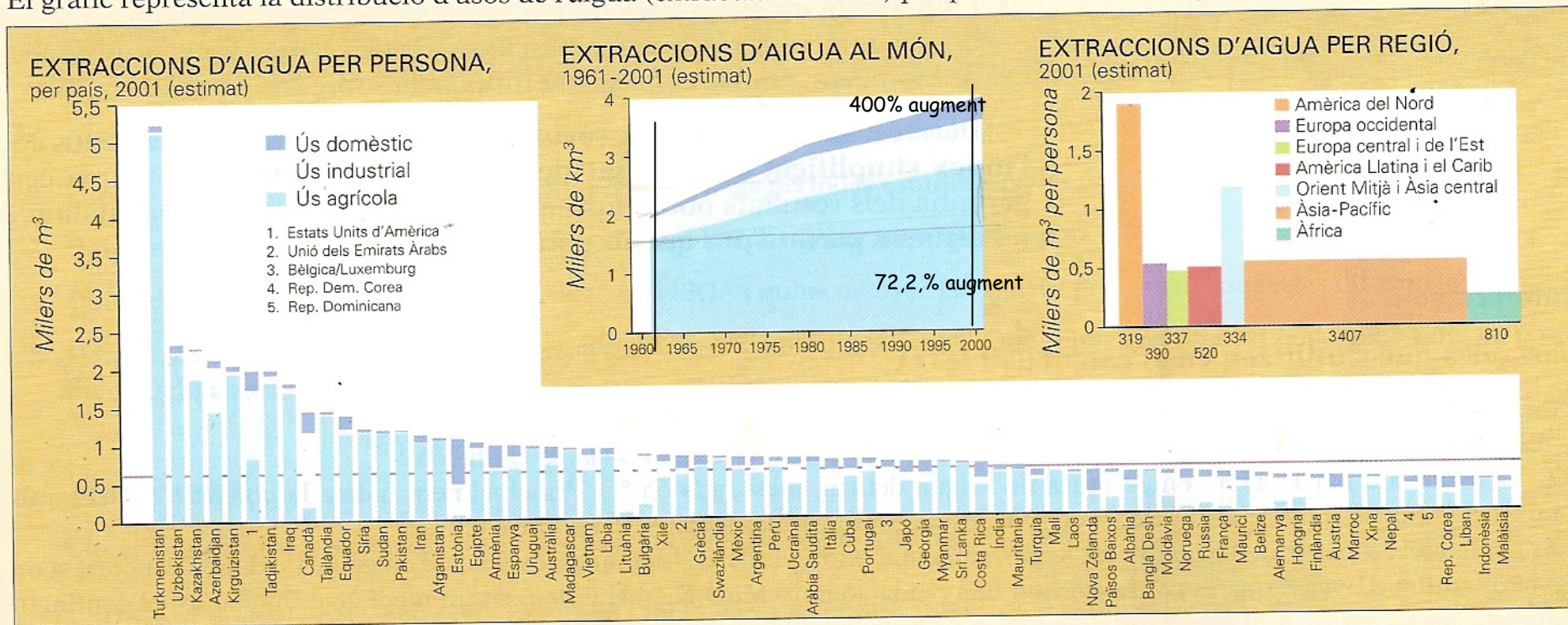
Distribució de les demandes d'aigua per sectors i àmbits

■ Domèstica ■ Reg ■ Industrial ■ Ramaderia

Interpretació

Usos de l'aigua

El gràfic representa la distribució d'usos de l'aigua (extracció del medi) per persona al món l'any 2001.



1. Quin és el país que més aigua gasta per persona? I el que menys?
2. Indica cinc països clarament agrícoles, i cinc d'industrials.
3. Quines són les zones del món que més aigua gasten per persona? I les que menys?
4. Quin és el percentatge de creixement anual de consum d'aigua entre els anys 1960 i 2000? Per què? 100 %
5. Quina és la fracció que més ha crescut en termes absoluts? 2 Km³ 4 Km³

La qualitat de l'aigua

Paràmetres que cal tenir en compte:

- **Temperatura**
- **DBO** - Demanda biològica d'oxigen - permet determinar la quantitat de matèria orgànica biodegradable de l'aigua. Mesura la quantitat d'oxigen que els microorganismes necessiten per descomposar la matèria orgànica.
 - **DBO5** - quantitat d'oxigen necessari per degradar la matèria orgànica en 5 dies i a 20° C.
- **DQO** - Demanda química d'oxigen, quantitat d'oxigen necessari per oxidar totes les substàncies presents a l'aigua tant les orgàniques com les que no ho són $DQO > DBO$

DBO/DQO tipus de matèria present

Exemple: 0,6 matèria tipus orgànic

0,2 matèria tipus inorgànic

La qualitat de l'aigua

Paràmetres que cal tenir en compte:

- **OD** - Oxigen dissolt.

$T \uparrow$ / **Materia orgànica** \uparrow \Rightarrow $O_2 \downarrow$

- **Conductivitat** \uparrow - Quantitat de sals minerals que hi ha a l'aigua \uparrow
- **Matèria en suspensió** - Llims, argiles, etc...

\downarrow Quantitat de llum que arriba als organismes fotosintètics

\downarrow producció

La qualitat de l'aigua

Índex simplificat de qualitat de l'aigua

Variables que s'utilitzen en el càlcul de l'ISQA

L'ISQA es pot calcular a partir de la fórmula següent: $ISQA = T (A + B + C + D)$.

El significat i els valors de cadascun dels paràmetres que intervenen en l'ISQA és el següent:

- *T*: Es dedueix a partir de la temperatura de l'aigua del riu, mesurada en °C. Principalment indica la pol·lució per centrals termoelèctriques (tant de les nuclears com de les de combustibles fòssils). Varia entre 0,8 i 1.
- *A*: Es dedueix a partir de l'oxidabilitat al permanganat en mg/L de O₂ (demanda química d'oxigen). L'oxidabilitat correspon a la quantitat d'oxigen que es consumeix en una oxidació amb MnO₄K en ebullició en un medi àcid. Inclou tot el contingut orgànic, tant si és natural com artificial i tant si és biodegradable com si no ho és. Varia entre 0 i 30.
- *B*: Es dedueix a partir de la matèria en suspensió (MES) en mg/L. Es pot separar per filtració. És un paràmetre molt general, que inclou pol·lució orgànica, inorgànica, industrial i/o urbana. Té molta influència en la fotosíntesi. Varia entre 0 i 25.
- *C*: Es dedueix a partir de l'oxigen dissolt en l'aigua, en mg/L de O₂. La concentració està molt relacionada amb l'oxidabilitat, principalment amb el contingut de matèria orgànica biodegradable, i amb el contingut de nutrients que controlen els processos de depuració. Varia entre 0 i 25.
- *D*: Es dedueix de la conductivitat elèctrica de l'aigua a 18°C en µS/cm. Mesura la concentració de sals inorgàniques, principalment de clorurs i sulfats. Varia entre 0 i 20. 0,8-1

Fatal Molt bé

$$ISQA = T (A + B + C + D) \rightarrow 0 - 100$$

DQA / 0-30

Materia en
suspensió / 0-25

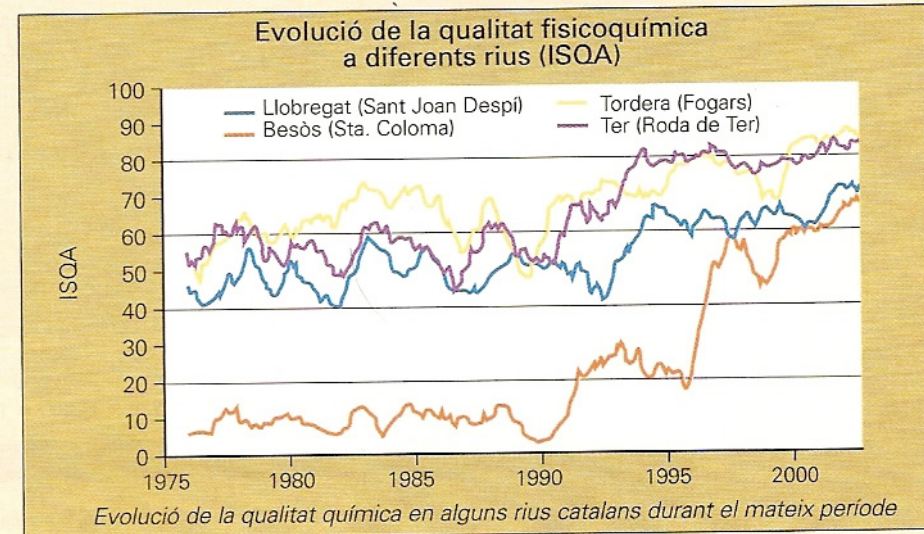
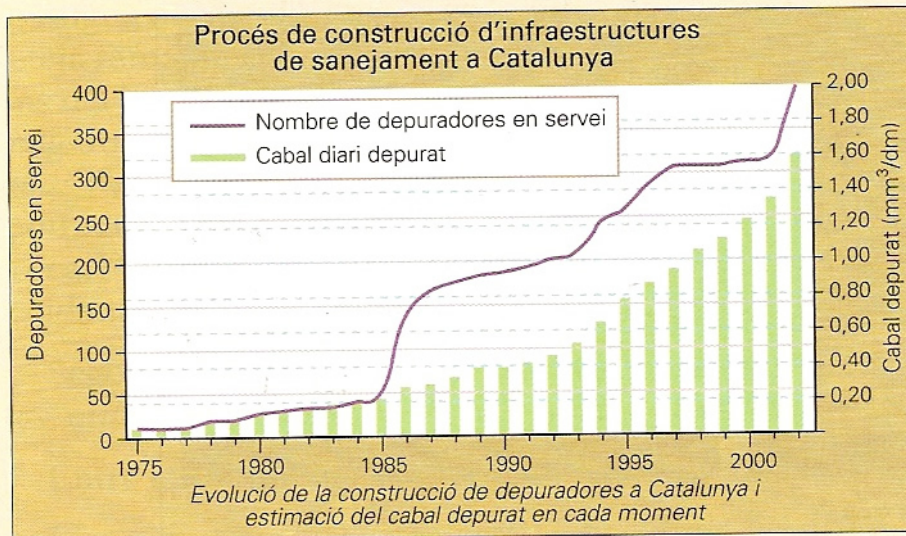
OD / 0-25

Conductivitat
0-20

Interpretació

Variacions de l'ISQA

Els gràfics següents t'informen sobre l'evolució de la qualitat de les aigües superficials de Catalunya entre 1989 i 1997, i el nombre de depuradores que durant aquests darrers anys s'han anat incorporant a la xarxa de sanejament en compliment de la directiva europea que obliga a depurar les aigües residuals de tots els municipis de més de 2.000 habitants abans del 2005.



1. Què representa l'ISQA? Quins són els valors mínim i màxim que pot tenir?
2. Explica quines variacions ha experimentat l'ISQA en els períodes estudiats en les diferents estacions.
3. Quina relació observes entre el creixement d'instal·lacions depuradores i els valors de l'ISQA?
4. Quins punts han experimentat més variació en l'ISQA i quins menys? Per què es produeixen aquestes diferències?
5. Una de les missions de les depuradores consisteix a disminuir la DBO_5 . Què representa aquest concepte? Com es pot reduir? Quina relació té amb l'ISQA?

Interpretació

Classificació de les aigües superficials segons la seva qualitat

1. D'acord amb els paràmetres de càlcul de l'ISQA, com es podria intervenir per millorar la qualitat de les aigües dels rius?
2. Hi ha contaminants que no queden reflectits en l'índex ISQA? Quins?
3. Quin creus que ha estat el principal responsable de la disminució de la qualitat de les aigües des del començament del segle xx fins ara?
4. Quins altres indicadors s'haurien d'observar per apreciar millor la qualitat de les aigües?

	1	2	3	4	5
Tipus					
Temperatura (°C)	<20	22	25	30	>30
Oxigen dissolt (mg/L)	>7	5	3	0,2	sense
DBO ₅ (mg/L)	<3	5	10	25	>25
DQO (mg/L)	<20	25	40	80	>80
ISQA	>85	60	45	30	<30
Usos					
Aigua potable		trac. especial	trac. especial		
Indústria				refrigeració	
Reg					
Navegació					
Cap ús					



La contaminació de les aigües

Fonts:

- Industrial
- Agrícola: adobs, pesticides
- Ramaderia: purins
- Residus domèstics: Orina, excrements, sòlids (bastonets de les orelles tovalloletes, ...), detergents, lexiu, oli, líquids, ...

La contaminació de les aigües

Fonts:

- Industrial
- Agrícola: adobs, pesticides
- Ramaderia: purins
- Residus domèstics: Orina, excrements, sòlids (bastonets de les orelles tovalloletes, ...), detergents, lexiu, oli, líquids, ...

Alumnat curs 13-14

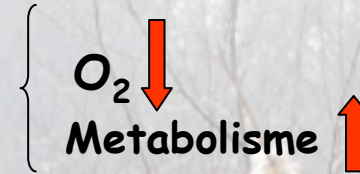
Fonts:

- Aigües residuals urbanes
- Abocadors de residus sòlids urbans
- Aigües residuals industrials i de mineria - metalls pesants (Hg, Pb, Ar,...), hidrocarburs, compostos orgànics,...
- Agricultura i ramaderia - Adobs, purins, pesticides,...
- Aigua d'escorriment - lixiviació de sòls
- Vessaments accidentals

- **Contaminants**

- **Físics:**

- **Temperatura** - Font: refrigeració T ↑
 - **Radioactivitat** - Font: Fuites en centrals nuclears, hospitals, mineria.
 - **Sòlids en suspensió** - Font: llims i argiles, ampolles de plàstics, fustes,...



- **Químics**
 - **Biològics**





- **Contaminants**

- **Físics:**

- **Químics:**

- **pH** - Fonts: Sòls àcids en sòls granítics pH \approx 5
Bàsics en sòls calcaris pH \approx 8
Residus
Pluja àcida
- **Cl⁻** - Fonts: Sòls salins / Minería / Instrusions marines en aqüífers
- **CaCO₃ / MgCO₃** - Fonts: Sòls calcaris
» Duresa de l'aigua - Ineficàcia dels detergents, precipitacions en canyeries, rentadores, etc...
- **SO₄²⁻** - Fonts: Sòls rics en guix / minería / indústries papereres
- **PO₄³⁻** - Fonts: Adobs, detergents, matèria orgànica.

• Contaminants

- Químics:

- NH_3 / NH_4^+ / NO_2^- / NO_3^- - Fonts: Matèria orgànica (bacteris descomponedors, nitrosificants, nitrificants,...) / Adobs / purins
- O_2 dissolt - Fonts: difusió de l'atmosfera / Fotosíntesi.
 $T \uparrow$ / materia orgànica \uparrow \Rightarrow O_2 dissolt \downarrow
- **Metalls pesants** - Hg / Pb Bioacumulació i biomagnificació. Fonts: Minería / Indústria / hidrocarburs
- **Plaguicides** - Font: Agricultura. Bioacumulació i Biomagnificació si no són biodegradables.



- **Contaminants**

- **Biològics - Microorganismes:**

- Patògens (tifus, disenteria, còlera,...)
 - Beneficiosos - actuen en la depuració de l'aigua
 - Les enterobacteries (*Escherichia coli*) indiquen contaminació fecal.

El preu de l'aigua

El rebut de l'aigua incorpora una sèrie de taxes relacionades amb el subministrament i amb la neteja de les aigües residuals i dels residus sòlids urbans d'una família mitjana de l'àrea metropolitana de Barcelona.

TARIFA DOMÈSTICA		AZCONA ARANDA, M. ANGELES				
E.M.B. EXP. 995/03/MDA. DOC. 8543/03 I DOC.8545/03		PS.FRANCESC MACIA 77 4-3				
CÀNON DE L'AIGUA: Llei 6/1999 - Decret 103/2000		08173-SANT CUGAT				
Sorea, Sociedad Regional de Abastecimiento de Aguas, S.A. - Inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona, Tom 27652, Folio 55, Full núm. 8-16139, Inscripció 136a-N.I.F. A-0814636						
FACTURA						
Detall de la factura		Quantitat	Preu unitari	Importe Eur.	Sub-total Eur.	% IVA
SERVEI MUNICIPAL D'AIGUA A08146367:						
- AIGUA						
Quota del servei						
	1 bloc consum	18,00	0,2298	4,14		
	2 bloc consum	18,00	0,5394	9,71		
	3 bloc consum	7,00	0,7439	5,21	43,45	7
- CONSERVACIÓ						
del comptador						
	IVA 7,00 %S/			2,86	2,86	16
	IVA 16,00 %S/			3,04		
				0,46		
TOTAL SERVEI MUNICIPAL D'AIGUA					3,50	
AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA Q080103 I.F.					49,81	
- CÀNON DE L'AIGUA						
	Mínim 0,3118 x 1	18,00	0,3023	5,44		
	1 Trám 0,3118 x 1	18,00	0,3023	5,44		
	2 Trám 0,3118 x 2	7,00	0,6046	4,23	15,11	7
	IVA 7,00 %S/			1,06		
TOTAL AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA					16,17	
Total factura						65,98
IMPORT FACTURA TRIMESTRAL EN Pessetes = 10.978 (1 EURO = 166,386 PTA A 1-01-1999)						
MISSATGES/MESSAGES			INFORMACIÓ ESTADÍSTICA/INFORMACIÓN ESTADÍSTICA			
<ul style="list-style-type: none"> - La vostra despesa mitjana en aquest període ha estat de 0,66 Eur./dia, dels quals 0,46 Eur./dia corresponen a aigua. - Pàgina web: http://www.sorea.es/scugat - Telèfon d'averies: 93 589 00 21 - Direcció correu electrònic -email-: sorea.scg@agbar.es 						

1. Copia i acaba d'omplir la taula següent amb les dades del rebut:

Administració	Taxa i/o impost	Destinació

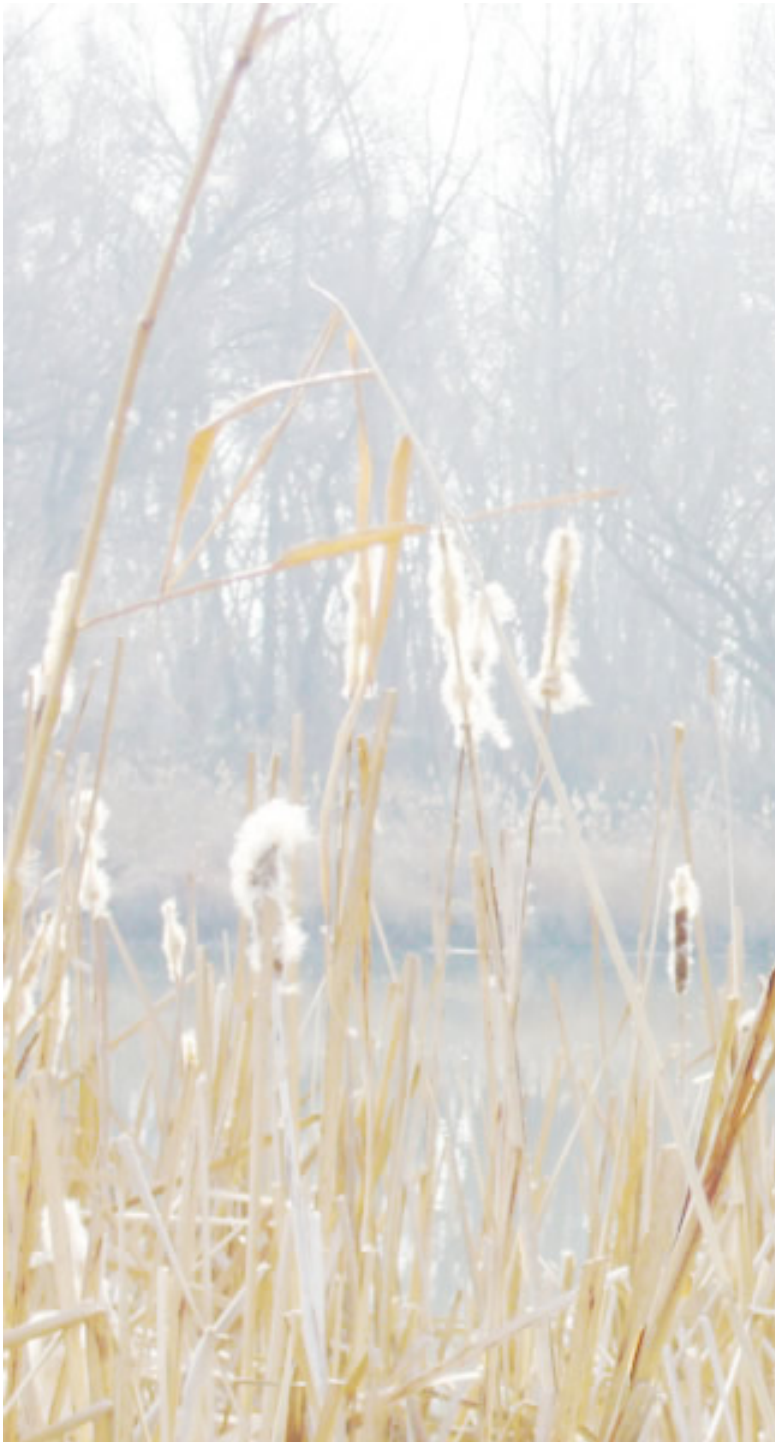
2. Per quina raó creus que el preu del consum es divideix en tres blocs? Quins són els límits dels trams i el preu de cadascun?

3. Quin percentatge del total suposa cada concepte remarcat?

4. Quin significat té la taxa ambiental de gestió de residus urbans?

5. Què penses de les diferents taxes que es cobren amb el rebut?

6. Calcula quants litres d'aigua al dia ha consumit per terme mitjà cadascun dels quatre membres d'aquesta família.



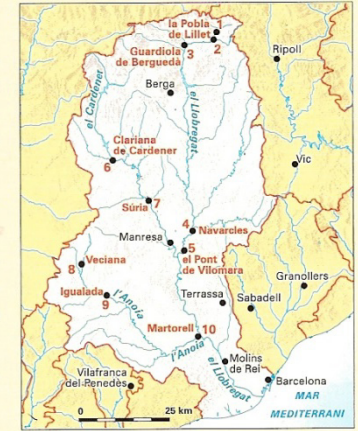
El riu Llobregat

La taula inferior indica alguns valors de les característiques fisicoquímiques de l'aigua de diferents trams del riu Llobregat, recollida el juny de 1996 en el marc de l'estudi *La qualitat ecològica del Besòs i el Llobregat*, dut a terme per la Diputació de Barcelona i el Departament d'Ecologia de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona.

D'acord amb la localització en el mapa, explica el perquè de les variacions d'alguns dels paràmetres:

1. A partir de quin moment les aigües no es poden utilitzar per a l'abastament públic?
2. Explica quina pot ser la causa de l'augment de sulfats entre el punt 1 i el 2, l'augment dels clorurs en els punts 4 i 5 del riu Llobregat i 7 del riu Cardener, la disminució de l'oxigen dissolt en avançar el curs del riu i l'augment dels nitrats i fosfats al llarg del curs.
3. Tenint en compte que la conductivitat és un indicador de la quantitat de sals dissoltes a l'aigua, què es podria dir de les sals dissoltes al Llobregat?

Augmenten o disminueixen amb la distància al naixement? Quina en pot ser la causa?



Riu	Localitat	Oxigen (mg/L)	Conductivitat (mS/cm)	pH	Temperatura (°C)	Sòlids en suspensió (mg/L)	Nitrats (mg/L)	Fosfats (mg/L)	Sulfats (mg/L)	Clorurs (mg/L)
	Normes de potabilitat	= 5,5	400	6,5-9,2	Ambient	Negatiu	<45	<0,12	<200*	<200*
Llobregat	1. La Pobla de Lillet abans de la paperera	9,63	260	8,42	13,3	10	1,73	0,00	4,9	13
	2. La Pobla de Lillet	8,81	383	8,26	17,0	0,5	1,90	0,00	51,0	16
	3. Guardiola de Berguedà	9,32	405	8,47	21,2	1	1,68	0,00	57,0	17
	4. Navarcles	9,33	1.125	8,08	19,3	140	4,16	0,17	104,0	400
	5. Pont de Vilomara	7,83	2.700	8,07	22,9	73	4,87	0,22	132,0	680
Cardener	6. Clariana de Cardener	10,23	532	8,13	18,5	15	2,30	0,00	83	24
	7. Súria	11,39	2.770	8,17	22,9	11	5,76	0,13	122	720
Anoia	8. Veciana	8,26	1.075	8,22	20,9	46	18,60	0,05	218	61
	9. Igualada	11,21	2.560	8,18	23,5	60	10,18	0,11	783	260
Llobr.	10. Martorell	6,7	1.857	7,96	24,8	98	9,30	0,38	152	390

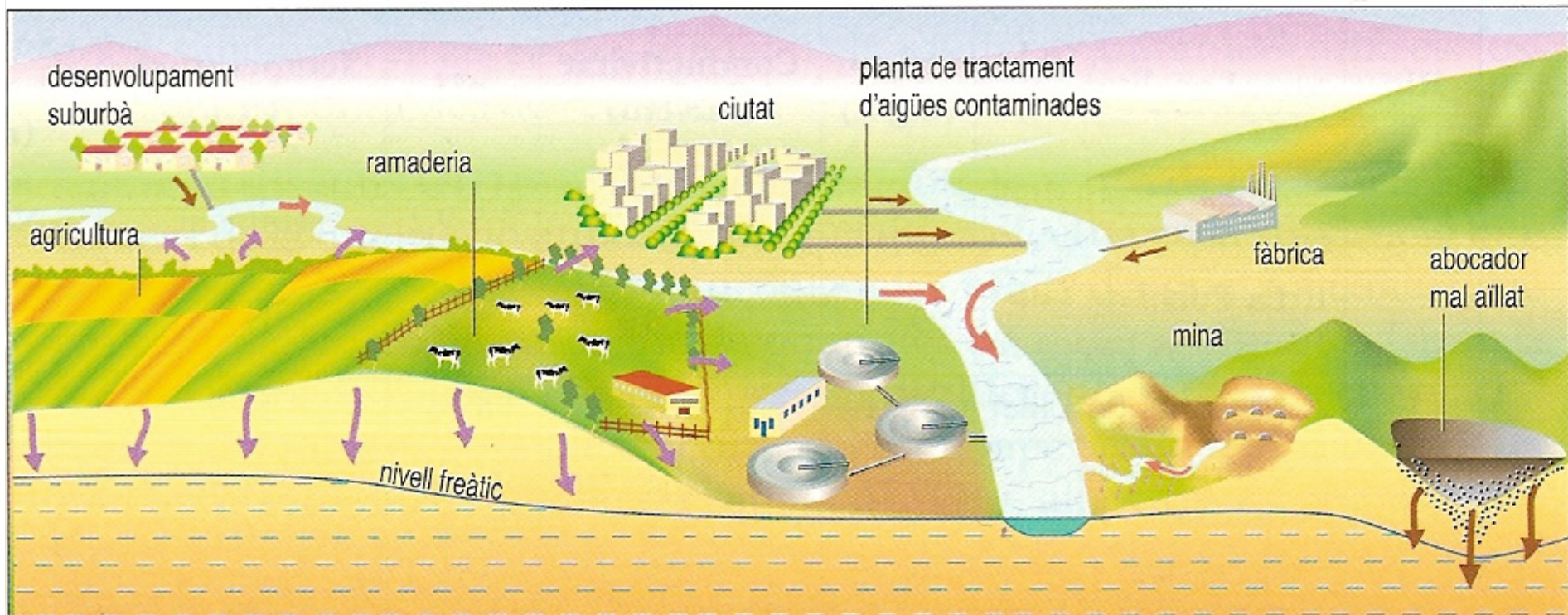
* Valors desitjables.



La contaminació dels aqüífers

- Lixiviació de sòls
- Intrusions marines

Processos de contaminació:



Document

La síndrome del nen blau

Els aqüífers d'algunes comarques de Catalunya estan molt contaminats per nitrats. Les concentracions que superen els 50 mg/L de nitrats són considerades no acceptables per al consum humà, tot i que concentracions més baixes tampoc no són recomanables per als infants, particularment els nadons, que són especialment vulnerables a la presència de nitrats (NO_3^-) a l'aigua. Els bacteris que viuen a l'aparell digestiu dels noutats converteixen els nitrats en nitrits (NO_2^-), que poden reaccionar amb l'hemoglobina i convertir-la en metahemoglobina. Així, els infants tenen dèficit d'oxigen a la sang, que pot provocar la síndrome del nen blau (metahemoglobinèmia). Al voltant de la boca i del nas, la pell adquireix una coloració blavosa, i la sang adopta un color fosc característic provocat per la manca d'hemoglobina oxidada. Tot i que amb un tractament mèdic adequat els nens es recuperen relativament de pressa, es creu que hi pot haver alguna connexió entre la síndrome del nen blau (provocada per aigües amb continguts per sobre de 40 mg/L de nitrats) i determinats desordres del sistema nerviós i alguns càncers. De totes maneres, encara són hipòtesis que s'estan investigant.

1. Quin és l'origen de la contaminació per nitrats al Maresme, a Osona i a l'Urgell?
2. Com han pogut arribar els nitrats a contaminar les aigües subterrànies? Com es descontamina un aqüífer? Raona la resposta.
3. Què és l'hemoglobina? En què consisteix la metahemoglobinèmia?

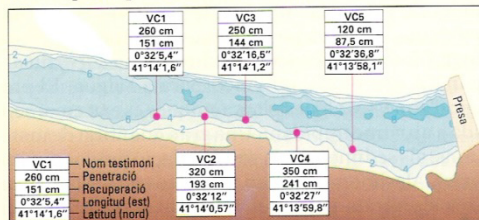


Estudi d'un cas

Contaminació a l'embassament de Flix

El 2004, un estudi del CSIC va revelar que sota l'embassament de Flix, al riu Ebre, hi ha unes 700.000 tones de residus tòxics i radioactius. L'origen sembla que està relacionat amb la indústria química que l'empresa Ercros té destinada actualment a la fabricació de clor, sosa, derivats del clor, dissolvents clorats i fosfat bicàlcic. El clor és un dels productes amb més aplicacions en la societat actual: potabilització d'aigua, medicaments, automòbils, electrònica (CD).

Es calcula que l'extracció dels residus suposarà una despesa de 200 milions d'euros, dels quals la majoria aniran a càrrec dels contribuents, perquè els tècnics de Medi Ambient no van poder provar fefaentment que els residus fossin de l'empresa. L'empresa només haurà de sufragar les despeses corresponents als abocaments des de 1988, per l'aprovació d'una norma catalana que impedeix els abocaments al riu, fins al 1993.



Greenpeace considera que l'embassament de Flix quedarà marcat pel mercuri (utilitzat en la fabricació dels derivats del clor) per tota la vida, cosa que perjudicarà la salut dels veïns de la zona i el medi ambient. Flix no és l'únic indret de Catalunya on s'utilitza el mercuri per fabricar clor; dues plantes més de Catalunya (instal·lades a Martorell i Vila-seca) també han deixat uns nivells alts de mercuri a l'entorn, tot i que ara envien els seus abocaments uns tres quilòmetres mar endins, on s'acumulen davant la costa.

Les imatges de la dreta il·lustren els estudis realitzats per determinar l'abast de la contaminació tant a l'embassament com des d'aquest fins a la desembocadura del riu Ebre.

1. Es considera que la sedimentació d'aquestes substàncies va començar amb la construcció de la presa de Flix i es va agreujar amb la construcció riu amunt de l'embassament de Riba-roja. Justifica aquestes dues afirmacions.
2. Marca a la taula els elements que representen contaminació i a quina profunditat es troben, d'acord amb els valors guia. Busca informació sobre les conseqüències que tenen per a la salut aquests elements quan arriben a ser contaminants.

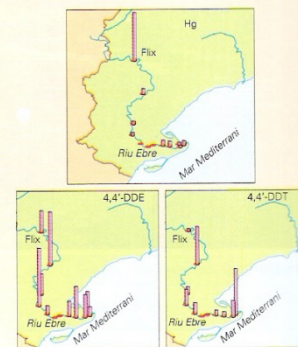
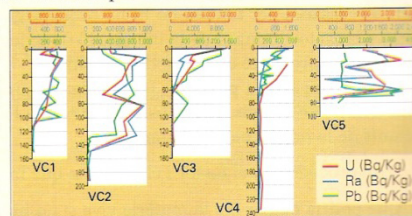
Codi	(cm)	Concentració de metalls pesants (mg/g) al testimoni VC5. Error màx. +/- 15 %										DDE + DDT*
		Hg	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Mn	Ti	
VC5005	0-7	18	490	100	44	250	22	8,4	16	210	850	
VC5011	10-13	12	730	160	55	360	29	8,6	12	110	920	46
VC5014	13-16	15	750	160	59	390	36	10	10	120	960	840
VC5020	19-22	45	670	140	47	340	32	12	9,9	150	940	84
VC5029	28-31	14	710	140	48	280	26	8,3	6,4	180	900	64
VC5038	37-40	23	620	130	49	310	30	9,5	12	210	1100	93
VC5047	46-49	11	620	120	43	280	30	7,2	12	190	980	37
VC5056	55-58	15	620	140	48	300	26	7,2	10	150	940	80
VC5065	64-67	10	520	110	55	240	27	5,9	13	89	650	20
VC5068	67-70	9,8	540	100	52	280	25	6,5	8,9	96	670	15
VC5074	73-76	1,5	81	42	29	88	16	0,5	40	470	2800	29
	Mitjana	15,8	577,4	122,0	48,1	283,5	27,2	7,6	13,7	179,5	1064,5	130,8
	Valors guia normals	0,3	35-50	20	25-40	50-90	10-5	0,1	17-30	65-420	2300-5700	50-400 ng/g

* Està provat que la contaminació dels sediments de l'embassament és majoritàriament de caràcter antropològic.

3. A partir de la tècnica de datació de radionúclids mitjançant el 210Pb, el 226Ra i 238U, s'ha assignat la data de 1973 (inici de la producció de fosfats a la fabrica) als nivells corresponents a l'increment d'aquests radionúclids. A quina profunditat correspon aquesta data en cada testimoni? Per quina raó hi ha profunditats diferents per a la mateixa data?

4. El mercuri i alguns organoclorats com el DDT i DDE han estat uns dels residus més mobilitzats per les aigües del riu. Tot i això, el DDT trobat aigües avall sembla que no procedeix tot de l'embassament. Quines altres fonts poden haver embrutat els sediments de DDT i DDE? Quina finalitat tenen aquests productes? Com pot ser que es trobin als sediments si fa temps que estan prohibits?

5. Calcula la quantitat total de cada metall, a partir de la mitjana de tot el perfil, si el volum total de sediments submergits està valorant en 300.000 tones.

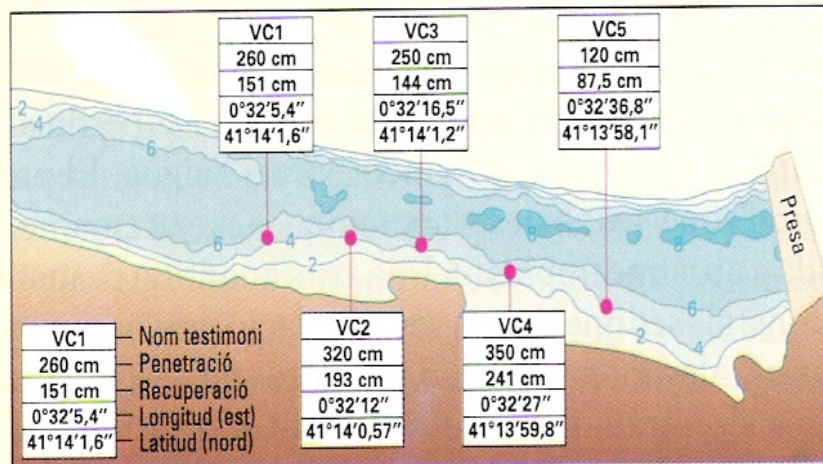


Estudi d'un cas

Contaminació a l'embassament de Flix

El 2004, un estudi del CSIC va revelar que sota l'embassament de Flix, al riu Ebre, hi ha unes 700 000 tones de residus tòxics i radioactius. L'origen sembla que està relacionat amb la indústria química que l'empresa Ercros té destinada actualment a la fabricació de clor, sosa, derivats del clor, dissolvents clorats i fosfat bicàlcic. El clor és un dels productes amb més aplicacions en la societat actual: potabilització d'aigua, medicaments, automòbils, electrònica (CD).

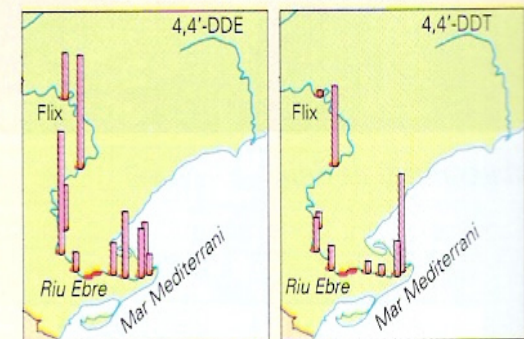
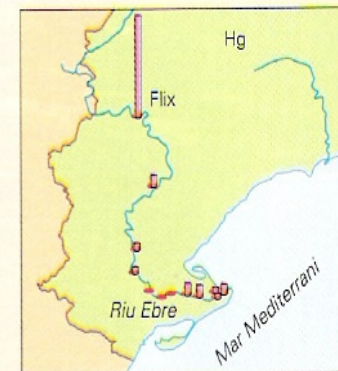
Es calcula que l'extracció dels residus suposarà una despesa de 200 milions d'euros, dels quals la majoria aniran a càrrec dels contribuents, perquè els tècnics de Medi Ambient no van poder provar fefaentment que els residus fossin de l'empresa. L'empresa només haurà de sufragar les despeses corresponents als abocaments des de 1988, per l'aprovació d'una norma catalana que impedeix els abocaments al riu, fins al 1993.



Instal·lades a Martorell i Vila-seca) també han deixat uns nivells alts de mercuri a l'entorn, tot i que ara envien els seus abocaments uns tres quilòmetres mar endins, on s'acumulen davant la costa.

Les imatges de la dreta il·lustren els estudis realitzats per determinar l'abast de la contaminació tant a l'embassament com des d'aquest fins a la desembocadura del riu Ebre.

Greenpeace considera que l'embassament de Flix quedarà marcat pel mercuri (utilitzat en la fabricació dels derivats del clor) per tota la vida, cosa que perjudicarà la salut dels veïns de la zona i el medi ambient. Flix no és l'únic indret de Catalunya on s'utilitza el mercuri per fabricar clor; dues plantes més de Catalunya (instal·lades a Martorell i Vila-seca) també han deixat uns nivells alts de mercuri a l'entorn, tot i que ara envien els seus abocaments uns tres quilòmetres mar endins, on s'acumulen davant la costa.



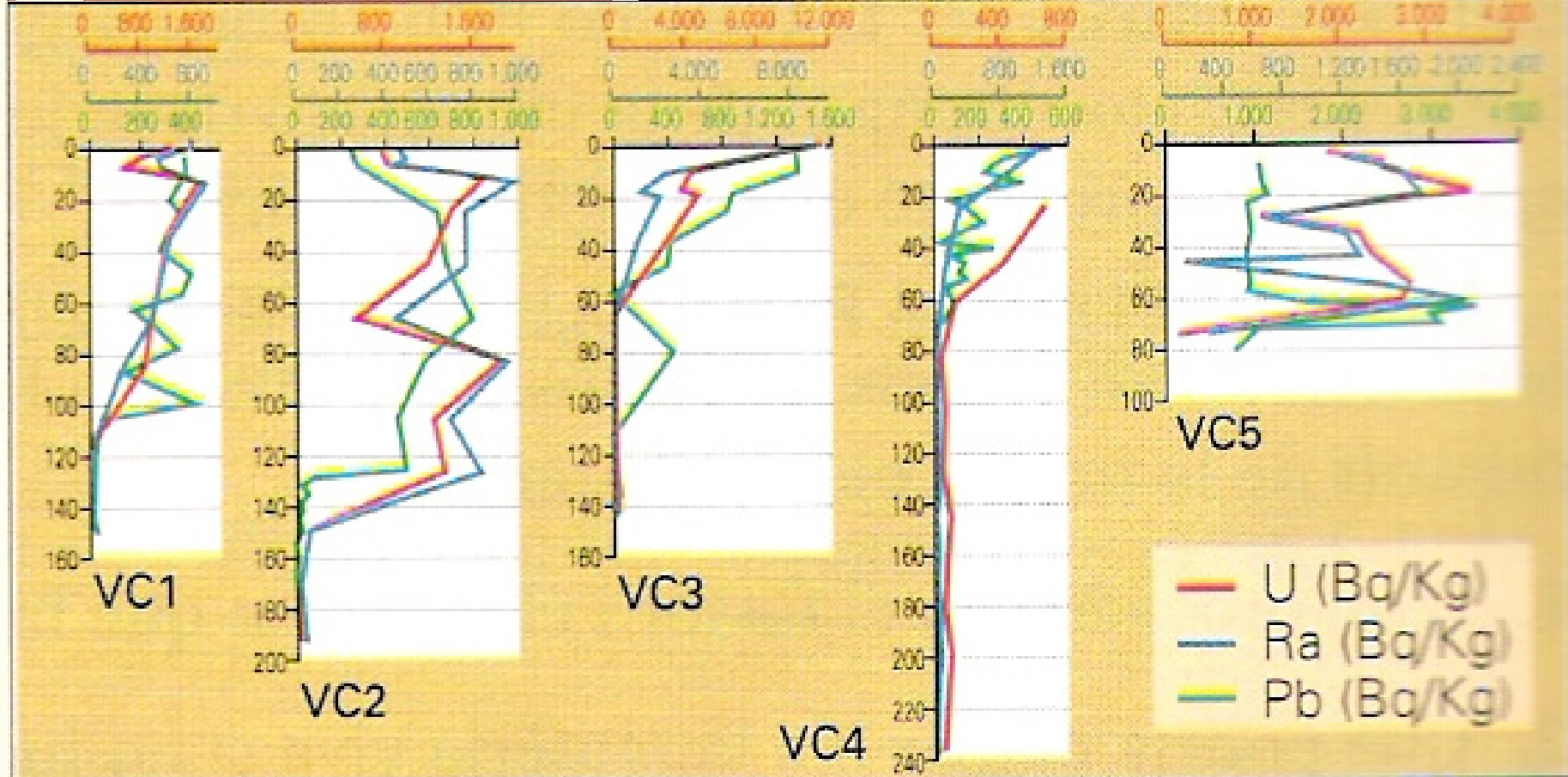
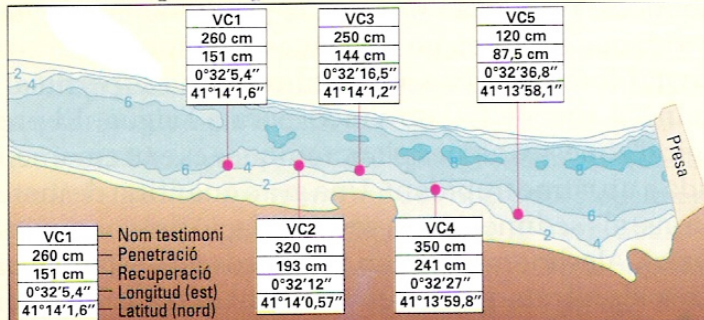
1. Es considera que la sedimentació d'aquestes substàncies va començar amb la construcció de la presa de Flix i es va agreujar amb la construcció riu amunt de l'embassament de Riba-roja. Justifica aquestes dues afirmacions.

2. Marca a la taula els elements que representen contaminació i a quina profunditat es troben, d'acord amb els valors guia. Busca informació sobre les conseqüències que tenen per a la salut aquests elements quan arriben a ser contaminants.

Codi	(cm)	Concentració de metalls pesants (mg/g) al testimoni VC5. Error màx. +/- 15 %										DDE + DDT*
		Hg	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Mn	Ti	
VC5005	0-7	18	490	100	44	250	22	8,4	16	210	850	
VC5011	10-13	12	730	160	55	360	29	8,6	12	110	920	46
VC5014	13-16	15	750	160	59	390	36	10	10	120	960	840
VC5020	19-22	45	670	140	47	340	32	12	9,9	150	940	84
VC5029	28-31	14	710	140	48	280	26	8,3	6,4	180	900	64
VC5038	37-40	23	620	130	49	310	30	9,5	12	210	1100	93
VC5047	46-49	11	620	120	43	280	30	7,2	12	190	980	37
VC5056	55-58	15	620	140	48	300	26	7,2	10	150	940	80
VC5065	64-67	10	520	110	55	240	27	5,9	13	89	650	20
VC5068	67-70	9,8	540	100	52	280	25	6,5	8,9	96	670	15
VC5074	73-76	1,5	81	42	29	88	16	0,5	40	470	2800	29
Mitjana		15,8	577,4	122,0	48,1	283,5	27,2	7,6	13,7	179,5	1064,5	130,8
Valors guia normals		0,3	35-50	20	25-40	50-90	10-5	0,1	17-30	65-420	2300-5700	50-400 ng/g

* Està provat que la contaminació dels sediments de l'embassament és majoritàriament de cràcter antròpic.

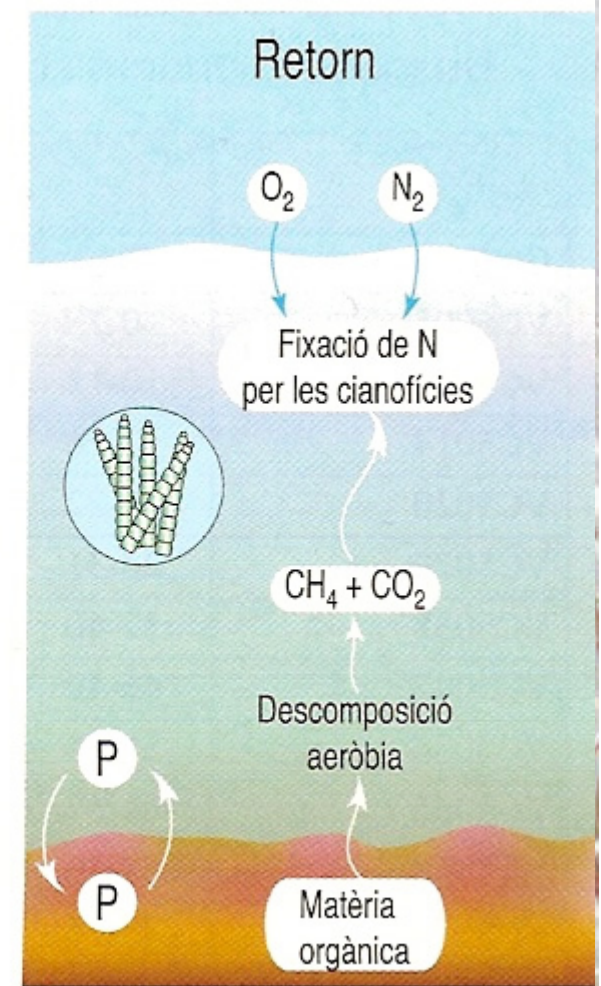
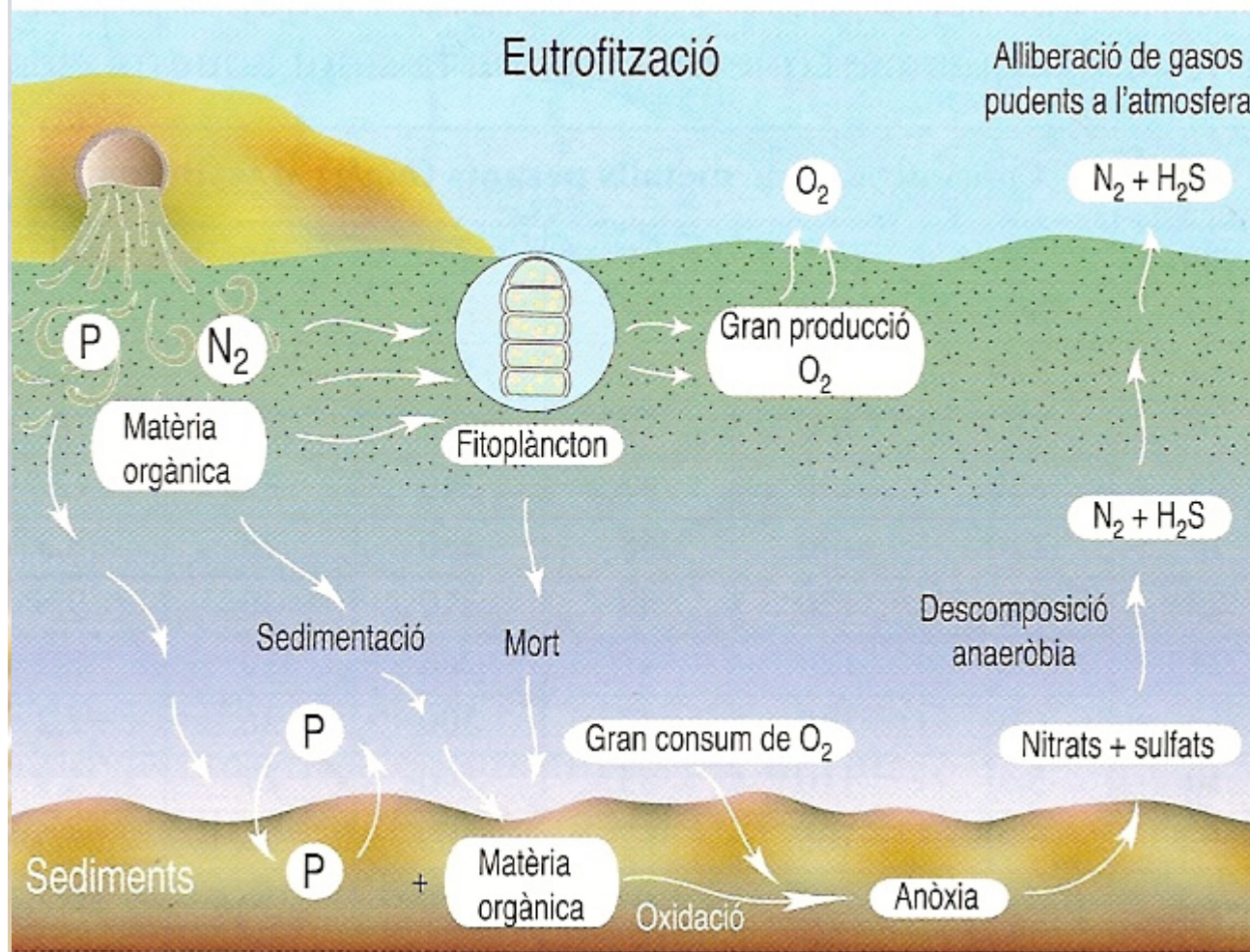
3. A partir de la tècnica de datació de radionúclids mitjançant el ^{210}Pb , el ^{226}Ra i ^{238}U , s'ha assignat la data de 1973 (inici de la producció de fòsfats a la fàbrica) als nivells corresponents a l'increment d'aquests radionúclids. A quina profunditat correspon aquesta data en cada testimoni? Per quina raó hi ha profunditats diferents per a la mateixa data?



4. El mercuri i alguns organoclorats com el DDT i DDE han estat uns dels residus més mobilitzats per les aigües del riu. Tot i això, el DDT trobat aigües avall sembla que no procedeix tot de l'embassament. Quines altres fonts poden haver embrutat els sediments de DDT i DDE? Quina finalitat tenen aquests productes? Com pot ser que es trobin als sediments si fa temps que estan prohibits?
5. Calcula la quantitat total de cada metall, a partir de la mitjana de tot el perfil, si el volum total de sediments submergits està valorant en 300.000 tones.



L'eutrofització



Document

Els factors limitants

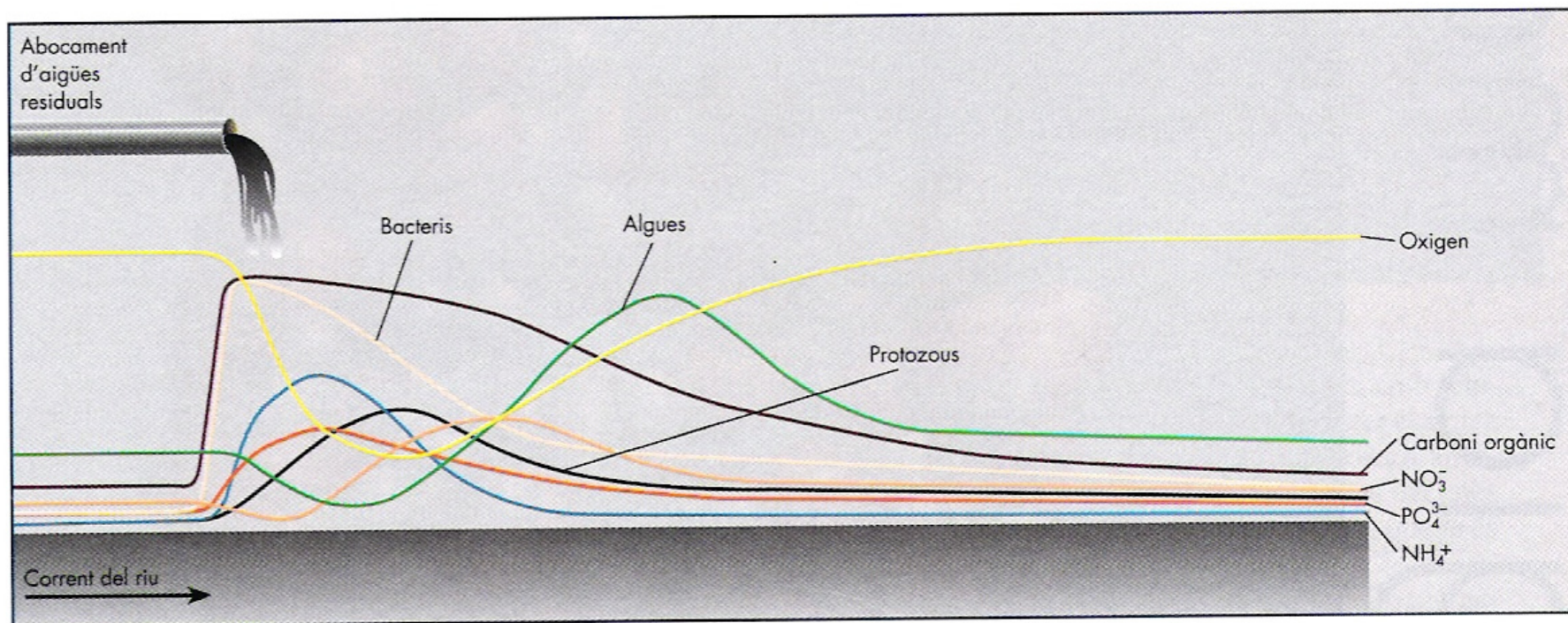
Suposem que en la fabricació d'una joguina s'utilitzen tres menes diferents de cargols: la classe A, la B i la C. Cada joguina acabada conté 50 cargols del tipus A, 30 del B i 1 del C. Direm que la seva proporció és de 50:30:1. Tots els cargols són igualment necessaris; per tant, si no hi ha prou cargols de qualsevol tipus no es pot fabricar cap joguina. La classe de cargol que falta es el factor limitant de la fabricació de la joguina. El factor limitant és l'element que, per la seva escassetat, determina la quantitat de producte que es podrà obtenir.

En la matèria viva passa un fet anàleg. La proporció de fòsfor i nitrogen respecte del carboni (P:N:C) és 1:14:100. De carboni n'hi ha en escreix a l'atmosfera i dissolt a l'aigua, però el fòsfor i el nitrogen són escassos, de manera que són factors limitants de la producció de matèria viva.

1. D'on procedeixen el fòsfor i el nitrogen que hi ha a l'aigua?
2. Què podria passar-li a la matèria viva si no hi hagués factors limitants?



El riu Llobregat, entre altres, sovint és utilitzat com un abocador de tota mena de residus al llarg de la seva conca. De les activitats agrícoles provenen nitrats, fosfats i compostos orgànics dels pesticides; de les indústries i de la mineria provenen metalls i altres residus sòlids. A més de tots aquests productes, rep una gran quantitat de residus fecals de les poblacions humanes.



1. Observa el gràfic. Per què disminueix la quantitat d'oxigen dissolt a l'aigua del riu després de l'abocament?
2. El gràfic reflecteix la capacitat d'autodepuració que té el riu. Explica a què creus que és deguda.
3. Explica l'afirmació següent: «Cada zona del curs del riu representa una etapa d'una successió ecològica».

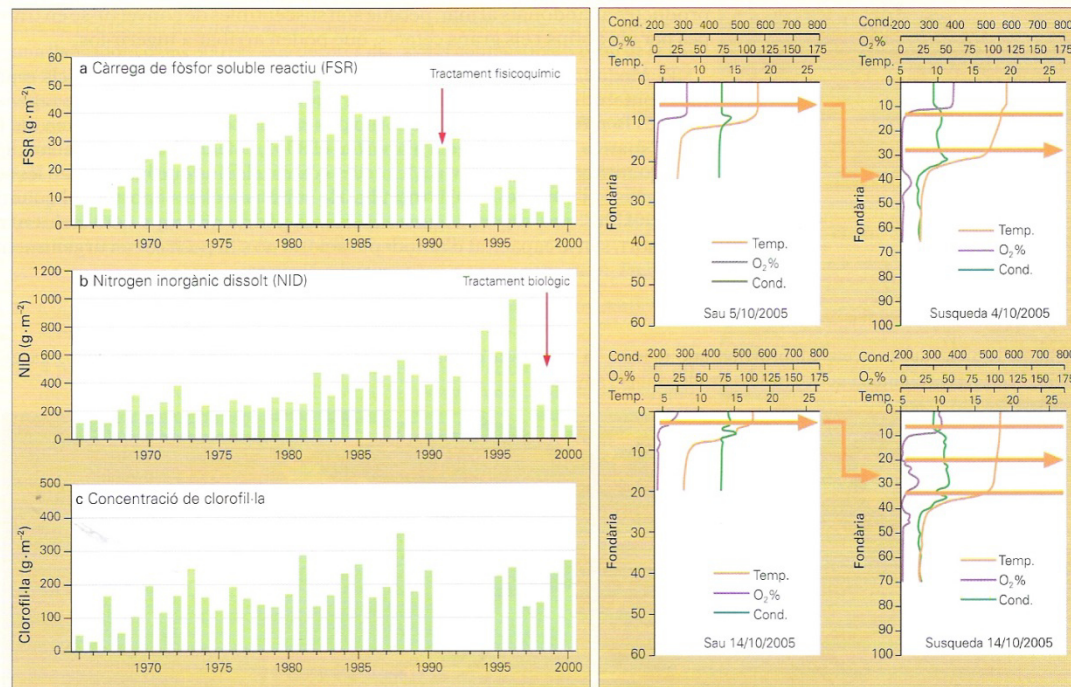
Interpretació

L'embassament de Sau

L'embassament de Sau (Guilleries), construït principalment com a reserva d'aigua per al consum humà, recull les aigües del riu Ter i de la riera Major; que ve del vessant nord del Montseny. El riu Ter i els seus afluents travessen zones industrials (Ribes de Freser, Ripoll, Torelló, Manlleu, Vic) d'activitats variades, entre les quals destaquen la tèxtil, l'alimentària, la paperera i la de la pell; a més, a la plana de Vic hi ha una activitat agrícola i ramadera molt important. Tots aquests factors han originat un alt grau de contaminació de les aigües que arriben a l'embassament de Sau. Un exemple d'això és l'aportació de fòsfor i nitrogen que el riu Ter va aportar a Sau des de la dècada dels setanta fins a l'entrada en funcionament de les depuradores de les aigües residuals dels nuclis urbans a mitjan dècada dels noranta. Aquestes aportacions van propiciar una fertilitat tan alta de les aigües de Sau que van sobrepassar la capacitat d'autodepuració. Malauradament, tot i que la situació ha millorat, l'entrada en funcionament de les depuradores tampoc no ha aconseguit redreçar les aigües de l'embassament a la fertilitat normal. L'alt grau d'eutròfia origina problemes en la potabilització de les aigües d'aquest pantà destinades a l'abastament urbà.

Els gràfics inferiors representen les aportacions de fosfats i nitrats del riu Ter entre els anys 1960 i 2000 i el perfil de temperatura, saturació d'oxigen i conductivitat elèctrica de l'aigua a l'embassament de Sau i Susqueda durant el transvasament que es va fer l'octubre del 2005 per preservar la qualitat de l'aigua. Les fletxes mostren les fondàries per les quals circulava o sortia l'aigua en dos moments de l'operació. Podem apreciar que l'aigua de bona qualitat de la superfície de Sau se situa als 30 metres de Susqueda i millora la que hi havia abans en aquest lloc. Entre altres efectes, aquesta maniobra va permetre augmentar la capacitat de gestió de Susqueda en fer operacional una comporta de sortida més de les que hi havia anteriorment.

Història natural dels Països Catalans, vol. 14. Fundació Enciclopèdia Catalana, 1989 (adaptació)



1. A partir dels gràfics expliqueu les relacions entre el fòsfor, el nitrogen i la biomassa.
2. Com ha variat la producció de biomassa al llarg del temps a l'embassament? Per quina causa?
3. Quines han pogut ser les fonts dels fosfats i nitrats que han arribat a l'embassament? Quines poden ser les causes de les variacions de les seves entrades en els diferents anys?
4. Per quina raó el funcionament de les depuradores ha reduït força l'entrada de nutrients a l'embassament, però no tant la producció de biomassa?
5. Indica a quina profunditat es troba la termoclina cada dia en cada embassament.

La contaminació dels oceans

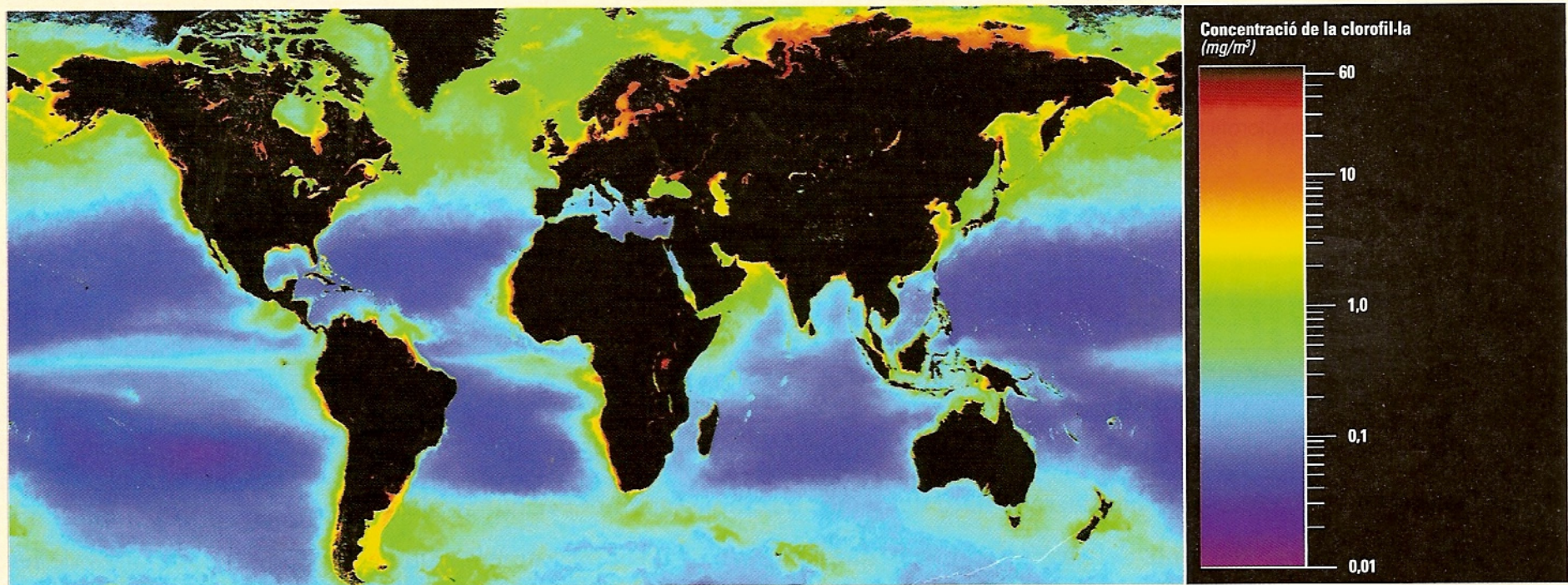


- Abocaments dels rius, o d'emissaris directament al mar de residus domèstics o industrials
- Abocaments o accidents de vaixells - Petroli
- Abocament de residus radiactius

Interpretació

Eutrofització dels mars

El mapa següent del projecte ChloroGIN, que mesura la biomassa primària oceànica mitjançant els satèl·lits (<http://www.chlorogin.org>), representa la concentració de clorofil·la l'any 2008.



1. Quines són les zones marines amb més producció primària?
2. Per quina raó creieu que la producció més alta es localitza a prop de les costes?
3. Quin és un banc de pesca més productiu: el mar Bàltic o les costes del Sàhara Occidental? Per què?

Document

El Prestige

El 19 de novembre del 2002 el petrolier monocasc *Prestige*, amb 65.000 tones de fuel i un costat trencat, es va partir en dos i es va enfonsar a una profunditat de 3.850 metres a 200 quilòmetres de la costa gallega. Aquest accident va provocar una catàstrofe ecològica que va afectar tot l'ecosistema de la costa Da Morte i també la notable indústria pesquera gallega, entre la qual hi ha les plataformes de marisc de les rieres gallegues.

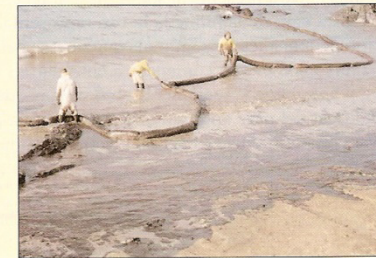
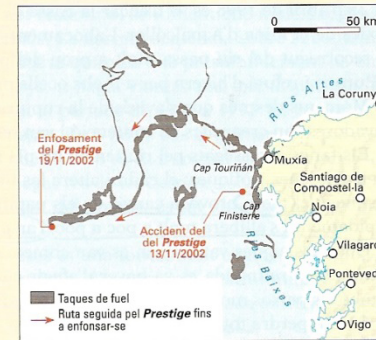
El vaixell, que tenia prohibit apropar-se a la costa per manca d'instal·lacions adients que poguessin recollir el fuel que perdia pel costat trencat, havia estat navegant erràticament durant dies davant la costa espanyola i portuguesa mentre negociava amb els remolcadors el preu del seu rescat (entre el 10 i 30% del valor de la càrrega segons la legislació espanyola).

Milers de voluntaris de tota Espanya es van traslladar a Galícia durant els mesos següents per col·laborar en les tasques de neteja de la costa de forma manual i rudimentària.

El setembre del 2004 es va donar per finalitzada la tasca recuperació del fuel. Se'n van extreure 13.704 tones mitjançant un sistema denominat *extracció per gravetat*, que va consistir a aprofitar que el fuel del *Prestige* era menys dens ($1,00 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$) que l'aigua del mar ($1,03 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ en superfície). Es va fer una obertura de poc més de mig metre al casc del vaixell per recollir el petroli que sortia en una llançadora d'uns 300 m³, que després portava el combustible a prop de la superfície i el traslladava a un altre petrolier a través d'una canonada. L'operació es va repetir 51 vegades. La resta de material que encara quedava a les bodegues s'eliminarà per biodegradació, és a dir, mitjançant bacteris autòctons d'aquelles profunditats capaços d'utilitzar els hidrocarburs emmagatzemats als tancs del vaixell com a aliment. Per afavorir la proliferació dels bacteris s'afegeixen també nutrients de sals de nitrogen, fòsfor, potassi i ferro. El resultat de rebuig dels bacteris serà CO₂ i aigua. Es calcula que el procés no finalitzarà fins a l'any 2020. El cost total aproximat ha estat de 100 milions d'euros.

(Més informació a http://etc-lusi.eionet.europa.eu/en_Prestige.)

1. Com s'explica el regueró de petroli de la fotografia molts dies després de l'enfonsament del *Prestige*? Què l'impulsava cap a la costa gallega?
2. A partir de la fotografia satèl·lit, justifica per què el comentari que va fer un membre del Govern del fuel que sortia del *Prestige* com a «filet petit de petroli» no es corresponia amb la realitat.
3. Què és la densitat i per quina raó la densitat de l'aigua del mar no és $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$? Amb la densitat de l'aigua de mar quina és la pressió que hi ha a 3.850 m de profunditat?



la densitat de l'aigua de mar quina és la pressió que hi ha a 3.850 m de profunditat?

4. Quin tipus de reaccions s'estan produint actualment a l'interior de les bodegues del petrolier? Quin paper tenen els nutrients injectats amb els bacteris? Per quina raó val més treballar amb bacteris autòctons?
5. Quin desavantatge suposa un petrolier monocasc respecte d'altres tipologies de vaixells?
6. Quines alternatives hi ha per evitar els accidents petrolers?
7. Omple una taula amb les dades que hagi trobat a Internet sobre les tècniques de neteja dels vessaments de petroli al mar: tipus de tècnica, descripció, problemes que presenta, cost, etc.

Mapa de la contaminació dels mars europeus.

Document

El parc nacional de Doñana, en perill

El 25 d'abril de 1998 es va trencar la bassa de contenció de rentat de pirita que retenia quatre milions de m³ d'aigua altament tòxica de la mina d'Aznalcóllar. L'abocament va anar a parar al riu Guadiamar, un afluent del Guadalquivir. Malauradament, el recorregut del riu passa molt a prop del parc nacional de Doñana, una de les reserves naturals més importants del sud d'Europa i refugi d'hivern per a molts ocells migratoris.

Moments després que s'avisés de la ruptura, es van tancar les comportes que separen el parc natural del riu. Màquines excavadores van crear dics de contenció i van reforçar els marges del riu per evitar que es pogués desbordar el corrent.

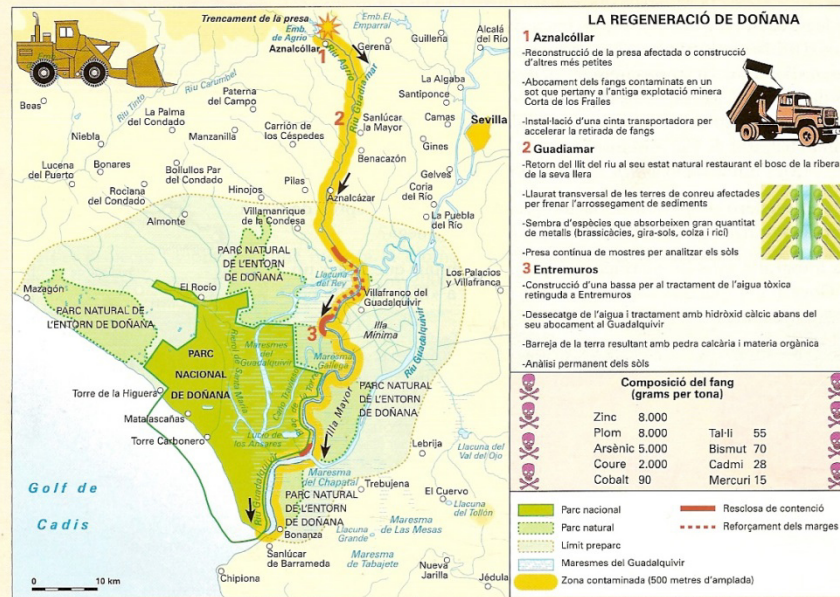
Els fangs arrossegats pel riu tenien un pH molt àcid, que calgué neutralitzar, i metalls pesants molt tòxics que s'acumulen en les cadenes tròfiques: el cadmi altera les funcions respiratòries i nervioses i el sistema reproductor; el coure inhibeix la fotosíntesi; el plom provoca canvis en els paràmetres sanguinis; el zinc causa problemes digestius; el mercuri s'acumula molt ràpidament i s'allibera molt a poc a poc; l'arsenit, segons la concentració en què es trobi, pot provocar mort o càncer...

Quan les aigües van baixar, es van començar a retirar els sediments que s'havien dipositat sobre el sòl. En les zones on hi havia aigua retinguda es va haver d'afegir calç per reduir-ne l'acidesa i provocar la precipitació dels metalls. Es van retirar també els peixos morts per evitar que els ocells s'enverinessin.

Es van perdre tots els conreus. Encara ara, deu anys després, no hi ha seguretat que alguns cultius puguin absorbir alguns metalls encara presents al sòl. A més, hi ha el risc que els metalls passin als aqüífers i els contaminin.

L'altra cara de la moneda la van representar els treballadors de la mina. Consideraven que després de l'accident, la gent «es va preocupar més pels animals que no pas per les persones». Finalment la mina va tancar el 2004.

L'any 2008 es van començar a eliminar els dics que protegien el parc perquè es considerava difícil que hi hagués contaminació per via de l'escolament; però no pas que no n'hi hagués a través de les aigües subterrànies. Els ecologistes i el personal qualificat del parc apunten que encara no ha passat tot el perill. Alguns dels metalls que encara hi ha al sòl poden mobilitzar-se i augmentar encara més els nivells de contaminació dels aqüífers.



1. Quins són els principals contaminants de la catàstrofe? Com actuen?
2. Quines són les problemàtiques que ha generat aquesta catàstrofe?
3. Quins problemes pot suposar la contaminació dels aqüífers? Com es poden descontaminar?
4. Què és un parc nacional i per a què serveix? Cal garantir l'existència del parc? Com s'hauria de fer?
5. Per què preocupa el futur del parc?
6. Què opines de l'enfrontament entre els interessos econòmics i la preservació dels parcs naturals o nacionals?

Document

Qui contamina, paga?

«Privatització dels beneficis, socialització de les pèrdues». Amb aquesta frase es pot resumir el sentiment que moltes organitzacions ecologistes i ciutadans tenen quan es produeixen catàstrofes mediambientals. La darrera sentència sobre la contaminació de l'embassament de Flix condemna l'empresa Ercros, propietària de la indústria química que presumiblement ha embrutat el marge dret de l'embassament des que va ser construït fa cinquanta anys, a pagar només una petita part de les despeses originades per la neteja dels residus; concretament les que correspondrien al període de 1988 a 1993. La major part dels gairebé 200 milions d'euros que costarà la neteja anirà a càrrec dels contribuents. Però no és pas el primer cop que això passa; Boliden, empresa responsable de l'acumulació de residus tòxics a la presa que el 1998 es va trencar i va contaminar tot el riu Guadiamar i les maresmes de Doñana, encara ara, deu anys després, no ha pagat res de les despeses ocasionades ni a la societat en general ni als agricultors de la zona. El desastre produït pel trencament del *Prestige* és un altre cas similar que també tardarà molt a resoldre's.

La fórmula triada per algunes empreses de subcontractar serveis a altres empreses és una forma molt enginyosa de poder diluir les responsabilitats quan les coses van malament. Així, si s'ha de respondre amb el patrimoni, estarà limitat al valor màxim de l'empresa, que es declararà insolvent si supera aquell valor. Aquesta tècnica està molt generalitzada entre les petrolieres des que el vaixell *Exxon Valdez* va haver de pagar les despeses de reparació del desastre ecològic a Alaska.

Tot i això, com es poden valorar els danys i les responsabilitats?

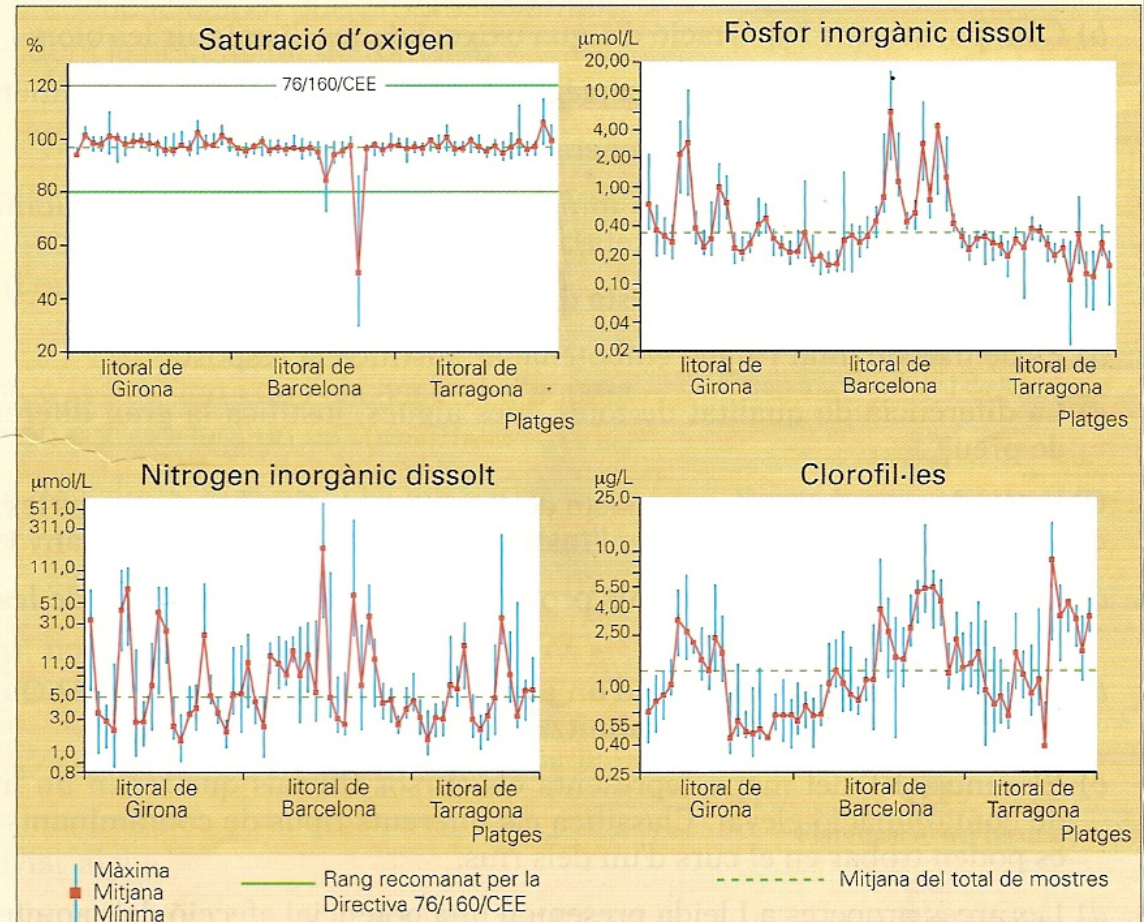
1. Qui és el responsable de l'esgotament de l'oxigen a les zones costaneres per l'excés de nutrients que s'escolen dels camps de conreu adobats en excés?
2. A qui s'ha de pagar per la pèrdua de milers d'aus mortes en un vessament de petroli? Repararan aquests diners el dany ecològic?
3. Qui ha estat irresponsable en una contaminació continuada: només l'empresari, l'Administració, el treballador que obre les comportes i no denuncia el problema?
4. Quants ciutadans no pensem més en la nostra comoditat desplaçant-nos en vehicles particulars en lloc de fer-ho en transport públic, que contamina menys?
5. Qui ha de pagar els problemes derivats del canvi climàtic? Qui donarà terres als habitants de moltes illes que quedaran sota les aigües del Pacífic si augmenta el nivell de l'aigua?
6. Qui està disposat a no embolicar els regals de Nadal per no generar residus innecessaris?
7. Qui està disposat a pagar més diners per utilitzar unes fonts d'energia menys contaminants?

Interpretació

Les platges del litoral català

Fixeu-vos en els gràfics següents; corresponen als paràmetres recollits al litoral català l'any 2002:

1. Quines són les variables representades?
2. Quina relació hi ha entre les variables?
3. D'on procedeixen els nutrients representats?
4. A què responen els pics de fòsfor i nitrogen al llarg del litoral? Per què en la saturació d'oxigen els pics són a l'inrevés?
5. Per què es van produir les dues baixades en la saturació d'oxigen a la costa de Barcelona?



Interpretació

Els contaminants

Omple la taula següent amb la informació que puguis trobar a Internet de cinc contaminants:

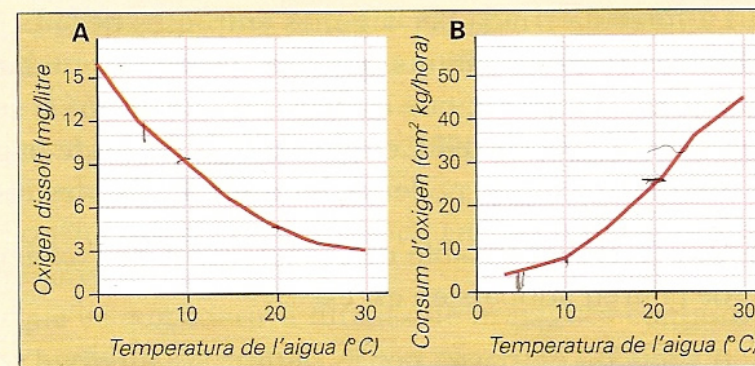
Contaminant	Fonts naturals	Fonts i usos antròpics	Implicacions per a la salut humana

Interpretació

L'oxigen dissolt

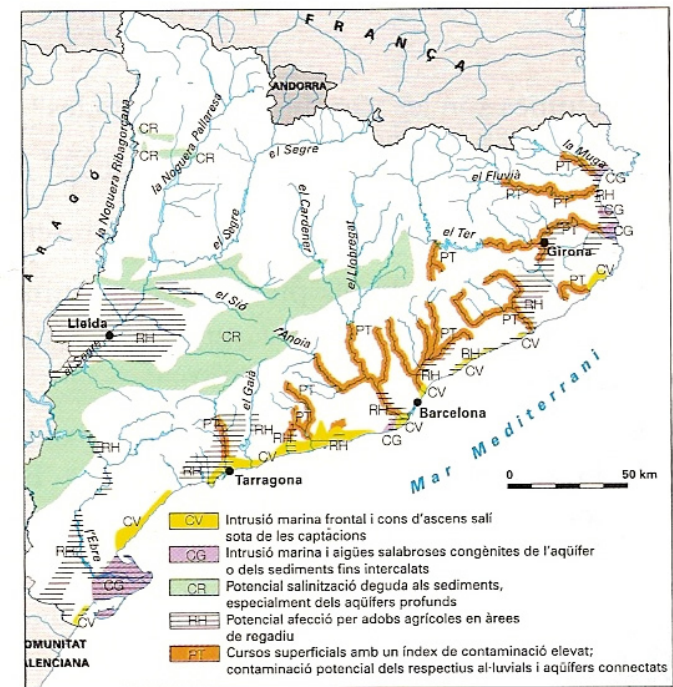
Els gràfics adjunts representen les relacions que hi ha entre dos variables que condicionen molt la vida aquàtica: la temperatura i l'oxigen dissolt.

- Quina és la quantitat d'oxigen dissolt a l'aigua a 5°C? I a 15°C? Per quina raó disminueix la capacitat màxima de dissoldre l'oxigen en augmentar la temperatura? Succeeix al mateix amb el vapor d'aigua a l'atmosfera?
- Quina és la màxima quantitat d'oxigen dissolt en 5 litres d'aigua a 10°C i a 20°C?
- Quina és la quantitat d'oxigen que consumeix un peix a 5°C i 15°C? Per quina raó consumeix en augmentar la temperatura?
- Una indústria utilitza aigua d'un riu com a refrigerant i la retorna més avall 10°C per sobre de la captada. Indica justificadament les dues incidències que aquest fet pot tenir sobre la vida del riu?



Qüestions i problemes

1. Explica breument en què consisteix l'eutrofització de les aigües i justifica per què pot ser un fenomen natural.
2. El riu Besòs, fins a l'entrada en funcionament de les EDAR, va ser un dels rius més contaminats d'Europa. Per reduir la pudor a ous podrits que desprenia a l'estiu, el 1995 i el 1996 es va procedir a afegir aigua oxigenada (H_2O_2).
 - a) Quina podia ser la causa de les males olors?
 - b) Com pot ser que l'aportació d'aigua oxigenada fes disminuir les olors i millorés l'aspecte del riu?
 - c) A la vista dels resultats, quina creus que pot ser la funció del tractament biològic de les depuradores d'aigües residuals?
3. Quin paper té l'oxigen en la regeneració de les aigües?
4. Compara el preu d'1 m³ d'aigua mineral (embotellada) i d'aigua de subministrament de la xarxa urbana (aixeta).
 - a) Per què creus que hi ha aquesta diferència?
 - b) És de més qualitat l'aigua embotellada? Justifica la resposta.
 - c) La diferència de qualitat de totes dues aigües, justifica la gran diferència de preu?
5. Observa el mapa de la contaminació dels aquífers de Catalunya segons les àrees hidrogeològiques, elaborat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya l'any 1992.
 - a) Quins poden ser els principals productes i agents contaminants de les zones marcades amb RH?
 - b) Què significa la salinització d'un aquífer? Quines implicacions té? Quines són les diferents causes de salinització de les zones CV, CG i CR?
 - c) El símbol PT del mapa representa els cursos fluvials que tenen un índex de contaminació elevat. Classifica els diferents tipus de contaminants que es poden trobar en el curs d'un dels rius.
 - d) Les àrees properes a Lleida presenten una potencial afecció dels aquífers per adobs. Quins problemes es deriven de l'ús excessiu de fertilitzants en terres de regadiu? De quin tipus són els conreus d'aquesta zona? I a la conca del riu Tordera?





Exercicis Hidrosfera

Exercicis hidrosfera correcció

Depuradora

<http://www.youtube.com/watch?v=X948jn5nQ4c>