

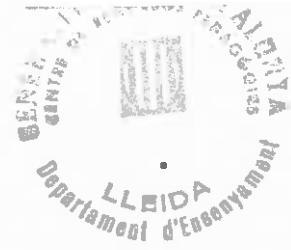


Generalitat de Catalunya  
Departament d'Ensenyament  
**Direcció General d'Ordenació  
i Innovació Educativa**

Centre de Documentació  
i Experimentació de Ciències

**Estudi d'una riera.**  
**Anàlisis químiques i**  
**Sig: CC 4**  
Registre: 60267  
CRP del Segrià

Protocol  
**nº 357**  
Química



ESTUDI D'UNA RIERA. ANALISIS QUIMIQUES I BIOLDGIQUES.  
=====

Autors : Ramon Margalef

Carles Montoliu. I.E.S. Manolo Hugué. Caldes de Montbui.



- 1 INTRODUCCIÓ
  - 1.1 DISTRIBUCIO DE L'AIGUA EN LA SUPERFICIE DE LA TERRA
  - 1.2 EL CICLE HIDROLOGIC
- 2 L'AIGUA COM A RECURS
  - 2.1 AGRICOLA I RAMADER
  - 2.2 INDUSTRIAL
  - 2.3 DOMÈSTIC
- 3 QUALITATS DE L'AIGUA
  - 3.1 FÍSIIQUES
  - 3.2 QUÍMIQUES
    - 3.2.1 LA MINERALITZACIO DE LES AIGUES CONTINENTALS
    - 3.2.2 DURESA I ALCALINITAT
    - 3.2.3 EL PH DE L'AIGUA
    - 3.2.4 L'OXIGEN DISOLT
    - 3.2.5 CONCENTRACIO DE NUTRIENTS
  - 3.3 BIOLÒGIQUES
    - 3.3.1 GENERALITATS
    - 3.3.2 TAXONOMIA
    - 3.3.3 INDICADORS BIOLÒGICS
- 4 CONTAMINACIO
  - 4.1 GENERALITATS
    - 4.1.1 CONCEPTE
    - 4.1.2 COMPONENTS TÒXICS
    - 4.1.3 COMPONENTS NO DESITJABLES
- 5 REGENERACIO
  - 5.1 DEPURACIO BIOLOGICA
  - 5.2 DEPURACIO FÍSICO QUÍMICA
- 6 EJERCICIS I QUESTIONARIS DELS TEMES
  - 6.1 PROPIETATS DE L'AIGUA
  - 6.2 EL CICLE HIDROLOGIC
  - 6.3 USOS DE L'AIGUA
  - 6.4 QUALITATS FÍSIIQUES DE L'AIGUA
  - 6.5 QUALITATS QUÍMIQUES DE L'AIGUA
  - 6.6 LA VIDA EN EL RIU
  - 6.7 LA CONTAMINACIO
  - 6.8 DEPURACIO DE L'AIGUA
- 7 PRACTIQUES DE LABORATORI I DE CAMP
  - 7.1 RECOMANACIONS PER A MOSTREJAR
    - 7.1.1 SITUACIO DE LES ESTACIONS DE MOSTREIG
    - 7.1.2 RECOLLIDA DE LES MOSTRES
    - 7.1.3 FREQUENCIA
    - 7.1.4 L'OXIGEN DISOLT
    - 7.1.5 LA TEMPERATURA
    - 7.1.6 EL PH
    - 7.1.7 MOSTRES PER ALTRES ANALISIS
    - 7.1.8 ELS MATERIALS EN SUSPENSIO
    - 7.1.9 LES BACTERIES
    - 7.1.10 ANIMALS
    - 7.1.11 NOTES DE CAMP
  - 7.2 OBSERVACIO DE LA COLORACIO D'AIGUES
  - 7.3 MESURA DE SÒLIDS EN SUSPENSIO
  - 7.4 MESURA DE LA MINERALITZACIO DE L'AIGUA
  - 7.5 PH
  - 7.6 EL CO2 DISOLT A L'AIGUA

- 7.7 L'ALCALINITAT
- 7.8 DETERMINACIO DE L'OXIGEN DISOLT EN AIGUA
- 7.9 CULTIUS BACTERIOLOGICS
  - 7.9.1 EL CULTIU DE BACTERIES
  - 7.9.2 FORMES BACTERIANES
  - 7.9.3 PRESENCIA D'ENTEROBACTERIES EN L'AIGUA
- 7.10 MESURA D'INDICADORS BIOLOGICS
- 7.11 FILTRES DE SORRA
- 7.12 FITXA D'ANALISI D'AIGUA - CAMP
- 8 BIBLIOGRAFIA

## 1.1 DISTRIBUCIO DE L'AIGUA EN LA SUPERFICIE DE LA TERRA

L'aigua es indispensable per la vida, i, igualment, es indispensable per al desenvolupament de les societats humanes. El consum mig d'un habitant varia entre els 30 litres per dia en un país en vies de desenvolupar-se, a uns 6.000 litres per dia en un país industrialitzat. Al acabar aquest segle, mes de la meitat de la població viura en ciutats. Imagineu les necessitats d'aigua que es necessitaran si es segueix el mateix ritme actual!!

Necessitats gigantesques. Actualment els problemes de fam son de distribucio de l'aigua dolca. L'aigua no es accessible per igual a tot arreu. Hi ha poblacions humanes com els Tuareg on l'aigua es un recurs preciat: tota la vida s'organitza en torn al seu us i estalvi. En altres cultures l'aigua ha estat sempre sobrera i ha permetes la concentració d'habitants en ciutats i la canalització d'aigues per fer conreus mes productius.

El clima de la Terra -que no es homogeni- es el factor mes important que condicionara la distribucio de l'aigua en la Terra.

Per altra banda, des del punt de vista mes geologic, 4.500 milions d'anys d'història es molta història i l'aigua existent en la superfície ha esdevingut practicamente constant.

La quantitat d'aigua a la Terra sembla que sigui inesgotable: 1.360 milions de km<sup>3</sup>. Una immensa proporció no pot ser utilitzada com a aigua dolca. El 97% es troba en els oceans i el 2,14 % es troba en forma de casquets polars i glaciars. Els llacs i rius representen el 0,33% i l'atmosfera conte nomes el 0,1%. El reste es troba en forma d'aigues subterranies.

## 1.2 EL CICLE HIDROLOGIC

L'aigua passa de la superfície dels oceans a l'atmosfera, per retornar a la terra en forma de precipitacions, formant els cursos de rius, els llacs i retornant de nou als mars. Aquest proces s'anomena cicle hidrologic. Es una gegantina instalació de destilació de l'aigua salada per donar-ne de dolca. Per efecte de l'energia dels raigs solars, l'aigua dels mar s'evapora en superfície i entra a formar part del 84 per cent del vapor d'aigua atmosfèric. El 16% restant prove de l'evaporació del sol i dels essers vius (evapotranspiració).

La quantitat d'aigua que arriba a transportar l'atmosfera es impresionant a llarg termini. Amb el cicle d'evaporació-precipitació les aigues dels distints compartiments (veure Taula 1.1) estan conectats com les rodes d'un engranatge: unes mes grosses que giren mes lentament i unes mes petites que giren mes rapid.

El cicle hidrologic juga un paper important en el transport de calor des d'un punt a un altre de la superfície del planeta: l'aigua s'evapora en un lloc i es condensa en un altre punt. L'evaporació absorbeix calor i la precipitació n'allibera.

Taula 1. Volums aproximats d'aigua en diversos compartiments terrestres

COMPARTIMENT	VOLUM D'AIGUA
Oceans i Mars	1.320 milions km <sup>3</sup>
Gel	29,1 milions km <sup>3</sup>
Llacs i Rius	4,48 milions km <sup>3</sup>
Aigües Subterrànies	5,06 milions km <sup>3</sup>
Atmosfera	0,013 milions km <sup>3</sup>
TOTAL TERRESTRE	1.360 milions km <sup>3</sup>
Precipitació mitjana mundial	0,485 milions km <sup>3</sup> o 970 l/m <sup>2</sup> i any

Nota: La quantitat d'energia que arriba a la superfície terrestre es de 343 wats per metre quadrat, i correspon a un total de 176 mil milion de Megawats. Aquesta es l'energia que fa moure el clima. (1Megawat = 1 milio de wats.)

La superfície terrestre i l'atmosfera en conserven un 70% d'aquesta energia, es a dir, uns 122 mil milions de Megawats.

L'home produeix amb les seves centrals de tot tipus uns 10 milions de Megawats, que equival a uns 0,0057% de l'energia solar incident.

## 2.1 AGRÍCOLA I RAMADER

## L'aigua com a recurs agrícola

L'agricultura necessita de l'aigua, sobretot pel fet de que al realitzar la fotosíntesi les plantes n'incorporen gran quantitat.



Es a dir, al regar els vegetals, el que fem es proporcionar hidrògen per tal de que el vegetal l'incorpori al seu propi organisme.

Si tenim en compte la proporció d'aigua en els essers vius, veiem que l'importància de la mateixa és fonamental, tant en les activitats agrícoles com en les ramaderes.

FIGURA 1

Blat . . . . .	13,4 %	Carn de vadella . . . . .	73,4 %
Poma . . . . .	85 %	Carn de conill . . . . .	68 %
Patata . . . . .	75 %	Carn de porc . . . . .	57,4 %
Col . . . . .	88,4 %	Carn de xai . . . . .	75,8 %
Arrós . . . . .	12,6 %	Carn de pollastre . . . . .	69 %
Monjeta tdra. . . . .	86 %	Llet . . . . .	87,3 %
Monjeta seca. . . . .	21 %	Clara d'ou . . . . .	86,3 %
Ceba . . . . .	89 %	Rovell d'ou . . . . .	50,9 %

Pel que respecta els animals, tal i com podem veure en la figura 2, ells necessiten també grans quantitats d'aigua donada la gran proporció de la mateixa en el seu organisme (líquids fisiològics: sang, linfa i plasma intersticial i el contingut d'aigua propi del citoplasma). Així mateix cal pensar en les necessitats d'higiene en els establiments de cria de bestiar, tals com la neteja, la desinfecció, alimentació, etc.)

## 2.2 INDUSTRIAL

## L'aigua com a recurs industrial

Al parlar de les necessitats d'aigua en la indústria, caldria fer una diferenciació entre les indústries en les que l'aigua forma part del procés com una matèria prima més i s'utilitza com a base en els processos de transformació, i aquelles en les que no s'utilitza en absolut.

Com exemple de les indústries en les que es requereixen grans quantitats d'aigua podem esmentar: teneries, tèxtil, papereres, químiques.

De totes maneres, fins i tot les indústries que no fan us de l'aigua dins del procés de producció, si que en fan us de l'aigua de forma indirecta. necessitats higièniques del personal i neteja de la mateixa indústria.

Un apartat important respecte al que cal reflexionar, és que les indústries que utilitzen energia per poder funcionar i que algunes de les fonts energètiques del nostre planeta tenen una relació directa amb l'aigua: centrals hidroelèctriques (com a força motriu), centrals nuclears i tèrmiques (com a refrigerant).

Les dades següents les donem com a xifres aproximades de les necessitats de l'aigua en algunes indústries, tot i tenint sempre present que poden variar en funció de la modernitat de la maquinària i del procés industrial seguit. (segons "Le fil d'eau" C.G.P.)

40 l. d'aigua per obtenir 1 Kg. de paper  
 120 l. d'aigua per teñir 1 Kg. de teixit  
 10 l. d'aigua per obtenir 1 l. de gasolina  
 20 l. d'aigua per obtenir 1 Kg. d'acer  
 100 l. d'aigua per obtenir 1 Kg. de sucre  
 10 l. d'aigua per obtenir 1 Kg. de formatge  
 12 l. d'aigua per obtenir 1 l. de cervesa

## 2.3 DOMÈSTIC

### L'aigua com a recurs domèstic

---

Relacionat amb l'ús domèstic de l'aigua, hem de tenir ben present que la nostra civilització i la nostra forma de viure, comporta una utilització cada vegada més elevat del consum d'aigua.

Cal tenir en compte que a l'hora de comptabilitzar aquesta utilització, no sols hem de tenir present l'aigua usada personalment per cada individu o unitat familiar aïllada, sinó, que ho hem de fer pensant en que l'home viu en comunitat i que una bona part del consum d'aigua, de la que l'home s'en gaudeix, no es usada directament per ell mateix, per exemple: regar carrers, regar jardins, fonts, clavegueram, etc.

Fent un ventall de les possibilitats d'ús domèstic per una família caldria tenir presents les següents despeses.

Vivenda: neteja del terra, dels vidres, rentar roba, rentar plats, regar plantes, piscina, etc.



Personal: dutxar-se, banyar-se, rentar-se la boca, les mans, us del excusat, bidet, etc.

Culinari: aigua per beure, preparació de menjars, refrescs, etc.

També hauriem de comprovar els electrodomèstics presents en la vivenda, doncs alguns d'ells comporten un consum molt elevat d'aigua: rentadora, rentaplats.

Caldria un qüestionari orientatiu per tal de coneixer el consum d'aigua en una població repartint-lo entre els alumnes i fer després un estudi proporcional del nombre de famílies que hi ha en aquesta població. Si més no, serviria per coneixer d'una forma aproximada la despesa d'aigua de cada família. Per tractar de coneixer el consum indirecte del que es parlava al començament de l'apartat ens caldria dirigir-nos a les empreses que subministren aigua a la població.

## QUALITATATS FÍSQUES DE L'AIGUA

---

COLOR  
 TEMPERATURA  
 OLOR-GUST  
 ESCUMA  
 TURBIDESSA

Tot i que podem definir l'aigua com a incolora, inodora i insípida, cal tenir present que quasi bé sempre aquestes característiques físiques poden esser alterades, algunes d'elles de forma natural i altres per l'acció de l'home. Al conjunt de propietats que son perceptibles per la persona a través dels seus sentits: vista, gust i olfacte, reben el nom de propietats o característiques organolèptiques.

### COLOR

Tal i com deiem abans, definim l'aigua en estat pur com incolora. Ara bé, l'aigua dels rius, torrents i fins i tot llacs, pot tenir una certa coloració deguda a causes completament naturals; com podria ser l'arrossegament de partícules sòlides en suspensió després d'unes plujes o fins i tot la presència de microorganismes, que en casos de gran eutrofització poden produir una gran proliferació d'algues convertint l'aigua en no potable.

També l'aigua pot adquirir diferent color per la contaminació industrial o urbana (escolteu la cançó de la Trinca), adquirint coloracions que van desde el negre intens fins el groc o el vermell passant per una àmplia gama de matissos.

En el primer dels casos que citavem, la presència de sòlids en suspensió per causes naturals, amb sols un filtratge podem aconseguir de nou aigua potable. En els altres casos, l'eutrofització i per descomptat la contaminació industrial, el procés de purificació és molt més complexe, (veure el capítol de tractament d'aigües)

### TEMPERATURA

La temperatura de l'aigua depen de diferents factors. Aquests poden ser: el cabal, la situació del punt de mostratge, la profunditat en que prenem la mostra, l'hora en que fem la determinació i per descomptat l'estació de l'any. En els rius cabalosos, les fluctuacions són menors que en els rius de cabal migrat. En els pous i en les surgències naturals, les fluctuacions acostumen a ser menors que en els rius.

Degut a tot aixó cal que les medicions de temperatura les fem sempre en el mateix indret, a la mateixa profunditat i sempre a la mateixa hora.

## OLOR - GUST

Agruparem ambdues propietats, doncs tot i que normalment acostumem a separar-les, hem de ser conscients que el gust sols és referit a les qualitats de: dolç, salat, amarg i àcid. Mentre que és la pituitària del nas la que detecta els components químics volàtils, que en definitiva acostumen a ser els que notem amb més facilitat i poden fer-nos rebutjar unes aigües.

També l'aigua en estat pur té com a característiques físiques principals l'insipidesa i la manca d'olor. Nogensmenys les aigües naturals poden presentar en la seva composició alguns elements químics que componen les roques degut al procés de lixivació. Això implicaria que aigües que discorren per terrenys amb abundant ferro, tindran el gust i l'olor metàl·lic típic de les aigües ferruginoses. Les aigües de zones volcàniques poden esdevenir sulfuroses, etc.

Un altre aspecte és, quan per causes de l'eutrofització tenim un excés d'organismes dins l'aigua (algues entre d'altres), i aleshores tindrem aigües amb gust a llod o altres gustos i olors.

Per descomptat que els vertuts industrials, agrícoles i urbans poden donar gustos i olors diferents a les aigües. A tall d'exemple podem esmentar les fortes sentors a podrid i a descomposició que acostumen a tenir els nostres rius a la sortida de les poblacions.

No recomanem fer pràctiques de gust de les aigües no tractades per processos sanitaris, donada la perillositat que pot comportar tant per la possibilitat d'infeccions com d'intoxicació. Tan sols recomanariem tastar aigua destil·lada, aigua de l'aixeta o aigües embotellades per tal de veure'n la diferència.

## ESCUMA

Normalment l'escuma és originada en les aigües per l'ús domèstic o industrial de detergents.

L'inconvenient de l'escuma, deixant de costat el factor estètic, és sobretot que aquesta altera la tensió superficial de l'aigua i forma una capa en la superfície de l'aigua que impedeix l'intercanvi d'oxigen i d'altres gassos entre l'aire i l'aigua amb el consegüent perill per el desenvolupament dels essers vius, i la corresponent impossibilitat d'oxigenació i de regeneració de les aigües.

## TURBIDESSA

La turbidessa, és originada per les partícules en dissolució i en suspensió que trobem dins l'aigua.

Els materials en suspensió que trobem poden ser: A) Fang, arrossegat per l'aigua en els seus processos erosius. B) Partícules orgàniques, formades per restes de vegetals i animals arrossegats per les aigües. C) Contaminants, restes de materials aportats per l'acció humana.

El pes l'expressarem en mg./l. d'aigua.

## 3.2 QUÍMIQUES

### 3.2.1 LA MINERALITZACIO DE LES AIGUES CONTINENTALS

Una de les propietats de l'aigua amb mes conseqüències químiques i biològiques es que pot dissoldre multitud de substàncies sòlides de variadíssima composició química, així com gasos de l'atmosfera que permeten la vida a animals i algues estrictament aquàtics. L'aigua surt de les fonts amb una personalitat que li ve donada per la geologia de la regió.

Catalunya es molt rica en fonts d'explotació comercial, tant per consum directe, com per balnearis. Es parla sovint d'aigües minerals, fent referència a les sals minerals que les caracteritzen: per exemple, les bicarbonatades sodiques de Caldes de Malavella, les clorurades sodiques de Caldes de Montbui i la Garriga, les sulfurades calciques de Banyoles, i tantes d'altres.

En general les aigües de la muntanya pirinenca, en substrats granítics, les aigües estan molt poc mineralitzades doncs pocs minerals han entrat en dissolució. A la muntanya més baixa, quan les aigües travessen roques dels massissos calcaris, les aigües dissolven carbonats i es carreguen de bicarbonats calcics i magnèsics. Si les aigües han travessat roques com el guix o la sal gemma, poden mineralitzar-se de forma extraordinària.

### COM MESURAR LA MINERALITZACIO

Una manera de conèixer el contingut en sals minerals d'una aigua es per evaporació d'un volum d'aigua i pesada del residu sec. Aquesta es una manera usual d'expressar la mineralització en les aigües de consum corrent (veure etiquetes.)

Per altra banda, el conductímetre es un aparell que medeix la concentració de sals dissoltes a partir de la mesura de la conductivitat elèctrica de la mostra d'aigua. Quan més elevada es la concentració de sals dissoltes, més gran es la conductivitat.

### 3.2.2 DURESA I ALCALINITAT

L'aigua que conte en dissolució quantitats importants de calci i magnesi reb el nom d'aigua dura. L'acció química d'aquests metalls sobre el sabó fa que es formi poca escuma.

Calci i magnesi es troben en l'aigua formant part de sulfats, clorurs i bicarbonats. La duresa deguda al bicarbonat de calci i magnesi reb el nom de duresa temporal doncs pot eliminar-se per ebullició de l'aigua o utilitzant una base forta. Sota aquests tractaments el calci i magnesi precipiten en forma de carbonats. Un aspecte lleugerament diferent ens el dona l'alcalinitat, que es la quantitat de bicarbonats i

PHs mes baixos o mes alts son certament anormals, especialment si les aigues son riques en sals minerals. Sera indicatiu que s'han abocat compostos corrossius en l'aigua, provinents de certes activitats humanes.

Normalment l'acidec de l'aigua esta relacionada amb la quantitat de CO2 que es troba en disolucio en l'aigua.

El gas CO2 que es produeix com a resultat de la respiracio de bacteris, animals i tambe algues, es combina amb l'aigua per donar l'acid carbonic:



Per tant, cal esperar una devallada del pH en aigues on existeix una intensa respiracio deguda a animals o bacteries.

Per contra, alli on hi ha un gran creixement d'algues que fan la fotosintesi (captan CO2 o HCO3 del medi) s'observa un pH alt.

El pH d'una basa o un estany tindra una variacio circadiana. El pH sera maxim a la tarda per efecte de la fotosintesi. I sera minim a la matinada per efecte de la respiracio.

### 3.2.4 L'OXIGEN DISOLT

La concentracio d'oxigen disolt en l'aigua es una característica molt important de qualitat, especialment per que esta molt relacionada amb l'activitat dels sers vius.

L'oxigen en disolucio depen especialment de la temperatura de l'aigua. La solubilitat de l'oxigen en l'aigua augmenta a mida que la temperatura disminueix, fins el punt que les aigues molt calentes contenen molt poc oxigen i dificulten la vida dels animals, especialment els peixos. En la seguent taula es mostren les concentracions en ml/litre d'aigua per a diferents temperatures:

Taula 2. Quantitat d'oxigen disolt en l'aigua dolca i marina en equilibri amb l'atmosfera. (Segons Schmit-Nielsen.)

Temperatura, C	Aigua dolça, ml O2/l	Aigua marina, ml O2/l
0	10,29	7,97
10	8,02	6,35
15	7,22	5,79
20	6,57	5,31
30	5,57	4,46

La quantitat d'oxigen en disolucio tambe depen de la turbulencia o grau d'agitacio de les aigues. Quan mes agitades estan les aigues, mes airejades estan i mes oxigen contenen. Això es tradueix en que les aigues fluïents dels rius son molt mes riques en oxigen que les estancades. Igualment, el curs alt del riu esta mes ben oxigenat que la

carbonats en dissolució combinats amb metalls. L'alcalinitat pràcticament coincideix amb la duresa quan els elements predominants són el calci i magnesi, però pot tenir valors molt més grans si l'aigua és rica en bicarbonat sodic.

En les aigües naturals existeix sempre en dissolució certa quantitat de bicarbonat calcic. Aquest bicarbonat és el resultat de la meteorització de les roques calcàries per l'aigua de pluja rica en  $\text{CO}_2$ . Per això cal esperar un augment de l'alcalinitat des de la capçalera del riu a la desembocadura.

Una de les conseqüències químiques de més interès per als éssers vius és que l'alcalinitat contribueix a estabilitzar el pH de l'aigua.

### 3.2.3 EL PH DE L'AIGUA

Des del punt de vista químic són àcids totes aquelles substàncies que en dissolució aquosa deixen anar protons ( $\text{H}^+$ ).

Així doncs, l'àcid carbonic:



En contrast, també hi han substàncies bàsiques que en dissolució deixen anar grups hidroxils ( $\text{HO}^-$ )

La pròpia aigua pura es descomposa en una petitíssima proporció de la següent manera:



L'aigua i qualsevol dissolució té un pH neutre quan la concentració de protons i hidroxils és la mateixa. Quan hi ha una quantitat de protons més gran, doncs alguna substància els està cedint, parlem d'una dissolució àcida.

Si, en cas contrari, hi ha més concentració de hidroxils, doncs hi ha alguna substància que els està cedint, parlem d'una dissolució bàsica.

Els valors que pot pendre el pH van del 0 al 14 però cal indicar que no és una escala lineal. En una dissolució, un canvi de pH de 7 a 6, vol dir que ha incrementat per 10 la concentració de protons. Una dissolució de pH 4 conté 1000 vegades més protons que en pH 7. Vist així, petits canvis de pH representen importants canvis químics.

### EL PH DE L'AIGUA I ELS ÉSSERS VIUS

En situacions naturals els valors de pH que s'observen oscil·len de 5 per llacs del Pirineu o l'aigua de pluja, on l'àcid és de la presència de  $\text{CO}_2$  en dissolució, fins a 8 o 9 en les llacunes costaneres del Delta de l'Ebre.

Sangoneres:cos format per 33 segments, la part anterior està modificada per una ventosa bucal i la posterior també per una altre ventosa. Fig.1.

## TIPUS PLATIHELMINTS

Organismes de simetria bilateral i el cos aplanat. D'ells sols el grup dels Tremàtodes té vida lliure. Aquests son de mida microscòpica o molt petita, són carnívors i tenen el cos recobert de cils. Fig.2.

## TIPUS NEMATOHELMINTS CLASSE NEMÀTODES

Son cucs de cos cilíndric i filiforme protegits per una espesa cutícula que els fa durs al tacte. No tenen el cos recobert de cils i la mida és de mm. o cm.. Es un grup que conté moltes espècies paràsites, d'altres fan vida lliure en el mar, en les aigües continentals i en el sòl. Fig.3.

## TIPUS ARTRÒPODES

Animals amb simetria bilateral, amb el cos metameritzat i format per segments diferents. El cos està recobert per una cutícula espesa, impregnada de quitina i de vegades de sals calcàries (Crustacis), que forma un exoesquelet dur i rígid.

La presència d'aquest exoesquelet dur i rígid, obliga a un tipus de creixement discontinuu, les mudes.

### CLASSE CRUSTACIS

Són: Artròpodes amb dos parells d'antenes en els dos primers segments. Els que podem usar com a Organismes indicadors, tenen 5 parells d'apèndexs locomotors. Són les antenes i els apeèndexs ambulacrals el que ens permetrà diferenciar els artròpodes dels insectes.

El Cranc de riu (*Astacus fluviialis*). Fig.4.

Els Gammarus (*Gammarus sp.*). Fig.5.

Les Puçes d'aigua (*Daphnia sp.*). Fig.6

Els Copèpodes (Sots-Classe Copepoda). Fig.7

### CLASSE HEXÀPODES (INSECTES)

En els Hexàpodes o insectes, els metàmers estan units i formen tres grans unitats: cap, torax i abdomen. En el cap hi trobem un parell d'antenes i ulls simples o compostos. En el torax hi ha tres parells d'apèndexs locomotors i segons l'estat de la muda, la presència o absència d'ales. L'abdomen acostuma a constar d'onze segments i de

vegades presenta uns apèndexs anomenats cercs. El creixement es fa per mudes o metamorfosis més o menys complexes i parlem d'imago o insecte adult i de ninfa o larva si son individus inmadurs.

#### ORDRE ODONATS (LIBEL.LULES)

Les ninfes tenen dos ulls compostos molt desenvolupats i les antenes curtes. Tambè és molt característic l'aparell bucal, en el que el llavi inferior forma la màscara, aparell que es manté plegat i que la ninfa projecta cap enfora per tal de capturar les preses. En el torax s'observa un esboç alar molt reduït. Fig. 8 i 9.

#### ORDRE EPHEMERÒPTERS (EFÍMERS)

Les ninfes són sempre aquàtiques i poden tenir un gran nombre de mudes. Els adults dels efimers tenen una durada de vida generalment molt curta, de dues a tres hores o de dos a tres dies segons les espècies, període en el que s'aparellen i posen els ous.

Les ninfes són petites (aprox. 12 mm.), tenen dos ulls compostos, tres de simples i dues antenes filiformes. Del torax en surten els tres parells de potes i tenen el segon segment toràctic molt desenvolupat, fins a cobrir gairabé el tercer segment, Fig. 10. L'abdomen té deu segments i acaba amb tres cercs, un d'ells central; també és característica la presència en l'abdomen de traqueobrànquies.

Les figures 11 i 12 corresponen a Ephemeròpters sense indicar cap mena de gènere. La figura 13 correspon al gènere Cloeon, gènere que ens interessa conèixer donada la seva importància com a indicador biològic.

#### ORDRE PLECÒPTERS (PERLES)

Adults amb dos parells d'ales que sols viuen dues o tres setmanes. Les espècies d'adults més grans, s'usen com esquer per la pesca.

Les ninfes, aquàtiques, tenen al cap dues antenes filiformes, dos ulls compostos i tres de simples. Els tres segments de l'abdomen son ben visibles i les traqueobrànquies, generalment filiformes, les trobem al torax. L'abdomen consta d'onze segmets i acaba amb dos cercs. Fig. 14 i 15.

#### ORDRE HETERÒPTERS (XINXES)

Són un grup d'insectes amb un aparell bucal picador-xuclador en forma de bec, situat gairabé sempre davant del cap. Es un Ordre molt variat morfològicament i inclou alguns grups d'espècies perfectament adaptades a la vida aquàtica.

Escorpi d'aigua (*Nepa cinerea*). Fig. 16.

Sabaters (Fam. Gerridae). Fig. 17.

#### ORDRE COLEÒPTERS (ESCARBATS)

Es el grup més nombrós dels insectes i presenta una gran varietat morfològica. Dins d'aquest grup també trobem famílies de vida aquàtica.

La característica que ens permet identificar els adults, és la duessa del primer parell d'ales (elitres) i la disposició dels mateixos en el cos, protegint el segon parell d'ales i cobrint generalment l'abdomen.



Els Adèfags estan formats per carnívors aquàtics o terrestres, en ells, les larves aquàtiques presenten potes toràciques, ulls simples i l'abdomen no té propodis ni està acabat en dues ungles per tal de retindre un estoig. Fig.18 i 19.

Els escarbats d'aigua, Ditiscids (Fam. Dytiscidae), son aquàtics i estan perfectament adaptats a la natació. Fig. 20

#### ORDRE TRICÒPTERS (FRIGÀNIES)

Els adults tenen dos parells d'ales cobertes de pels, la qual cosa els diferencia de les papallones.

Les larves són aquàtiques. En elles el cap té un aparell bucal mastegador, el torax presenta tres parells de potes ben desenvolupades, l'abdomen consta de deu segments i el desé porta un parell d'apèndixs (pseudopodis anals) articulats i proveïts d'una unglà terminal. El fet que més caracteritza les larves de Tricòpters, és el de tenir un abdomen amb una cutícula tan prima que per tal d'evitar ser depredats, el tenen protegit per una espècie d'estoig fet per granets de sorra, restes de vegetals o fragments d'altres coses. Aquest estoig està obert pels dos extrems i dins d'ell es troba l'animal, de tal forma que amb les potes es pot desplaçar i amb els pseudopodis anals arrossegar l'estoig, que acostuma a tenir forma i composició característica per a cada espècie. Fig.21.

Gènere Rhyacophila (Rhyacophila sp.). Fig. 22.

Gènere Hydropsyche (Hydropsyche sp.). Fig. 23.

#### ORDRE DIPTERS (MOSQUES i MOSQUITS)

Els Dipters són l'altre gran grup dels insectes. Entre ells en trobem forces que tenen larves aquàtiques. Com a característica més important a destascar a l'hora de classificar, indicarem les següents.

Les larves acostumen a respirar directament l'aire de la superfície a partir d'un sífó, d'ací els moviments ascendants i descendents tant típics d'algunes d'aquestes larves. Tambè presenten aquestes larves unes ventoses o altres adaptacions secundaries, que no tenen res a veure amb les potes dels adults. Aquesta darrera és una característica que les diferencia dels altres grups d'insectes, ja que en molts casos el torax no es diferencia de l'abdomen i sols el cap té una aparença diferent de la resta de la larva.

Quironòmids (Fam. Quironomidae), en aquesta familia trobem els Cucs de sang (larves del Gènere Chironomus) que es caracteritzen per la presència d'un pigment respiratori vermell, l'hemoglobina, que és el que els permet viure en medis pobres en oxigen: rius contaminats, fons de llacs, etc. Fig. 24.

Culícids (Fam. Culicidae), són els mosquits pertanyents als gèneres (Culex Fig.25., Aedes, Anopheles Fig.26.).

Sirfids (Fam. Sirfidae), en aquesta familia trobem els Cucs cua de rata (larves del gènere Euristalis), que respiren l'aire atmosfèric gracies a un llarg sífó que tenen a la part posterior del cos, això els permet viure en aigües molt contaminades. Fig. 27.

#### TIPUS MOL.LUSC (CARGOLS)

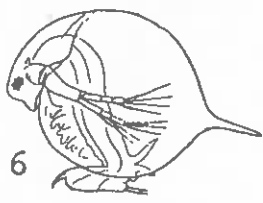
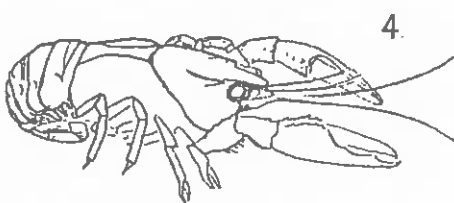
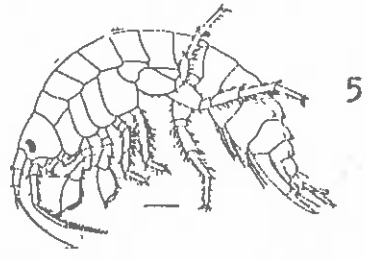
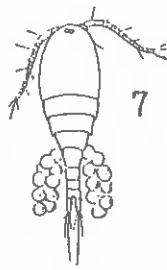
Animals de cos tou, no segmentat, en els que distinguem: cap, peu i massa visceral. La massa visceral està envoltada per una membrana protectora, el mantell, que segrega una closca calcària que ens permet identificar a l'animal.

Gènere Ancyclus, aquest mol·lusc es caracteritza per la closca en forma de barret. Fig. 28.

Gènere Lymnaea, s'acostuma a trobar en indrets on el corrent no és molt fort i les closques son normals, es a dir, dextrògires. Fig. 29.

Physa acuta, aquesta espècie té una petita closca que al contrari de les altre és levògira, es a dir, girada al revés. Fig. 30.

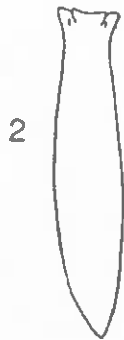
Crustacea



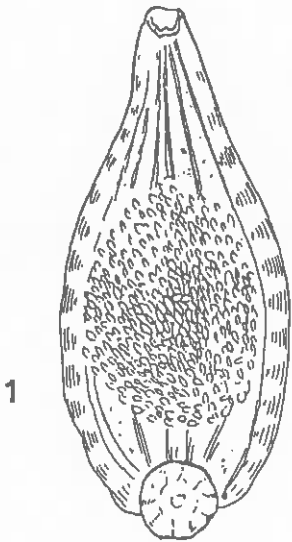
Mollusca



Platihelminth



Sangonera

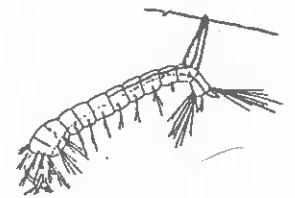


3



Nemàtode

DIPTERA

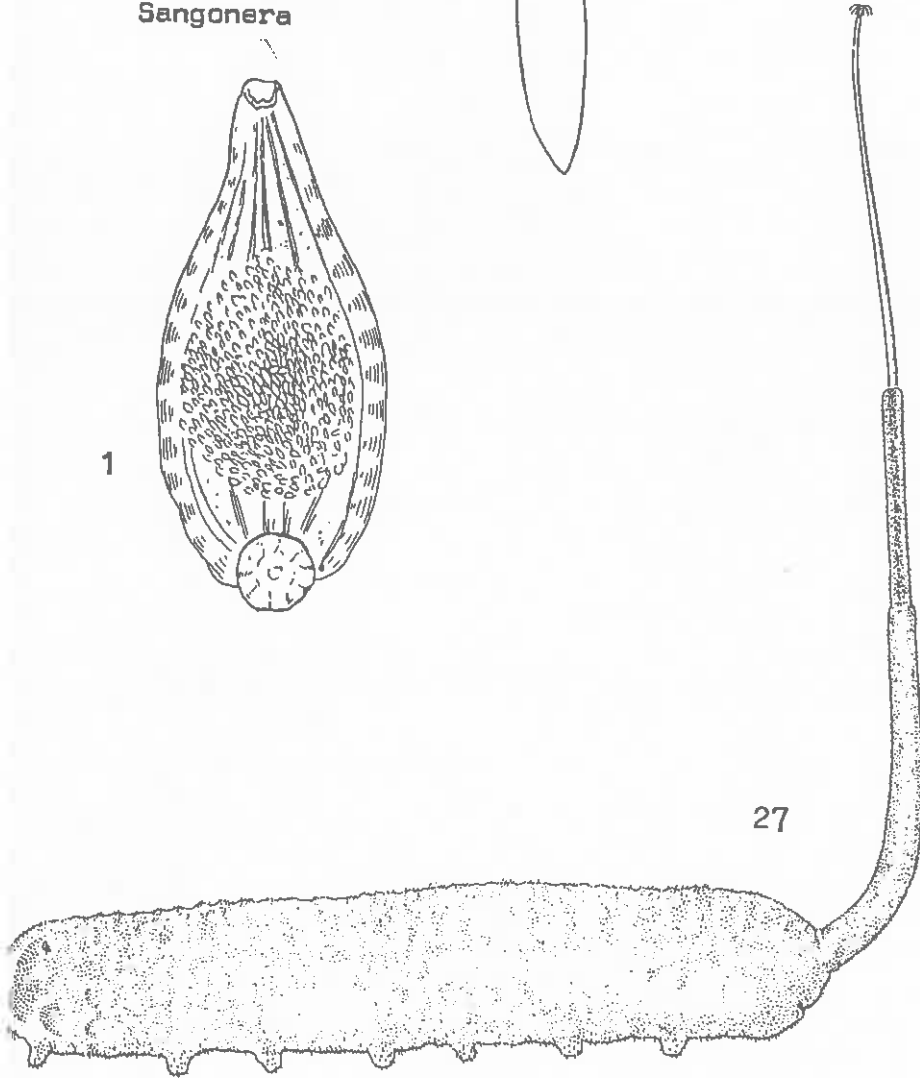


25



26

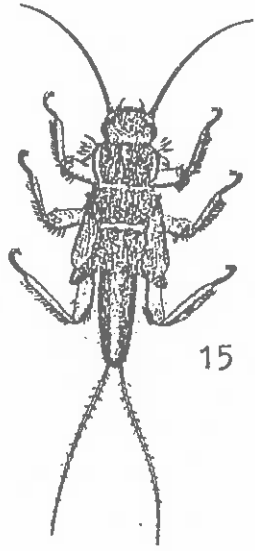
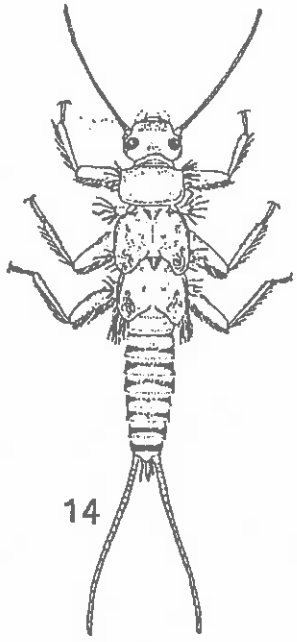
27



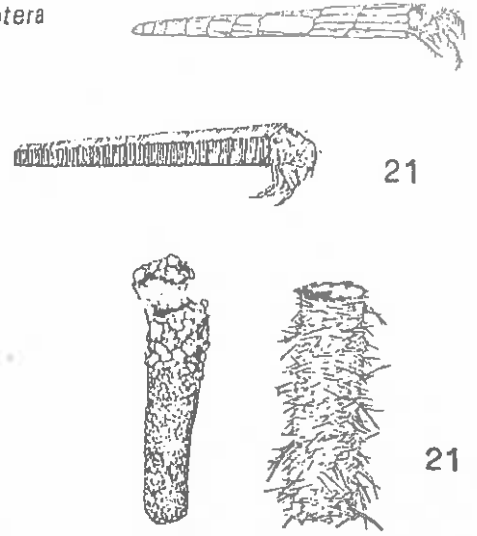
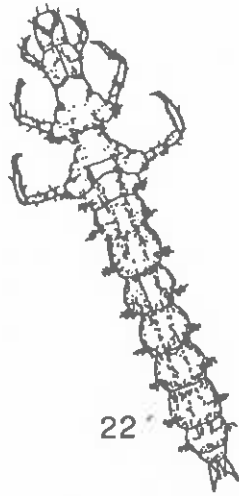
24



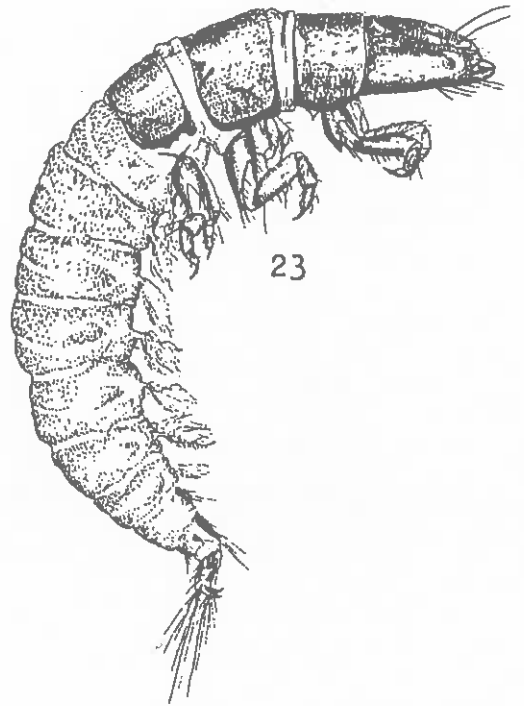
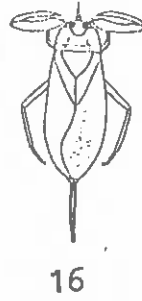
Plecoptera.



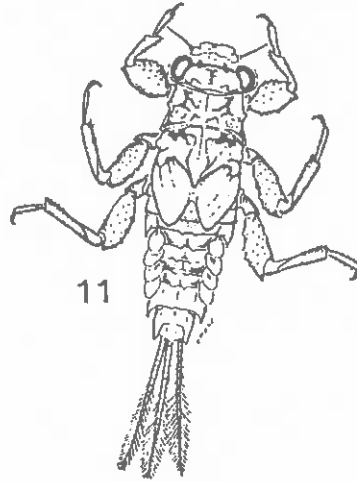
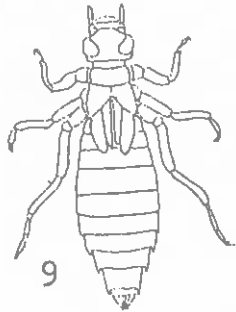
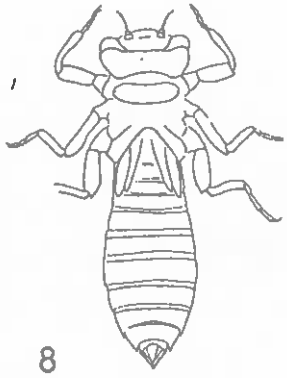
Trichoptera



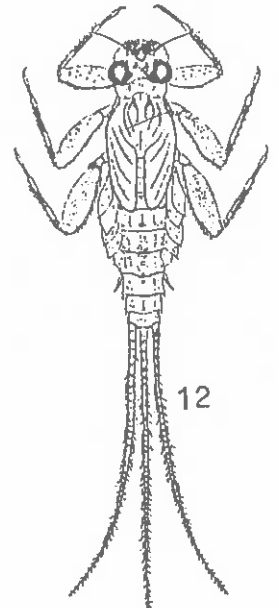
Hemiptera



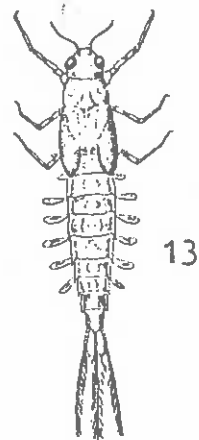
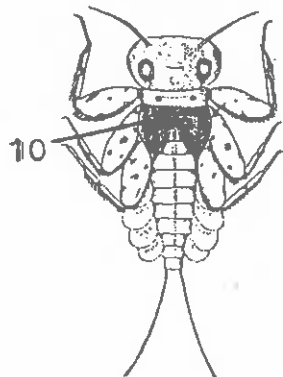
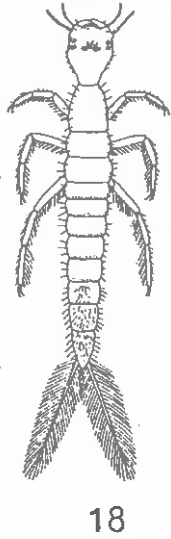
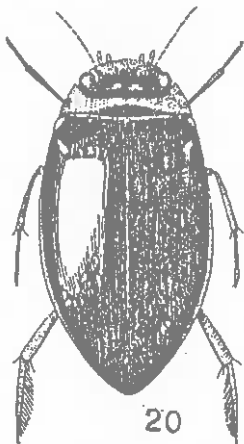
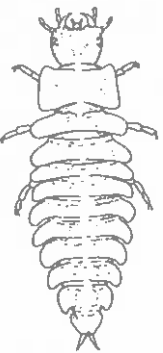
odonata



EPHEMEROPTERA



Coleóptera



larves amb 1 o més ulls simples	larves sense potes toràciques . . . . .	DIPTERS	
	part posterior de l'abdomen acabada amb un parell d'un- gles.(viuen dins d'un estoig)	TRICÒPTERS	
	larves amb potes toràciques . . . . .	sense aquets caràcters(no viuen dins d'un estoig)	COLEÒPTERS
larves amb ulls compostos	cara amb un òrgan de prensió anomenat màscara . . . . .	ODONATS	
	boca transformada en un bec xuclador replegat ventralment, que surt clarament de la part anterior del cap . . . . .	HETERÒPTERS	
	cara sense màscara	abdomen amb tres cercs posteriors, traqueobràn- quies laterals al costat de l'abdomen . . . . .	EFIMERÒPTERS
	sense aquests caràcters	abdomen amb dos cercs posteriors, branquies sota el torax . . . . .	PLECÒPTERS

## 4.1 GENERALITATS

### 4.1.1 CONCEPTE

#### LA CONTAMINACIÓ

Caldria partir del principi de que considerem a totes les aigües, tant les superficials (rius, torrents) com les soterrànies (pous, mines) com les de consum (fonts, aixetes), com a aigües no contaminades. Basant-nos en aquesta premisa podríem veure les alteracions que la contaminació pot fer en cadascuna de les qualitats físiques, químiques i sobre els organismes que viuen en les aigües. Caldrà que tinguem present també, que les aigües de consum son aptes tant pels usos domèstics com per les persones, es a dir, no perjudiquen a la salut ni per la seva composició química, ni per la presència de microorganismes.

En un riu es reflecteix molt ràpidament l'activitat que s'hi fa en els seus marges. Els productes que s'aboquen als rius, tant si son naturals com si s'originen en les ciutats, es detecten gairebe a l'instant. La fullaraca dels arbres es una aportacio natural de materia organica externa. L'home posa col·lectors per clavegueres.

En definitiva, els rius depenen molt directament del que esta passant mes enlla dels marges.

Existeix, certament, una certa capacitat de "parar el cop": la materia organica s'oxida, els compostos químics toxics es degraden, etc.

Les ciutats, en canvi, acostumen a abocar quantitats molt grans de deixalles sense tractar-les previament. En aquesta situacio el riu atravesa una crisi i les comunitats naturals son destruïdes i substituïdes per altres mes resistents.

Caldria fer una distincio especifica entre una contaminacio de tipus organic i una contaminacio industrial de tipus quimic. En el primer cas, les bacteries i fongs s'encarreguen de la descomposicio. En el segon cas, moltes substancies no poden ser degradades pels microorganismes i perduren en l'ecosistema durant molt de temps actuant com veritables verins. Tenim, per desgracia, nombrosos exemples dels dos casos en els rius de Catalunya. Els mes sonats son les grans mortandats de peixos quan alguna empresa llenca residus industrials als rius.

## 1.2 COMPONENTS TÒXICS

### EMENT AIGÜES NATURALS

SÈNIC	No han de contenir arsènic
DMI	No han de contenir cadmi
ANUR	Concent. molt baixes o nula
OM	No és freqüent

## ELEMENT AIGÜES NATURALS

=====  
 OMB No han de contenir plomb  
 RCURI Menys de 0.1 microg./litre

## ELEMENT CAUSES DE CONTAMINACIÓ

=====  
 SèNIC Aigües residuals i industrials. Aplicació d'insecticides  
 OMI Aigües residuals industrials de galvanoplàtia  
 ANUR Aigües residuals industrials  
 OM Aigües industrials residuals de teneries i galvanoplàtia  
 OMB Canyeries de plomb i de plàstic estabilitzat amb plomb  
 RCURI Per jaciments minerals i residuus industrials

## ELEMENT EFECTES

=====  
 SèNIC Intoxicació crònica, transtorns digestius i metabòlics  
 OMI Altament tòxic, afecta l'aparell circulatori, l'osi i el ronyó  
 ANUR Tòxic per l'organisme segons els compostos al formar cations  
 OM Acció tòxica al fetge i al ronyo, pot esser cancerigen  
 OMB Tòxics, provoca transtorns clínics i anomalies biològiques  
 RCURI L'acumulació pot causar transtorns nerviosos i la mort

## ELEMENT NORMATIVA

=====  
 SèNIC 50 micrograms/litre  
 OMI 5 micrograms/litre  
 ANUR 50 micrograms/litre  
 OM 50 micrograms/litre  
 OMB 50 micrograms/litre  
 RCURI 1 microgram/litre

## 1.3 COMPONENTS NO DESITJABLES

## ELEMENT

=====  
 RRO  
 NGANES  
 URE  
 UOR  
 NC  
 ISFOR  
 NOLS

## ELEMENT CAUSES DE LA CONTAMINACIÓ

=====

ORRO	Lixivació dels terrenys per on passa l'aigua o contaminació industrial
ORGANES	Acostuma a apareixer juntament amb el ferro per lixivació del terreny
URE	Contaminació industrial o agrícola, corrosió de canyeres de plom
JOR	Vertuts de fàbriques que produeixen ac. fosfòric o adobs
NC	Apareix al atacar les aigües totes les conduccions de ferro o llautó
GFOR	Contaminació orgànica (excrements) o lixivació dels terrenys
NOLS	Contaminació per aigües residuals, domèstiques, fungicides i herbicides

## ELEMENT EFECTES

=====

ORRO	No presenta risc, però, afecta les característiques organolèptiques
ORGANES	Afecta el sabor i el color i origina dipòsits en els canyeres
URE	En concentracions superiors als 5mg./l. dona sabor metàlic
JOR	Concentracions superiors als 5 mg/l. produeixen afeccions dentals i flu
NC	Proporciona sabor astringent a l'aigua
GFOR	Afecta al color, sabor (caracters organolèptics).
NOLS	Sabor molt desagradable

## ELEMENT NORMATIVA

=====

ORRO	50 - 200 micrograms/litre
ORGANES	20 - 50 micrograms/litre
URE	100 - 150 micrograms/litre
JOR	Fins a 1500 micrograms/litre
NC	200 - 5000 micrograms/litre
GFOR	170 micrograms/litre
NOLS	1 microgram/litre



## 5.1 DEPURACIO BIOLOGICA

### DEPURACIO I RECICLATGE DE L'AIGUA

La depuracio de l'aigua per a que sigui apta de nou per la vida dels organismes, o reutilitzable per al consum huma es in proces afavorit pel corrent del riu. El riu per si mateix te una certa capacitat d'autodepurar-se (sempre i quan els abocament no sobrepassin uns limits). Per una banda, l'aigua transporta i sedimenta les particules en suspensio, i per una altra banda la degradacio de la materia organica s'afavoreix per l'agitacio i oxigenacio naturals de l'aigua del riu.

La depuracio i tractament d'aigues que l'home utilitza no es mes que la imitacio del proces natural en u riu: S'intenta afavorir la sedimentacio i separacio de materials en suspensio; s'aireja fortament l'aigua per tal que augmenti la concentracio d'oxigen i s'incrementi el creixements d'organismes descomponedors. Com en el cas dels riusel funcionament de les depuradores biologiques queda molt alterat quan s'hi observen substancies contaminants no biodegradables: insecticides, herbicides, compostos de plom, crom, mercuri, i un llargissim etc.

### DEPURACIO BIOLOGICA

La planta depuradora mes simple consta essencialment de basses de poca fondaria i ben il·luminades, on l'aigua, abans de sortir per un emisari, hi resideix durant un cert temps. Per l'accio de bacteris, algues i plantes aquatiques es recicla la materia organica. Seria comparable al femat dels camps: es reciclen en el conreu o queden mineralitzats en el sol.

Sobre aquest model barat de depuradora, s'han fet modificacions mes o menys sofisticades de cara a augmentar el rendiment o volums d'aigua que poden tractar-se. Aquest seria el cas de les plantes de fangs activats. En aquest tipus de depuracio cal gastar bastanta energia en el proces. En el tanc on es produeix la depuracio s'injecta aire i s'agita l'aigua per mantenir una adecuada concentracio d'oxigen. D'aquesta manera s'obte una abundantissima poblacio de bacteris i fongs que descomposen rapidament la materia organica. Els fangs que s'extrauen de l'aigua tractada no interessa llençar-los

; son fangs activats, molt rics amb microorganismes. Aquets fangs activats serviran d'inocul per un nou volum d'aigua que es vulgui depurar.

## 5.2 DEPURACIO FISICO QUIMICA

### DEPURACIO FISICO-QUIMICA

1. DEPURACIO PER PRECIPITACIO. En aquest cas el problema que es vol solucionar es el d'eliminar la materia organica que es troba en suspensio en forma de finissimes particules o en disolucio. (Tanmateix, bona part de la materia organica en disolucio no queda afectada.) Es fan servir tancs on s'hi aboca calc, sulfat d'alumina, clorur ferric o altres compostos que colaboren a la precipitacio: uneixen particules, formen grumolls que se separen en forma de fangs. Aquests fangs, pero, no estan descomposats. El problema del reciclatge continua present n els fangs: Que s'en fan d'ells?

2. PER ULTRAFILTRACIO. Aquest proces, tambe anomenat osmosis inversa, permet no salament depurar l'aigua, sino recuperar substancies interessants per a industria. El proces es basa en forcar el pas de l'aigua a traves d'una membrana semiimpermeable, per on l'aigua hi pot passar pero no les substancies en disolucio. Es tracta d'una ultrafiltracio, una filtracio a traves d'un filtre de mida molecular.

## 6.1 PROPIETATS DE L'AIGUA

L'aigua es la base de la vida, tant important com ho poden ser els compostos orgànics de carboni. La peculiaritat de l'aigua està en ser l'única substància mineral de la superfície terrestre líquida a la temperatura normal. Des del punt de vista dels químics, les seves propietats són molt xocants.

1. Elabora una llista de les propietats físico-químiques de l'aigua:
  - temperatura de fusió.....
  - temperatura d'ebullició.....
  - densitat a 0, 4 i 20 C.....;.....;.....
  - color.....
  - capacitat calorífica.....
  - capacitat de dissoldre sals.....
  - massa molecular.....
  - fórmula molecular.....
  - sistema cristal·lí al que pertany en estat sòlid.....
  - altres.....
  - .....

2. El H<sub>2</sub>S és una molècula semblant a l'aigua. Quines diferències en quant a propietats abans esmentades es posen en evidència?

## 6.2 EL CICLE HIDROLÒGIC

1. Dibuixa un esquema de cicle hidrològic a on hi figurin els volums. Utilitza cubs proporcionals a cada compartiment del cicle.

2. Dibuixa un esquema de cicle hidrològic on hi figurin els temps de renovació, és a dir el que tarda cada compartiment del cicle en renovar-se a partir de les pluges.

## 6.3 USOS DE L'AIGUA

1. A partir del mapa cartogràfic d'escala 1:10.000 obtenir una mapa de la zona de la riera a escala 1:5.000

- 1.1 Dibuixar la Riera i els seus torrents tributaris (a vegades coincideixen amb carrers)
- 1.2 Marca les corbes de nivell
- 1.3 Situar els punts de mostreig
- 1.4 Localitzar els toponims més coneguts
- 1.5 Situar pous i fonts
- 1.6 Indicar la fondària del riu i la velocitat de l'aigua en les estacions
- 1.7 Indica la superfície de sol agrícola i urba.

1.8 Situa les indústries de la vila.

1.9 Indica els punts on hi ha abocaments (colectors) o captacions.

2. Sabent on es fan les captacions d'aigua de Caldes, dibuixa la superfície de la conca hidrogràfica implicada. Calcula la proporció superfície/habitant. Calcula a partir de dades de consum d'aigua (dirigiu-vos a l'Ajuntament) els litres/habitant i dia.

3. Fes el mateix per la ciutat de Barcelona. (Consulta bibliografia). Compara les dades de superfície/habitant i litres/habitant en les dos poblacions. Son emblants? Que opines d'aquesta última observació?

4. Fes una fitxa d'enquesta per investigar l'ús de l'aigua en la vila. Cal distingir entre consum biològic (beure) del cultural: rentar-se, cuinar, etc. Cal especificar el nombre de membres de la família i investigar si certes edats són més gastadores.

5. Feu un cens d'indústries i granges de la zona. Quins productes contaminants aboquen?

6. Extreure informació de l'enquesta i especifica el volum d'aigües de clavaguera que es produeixen en una vivenda familiar. Quina quantitat d'aigua de clavaguera aboquen els municipis a la riera de Caldes?

7. A partir del capítol de l'aigua com a recurs industrial, quanta quantitat d'aigua creus que fa servir indirectament la teva família a l'any amb el consum de: sucre, gasolina i paper?

8. Has pogut veure que els éssers vius tenen un elevat percentatge d'aigua. a més de la que necessiten per poder realitzar les seves funcions fisiològiques.

Investiga la quantitat d'aigua que fora necessari per mantenir un porc o una vaca.

I per conrear una horta de apates, bledes o tamaquets...? I per conrear blat?

9. L'aigua es també una font d'energia renovable que mou des de molins fins les modernes centrals hidroelèctriques.

9.1. Cerca informació dels molins de Caldes. Quans n'hi havia.? On estaven situats? A quina activitat es dedicaven?

9.2. Busca toponims que conservin el nom de Moli.

9.3. Com funcionaven?

9.4. Per que varen deixar de funcionar?

#### 6.4 QUALITATS FISIQUES DE L'AIGUA

6.5 QUALITATS QUIMIQUES DE L'AIGUA

Recull informació sobre les aigües minerals

6.6 LA VIDA EN EL RIU

6.7 LA CONTAMINACIO

6.8 DEPURACIO DE L'AIGUA

## 7.1 RECOMANACIONS PER A MOSTREJAR

### 7.1.1 SITUACIO DE LES ESTACIONS DE MOSTREIG

Abans de començar un estudi sobre l'aigua caldra tenir dissenyat un esquema dels punts de mostreig, de forma que podem treure conclusions sobre els usos de l'aigua i els efectes de la seva qualitat.

Marcarem en el mapa els llocs d'on recollirem les mostres. Els criteris de selecció d'aquests punts són: la influència urbana, la industrial i l'agrícola. Per tant, l'elecció està orientada a detectar problemes en l'ús domèstic i industrial.

Cal situar les mostres de la manera més precisa possible, fent referència a toponims ben coneguts: torrent, font, carrer, pont, molí. Totes les mostres han de ser marcades amb una referència que pugui ser entesa per tot-hom.

### 7.1.2 RECOLLIDA DE LES MOSTRES

Per determinar les qualitats químiques i físiques de les aigües caldra, en alguns casos, endur-se una mostra al laboratori. Altres dades poden obtenir-se directament usant aparells específics: termòmetre, pH-metre, conductímetre.

Els preparatius preliminars són sempre importants. Cal tenir present el nombre de mostres que volem prendre i quins tipus de dades volem obtenir. Aspectes com 'etiquetatge, el transport i l'anotació d'observacions en una llibreta tenen gran importància operativa.

### 7.1.3 FREQUENCIA

El mostreig de totes les estacions es farà el mateix dia i, a ser possible, en el mateix moment. Cal evitar al màxim qualsevol demora en la recollida d'una mostra respecte a d'altres.

La freqüència del mostreig depèn dels objectius que es plantejen. Per controlar l'índex de potabilitat de l'aigua de consum humà el mostreig es diari o setmanal. Per altres estudis les freqüències són mensuals o bimensuals. En el nostre estudi mantindrem una freqüència trimestral.

### 7.1.4 L'OXIGEN DISOLT

La determinació de l'OD d'un riu utilitzant el mètode Winkler solament es valida si es recull la mostra sense airejar-la. L'ampolla especial per la recollida d'aigua no ha de contenir cap bombolla. La mostra s'ha de fixar al moment, abans d'arribar al laboratori.

#### 7.1.5 LA TEMPERATURA

Pot semblar absurd insistir en que la temperatura s'ha de llegir en el moment de recollir la mostra d'aigua, amb el deposit de mercuri dins de l'aigua, pero es dona el cas de gent que fa lectura amb el termometre fora de l'aigua. Es molt mes senzill el primer cas.

#### 7.1.6 EL PH

En cas que mesurem el pH de l'aigua algunes hores despres de recollida la mostra podem obtenir alteracions del pH que oscil·len entre les 0,3 o 0,5 unitat de pH respecte als valor originals del riu. Les algues o les bacteries el poden fer canviar. El millor de tot es determinar-lo al moment. I en cas que no sigui així, caldra indicar-ho.

#### 7.1.7 MOSTRES PER ALTRES ANALISIS

Normalment per les analisis quimiques usuals es suficient recollir mostres de 500 ml, amb tap hermetic. Es fixen amb 1 ml de cloroform per evitar l'activitat dels microorganismes.

#### 7.1.8 ELS MATERIALS EN SUSPENSIO

Per determinar les quantitats de materials presents en suspensio cal filtrar l'aigua usant filtres normals. Els volums d'aigua que s'hauran de filtrar dependran de la terbolesa de la mostra i de la precisio de les balances que utilitzarem per pesar els filtres.

#### 7.1.9 LES BACTERIES

Per mostrejar bacteries cal usar recipients previament esterilitzats. La sembra en plaques de cultiu conve fer-les dins d'un marge d'una hora despres de fet el mostreig, i en tot cas, que no superi les 30 hores despres del mostreig.

#### 7.1.10 ANIMALS

En primer lloc es fa un reconeixement qualitatiu, cercant organismes entre pedres i altres organismes submergits per al posterior estudi al laboratori. Els animals poden transportar-se vius o fixar-se al moment en flascons de vidre amb formol al 4-6%.

Per a un estudi mes quantitatiu es fa servir quadrats de 50 cm amb una bossa de xarxa fina incorporada. S'aixequen pedres i graves fins 5 cm de fondo dins del quadrat i es fan desprendre els organismes que son recollits per la xarxa.

### 7.1.11 NOTES DE CAMP

Els encarregats del mostreig de camp han d'etiquetar totes les mostres, fer totes les anàlisis de camp i apuntar totes les observacions necessàries abans d'anar-s'en de l'estació de mostreig. Qualsevol intent de confiar-se a la memòria fins arribar al laboratori té un mal fi.

En la llibreta s'ha d'apuntar: la data, la identificació de l'estació, l'hora de recollida de la mostra, la temperatura i el pH de la mostra, l'estat del temps atmosfèric, l'aspecte del riu (clar, turbolent, oliós, escuma..) i qualsevol altra observació que es cregui útil.

### 7.2 OBSERVACIÓ DE LA COLORACIÓ D'AIGÜES

#### Material:

-----

Tubs d'assaig ben nets  
Cartulina blanca mate  
Mostres a mesurar

- 1) Omplir un tub d'assaig amb aigua prèviament filtrada.
- 2) Omplir els altres tubs d'assaig amb aigua de cadascuna de les mostres que volguem estudiar. Haurem de tenir ben present que caldrà sacsejar el pot d'on treurem la mostra, per tal de que el contingut sigui perfectament homogeni.
- 3) Farem una observació visual dels tubs amb el fons de la cartulina per tal de veure els diferents matissos de color.
- 4) Anotar els resultats a la fitxa corresponent.

### 7.3 MESURA DE SÒLIDS EN SUSPENSIÓ

#### PRACTICA: MESURA DE SÒLIDS EN SUSPENSIÓ

#### Material:

-----

Paper de filtre  
Balances de precisió  
Embut  
Estufa fins a 110 C.  
Mostra a mesurar  
Suport i pinces

.....

- 1) Pesar el paper de filtre en la balança de precisió.
- 2) Preparar l'embut i el paper de filtre en un suport.



3) Abocar una bottella de mostra de 1 l. en l'embut procurant que no quedi gens de residu dins de la bottella. Es recomenable saccessar força la bottella abans de procedir al fultat.

4) Treure el paper de filtre de l'embut i col·locar-lo dins de l'estufa. Després escalfarem fins a 110 C. que és la temperatura que ens permetrà evaporar l'aigua i que no es volatilitzin els componets sòlids que portava l'aigua en suspensió.

5) Treure el paer de filtre de l'estufa i pesar-lo en la balança de precissió.

6) Restar el pes del paper de filtre una vegada assecat de el pes del paper de filtre abans dd'efectuar el filtrat.

Pes paper filtre assecat a 110 C.

= Pes paper de filtre

-----  
Pes de sòlids en suspensió en mg./l. d'aigua

#### 7.4 MESURA DE LA MINERALITZACIO DE L'AIGUA

##### Material

-----  
Conductimetre amb termistor

Banc de dilucions de clorur potasic

Aigues de diverses procedencies: embotellada, fonts, mar....

.....  
El conductimetre es un aparell que medeix el pas de corrent entre dos electrodes que se submergeigen en l'aigua problema. Es parteix de l'experiencia que l'aigua amb sals en disolucio es bona conductora de l'electricitat, mentre que l'aigua pura ofereix molta resistencia. La conductivitat es defineix com l'invers de la resistencia que ofereix una substancia al pas de corrent. La unitat de medicio es el Siemen (S) que es l'invers de l'Ohm:  $1 S = 1/Ohm$ .

Els conductimetres porten un termistor incorporat que registra la temperatura. Així poden corregir-se les variacions de conductivitat degudes als canvis de temperatura.

En les aigues naturals la conductivitat pren valors de 10-25  $\mu S$  en les aigues purissimes de desgel del Pirineu fins a 78.000  $\mu S$  en l'aigua de mar.

.....  
1. Elabora un banc de dilucions de KCl a partir d'una disolucio en aigua destilada de 4g/100 ml

Banc de dilucions de: 40 g/l  
20 g/l  
10 g/l

5 g/l  
2 g/l  
1 g/l  
0.5 g/l

Fes la lectura de les conductivitats i elabora una grafica amb els resultats.

2. Mesura la conductivitat de mostres d'aigua diverses.

Elabora una grafica amb la conductivitat i el contingut de sals minerals de les aigües embotellades. Existeix alguna relacio entre el contingut de sals minerals (residu solid) i la conductivitat? Per que?

## 7.5 PH

### Material

-----  
Aigua destilada  
Aigua de l'aixeta  
Bicarbonat sòdic  
Solucio diluida de HCl o  $H_2SO_4$   
Bureta  
Soport i pinces  
Matraus Erlenmeyer  
pH-metre, o cinta de paper indicador  
.....

L'objectiu d'aquesta practica és d'estudiar els canvis de pH de l'aigua produïts al afegir un acid diluit.

Els pHs que s'observen es recullen en una taula a partir de la qual s'elabora una grafica entre pH i volum d'acid utilitzat.

Utilitzarem una bureta carregada amb l'àcid el qual l'afegirem a un Erlenmeyer de 250 ml amb la mostra d'aigua destilada. Per cada ml d'acid gastat mesurarem el pH amb el pH-metre o amb paper indicador. Proseguirem fins que el pH s'estabilitzi.

MOSTRA D'AIGUA CLORHIDRIC 0,01M (Vol= 200 ml)	PH DE L'AIGUA DESPRES D'AFEGIR ACID								
	1ml	2ml	3ml	4ml	5ml	6ml	7ml	8ml	9ml
10ml .....									

-----  
Aigua Destilada  
-----

-----  
Aigua de l'aixeta  
-----

-----  
Aigua Fontvella  
-----

QUESTIONS

1. Com és la corba que has obtingut? Quin comportament té? Per què?
2. Es el mateix l'aigua de l'aixeta que l'aigua destilada? Per què?
3. Tira bicarbonat a l'aigua que has fet servir per fer la corba de pH. Quin gas es despren? Per què?
4. Per què podem dir que el bicarbonat té un efecte amortiguador dels canvis de pH de l'aigua?
5. Quin efecte té el CO2 al marxar de l'aigua a l'atmosfera?
6. D'on ha vingut el CO2?

7.6 EL CO2 DISOLT A L'AIGUA

Material

- Tubs d'assaig amples
- Aigua neta d'un aquari o d'una bassa de pH 7
- Unes tijes amb brot de la planta aquàtica Elodea
- Indicador Universal o Blau de Bromotimol
- Paper de plata
- Una canyeta de beure refrescos

Aquesta pràctica és per demostrar que el CO2 es dissol fàcilment en aigua. Al dissoldre's es combina amb l'aigua per donar l'àcid carbonic H2CO3.

Utilitzant l'indicador universal, podem demostrar que l'activitat dels organismes pot fer canviar el pH de l'aigua, doncs existeixen dos processos generals on el CO2 hi està implicat:

- Respiració.....> Producció de CO2 per a la alliberació d'energia
- Fotosíntesis .....> Absorció de CO2 per a la síntesis de matèria orgànica

Utilitzarem 4 tubs d'assaig amb aigua a pH 7-8. (Es pot corregir el pH afegint-hi una petita quantitat de bicarbonat). En cada un s'hi afegeix l'indicador universal de forma que l'aigua pren una coloració blava.

Bufe amb la canyeta en cada tub fins aconseguir el viratge de l'indicador.

Poseu una planta en dos tubs.

Emboliqueu amb paper de plata 1 tub amb planta i 1 tub sense planta.

Disposeu els tubs al sol directe i espereu 30 minuts.

#### QUESTIONS

1. Per què bufem amb la canya dins de l'aigua?
2. Per què vira l'indicador?
3. Per què creus que fem servir 4 tubs?
4. Quins viratges s'han observat?
5. Quines conclusions s'en poden treure?

### 7.7. L'ALCALINITAT: VALORACIÓ DE CARBONATS I BICARBONATS

#### Material

Buretats

Matraus Erlenmeyer de 200

Soport i pinces

Reactius: Solució valorada de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,02N

Indicador de pH Fenolftaleina: 0,5g en 100 ml d'alcohol 95% +  
aigua a parts iguals.

Indicador verd de bromocresol-roig metil: 0,02 g roig metil i  
0,1 g de verd de bromocresol en 100 ml d'alcohol de 95%.

O pH-metre, amb el qual s'evita l'ús d'indicadors.

L'alcalinitat de l'aigua és la capacitat d'acceptar protons. Dit en altres paraules, es la quantitat de compostos en dissolució en l'aigua que en conjunt fan canviar el pH de neutre a alcalí. En la pràctica quasi tota l'alcalinitat de l'aigua es deguda als bicarbonats, però s'expressa en termes de carbonat càlcic. Tres ions són els responsables principals de l'alcalinitat: el bicarbonat i el carbonat ( $\text{HCO}_3^-$  i  $\text{CO}_3^{2-}$ ) normal en aigües naturals i l'OH que indica contaminació o algun tractament especial.

L'alcalinitat de l'aigua és una mesura que ens indica la capacitat que l'aigua per amortiguar alteracions o canvis sobtats del pH. Aquest aspecte cal tenir-lo en compte quan es presenta la pluja àcida i l'aigua és molt pobre en minerals ( rius i llacs de muntanya).

L'alcalinitat es medeix valorant la mostra amb un àcid fort i prenent un indicador de pH (o el pH-metre) per reconèixer quan acaba la valoració.

A pH 8,3 tot el carbonat passa a bicarbonat:  $\text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{HCO}_3^-$

A pH 4,5 tot el bicarbonat passa a  $\text{CO}_2$ :  $\text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

#### procediment

Feu servir una mostra de 100 ml en un Erlenmeyer de 250 (si fem servir indicadors) o un volum de 250 en un vas de precipitats (si fem servir el pH-metre).

Valoració amb el pH-metre: Colocar en el recipient amb la mostra l'electrode de pH. Afegir gota a gota l'acid i registreu el volum gastat a pH 8,3 i 4,5. Agiteu suaument la mostra.

Valoració amb indicadors: Afegir 4 gotes de fenolftaleina. Si pren un color rosat existeixen hidròxids i carbonats. Valorar fins la desaparició del color. Si apareix color rosat o després de valorar la fenolftaleina posar verd de bromocresol-roig de metil. Valorar gota a gota fins que el color canvia de blau a rosa pàlid.

#### Càlcul de l'alcalinitat

Alcalinitat de la fenolftaleina, mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l} = A \times N \times 50.000/\text{ml}$  mostra

Alcalinitat total, mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l} = B \times N \times 50.000/\text{ml}$  mostra.

A = Volum d'acid gastat fins pH 8,3

B = Volum d'acid gastat fins pH 4,5

N = Normalitat de l'acid

#### QÜESTIONS

1. Per què les aigües riques en bicarbonats tenen el pH elevat?
2. Quin efecte creus que tindria la pluja àcida en un llac o riu d'alcalinitat petita?
3. Per què aturem la valoració quan el pH arriba a 4,5?
4. Situa els ions o molècules  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  en les següents aigües:

Molt àcides <4,5

Lleugerament àcides

Neutres

Lleugerament alcalines <8,3

Molt alcalines

### 7.8 DETERMINACIO D'OXIGEN EN L'AIGUA

#### Materia

Botelles de vidre color caramel, amb ~~100~~ esmerilat.

Matraus Erlenmeyer

Bureta

Soport i pinça

Reactius: Solució de Soltes Manganes:  $MnSO_4 \cdot 4H_2O$  240g en 1/2 l  
 $MnSO_4 \cdot 2H_2O$  200g en 1/2 l  
 $MnSO_4 \cdot H_2O$  125g en 1/2 l

Solució alcalina de iocur:  $KOH$  350g en 1/4 l  
 $KI$  150g en 225 ml

Es barregen aquestes tres solucions amb precaució doncs s'escalfa molt. La solució final es guarda en una ampolla negra. Passat un mes cal tornar la x fer

Acid sulfuric concentrat  
 Solució indicadora: Midó al 1%.

Solució de tiosulfat sodic:  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  2,4g en 100 ml  
 (0,01N). La guardar la solució en una ampolla fosca

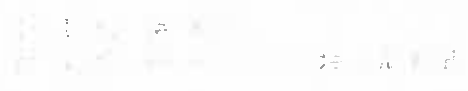
L'objectiu de la practica es mesurar la quantitat d'oxigen ~~en~~ en l'aigua utilitzant el metode quimic de la valoració amb tiosulfat, seguint el metode Winkler. Es poden fer varies determinacions comparant zones diferents, per exemple la concentració d'oxigen a la superfície del mar, en l'aigua de les cubetes i basses que es troben entre les roques, en l'aigua dels torrents que desguessen al mar, etc.

Per altre banda, el metode pot fer-se servir per calcular taxes de respiració de peixos o altres animals petits, senzillament calculant l'oxigen consumit en un cert temps (1 hora per exemple). També pot servir per calcular-ne la producció d'oxigen per la fotosintesis d'algues, es a dir, que pot servir com a mesura indirecte de la producció d'algues.

#### Procediment de l'anàlisi

1. Omplir de l'aigua ~~la~~ volem analitzar una ampolla de 100 ml amb tap hermetic. De vidre ~~amb~~ amb els reactius per ~~analitzar~~ analitzar l'aigua.

En el moment ~~de~~ de s'ha d'evitar fer bombolles. S'ha ~~de~~ de fer la mostra amb l'oxigen ~~de~~ de l'aire.



Després d'esperar ~~15~~ 15 minuts, s'afegeix ~~la~~ la solució de tiosulfat sodic i s'afegeix ~~la~~ la solució d'acid sulfuric concentrat.

Quan es pren ~~la~~ la mostra s'afegeix ~~la~~ la solució d'acid sulfuric concentrat.

Tornem a tapar i remenem vigorosament fins que s'hagi redissolt tot el precipitat. Tenim, doncs, la mostra d'aigua amb l'oxigen fixat.

Valoració de la quantitat d'oxigen:

Passada 1 hora més o menys, en un matrau Erlenmeyer es posen 50 ml de la mostra, que en aquest moment té un color groc-carabassa. Quan més intens és el color, més gran és la quantitat d'oxigen dissolt.

Hi afegim seguidament l'indicador de midó (1ml.) prenent la mostra un color blau-negre.

Finalment, amb una bureta, valorarem l'oxigen (de fet valorem el iode que s'ha després en les reaccions) amb la solució de tiosulfat 0,01N.

Procés químic

El mètode Winkler serveix per mesurar quantitats d'oxigen que van entre 0,08 i 128 mg d'O<sub>2</sub>/litre, o, expressat en volums, entre 0,056 i 89,6 ml d'O<sub>2</sub>/litre. Quan hi afegim a la mostra d'aigua el Sulfat Manganós, i després la solució de KOH+KI, el ió manganós reacciona en medi bàsic per donar el seu hidròxid insoluble (precipitat blanc).

L'oxigen de la mostra es combina amb aquest hidròxid, donant un hidròxid oxidat de manganès (valència 4).

Al acidificar després la mostra, en presència del iodur, s'allibera iode en proporció exacta a la quantitat d'oxigen existent anteriorment.

El iode alliberat es valora amb la solució de tiosulfat sòdic.

Càlcul de la concentració d'oxigen

1,0 ml de tiosulfat 0,01 N correspon a 0,08 mg d'O<sub>2</sub> per litre. (I si la normalitat fos de 0,5, 1 ml correspondria a 4 mg d'O<sub>2</sub> per litre.)

Utilitzant el tiosulfat de normalitat 0,01 N, el càlcul de la concentració d'oxigen seria:

$$\text{mg d'O}_2/\text{litre} = \frac{Z}{Z-2} \times 0,08 \times \frac{1000}{Y} \times V$$

A on Z és el volum de la mostra; Z-2 és el volum resultant de restar-li els reactius (2 ml); Y és el volum que separem per fer-ne la valoració (normalment n'agafem 50 ml); V és el volum de tiosulfat gastat en la valoració; 0,08 són els miligramms d'oxigen corresponents a 1 ml de tiosulfat; i finalment el factor 1000 passa el resultat total a mg d'O<sub>2</sub>/l.

Els resultats es poden expressar també en mg-at O<sub>2</sub>/litre o bé en ml d'O<sub>2</sub>/litre:

$$\text{ml O}_2/\text{litre} = 0,7 \times \text{mg O}_2/\text{litre}$$

$$\text{mg-at O}_2/\text{litre} = \frac{\text{mg O}_2/\text{litre}}{16}$$

16

Investiga els següents punts:

1 Existeix alguna relació entre l'oxigen i el pH?

2 Quina relació existeix entre la temperatura i la quantitat d'oxigen?

## 7.9 CULTIUS BACTERIOLÒGICS

### 7.9.1 EL CULTIU DE BACTERIES

#### Material necessari

-----  
 Olla a pressio.  
 Capsules de Petri  
 Pipetes esterils  
 Agar o Bactoagar  
 Peptona  
 Sal  
 Aigua destilada  
 .....

Les bactèries poden trobar-se en qualsevol lloc extern al cos dels sers vius. Si utilitzem un medi de cultiu de forma que puguin viure els bacteris, cada cèl.lula individual es multiplica fins formar una massa anomenada colònia que és prou gran com per ser observada a simple vista. El nombre de colònies de bactèries en la càpsula de Petri després d'uns dies d'incubació ens indicarà el nombre de bacteris individuals que varen dipositar-se en l'agar.

#### Preparació del medi de cultiu.

El medi de cultiu per a les càpsules de Petri es una barreja en les proporcions següents:

Peptona.....10 g  
 Sal (NaCl)..... 5 g  
 Agar o Bactoagar .....30 g  
 Aigua destilada..... 1 litre

Calenteu al foc lent l'aigua amb la peptona, la sal, tot remenant sense parar. Un cop disolts tots els materials afegiu-hi l'agar i escalfeu-ho fins la completa dissolució. Aquesta dissolució ha de passar per l'olla a pressió (o autoclau) durant uns 15 minuts. Passat aquest temps cal filtrar el líquid per una gassa (que no quedin grumolls) i s'ha de comprovar el pH. Agafeu una culleradeta del líquid i comproveu el pH amb un indicador. Si el pH és àcid cal corregir-lo amb bicarbonat sòdic. Després cal tornar esterilitzar el líquid. Així doncs es retorna a l'olla a pressió durant 15 minuts més.

#### Esterilització del material

Per esterilitzar el material de vidre, taps de cotó i el medi de cultiu feu servir l'olla a pressió amb poca aigua, durant 15-20 minuts. Si només voleu esterilitzar el material de vidre pot usar-se una estufa de desecació i esterilització, a 200 graus.

#### Sembra i cultiu de bacteries



Amb el medi de cultiu ja esterilitzat ompliu les càpsules també estèrils. Així com es refredi el medi de cultiu, es solidificarà.

Deixeu les càpsules en un lloc calent durant 24 hr per assegurar-se de que són estèrils. L'aparició d'alguna colònia en l'agar indica que no són totalment estèrils.

Per sembrar utilitzarem una pipeta esteril per inocular 1 ml a la capsula de Petri preparada. Un cop sembrades deixeu les càpsules en una incubadora o estufa microbiològica. Si no en tenim es deixa dins un armariet durant dos dies. Preneu la precaució de tenir les càpsules en posició invertida per afavorir l'aparició de les colònies.

Observeu i compteu el nombre de colònies en cada càpsula. Recordeu que cada colònia indica una sola bactèria dipositada en l'agar. NO OBRIU LES CAPSULES MENTRE FEU L'OBSERVACIO!! Cada colònia conté milions de bacteries i seria fàcil contaminar-vos.

Algunes colònies seran molt grosses, d'altres són més petites. Senzillament hi han espècies de bacteries que es multipliquen molt més ràpidament que d'altres.

## 7.9.2 FORMES BACTERIANES

### Material:

-----

Asa de sembra

Vidres de microscopia

Cristall violeta per bacteriologia

Microscopi x450 mínim

.....

A partir de les colònies bacterianes cultivades podem fer varies preparacions tenyides, seguint aquest procés:

Poseu una gota d'aigua destilada en el centre d'un vidre portaobjectes ben net. Amb un asa de sembra es recull una petita massa colonial (suaument, sense arrancar agar) i s'estén en el centre del portaobjectes amb la gota d'aigua.

La preparació es fixa al vidre amb calor: feu passar la preparació cap-per-amunt per sobre la flama del bec bunsen, ràpidament durant 2 o 3 cops.

Deixeu el portaobjectes damunt damunt d'un recipient i cobriu la preparació amb cristall violeta durant uns minuts. Renteu la preparació molt suaument amb aigua per fer desprendre tot el colorant en excés. Deixeu assecar.

Examineu la preparació en un microscopi amb llum incorporada. Inclús a 450 augments poden veure's alguns dels tres tipus de bacteris: bacils (bastons), espirils i cocos (esferes).

En cas que no tinguem colònies bacterianes, pot investigar-se la saliva com a material molt ric amb bacteries.

Poseu una o dos gotes de saliva en el centre d'un vidre portaobjectes ben net, o raspeu amb un escuradents la base de les dents. Esteneu aquest material en el centre del portaobjectes, amb una gota d'aigua, i deixeu-ho assecar.

A continuació actueu com abans.

### 7.9.3 PRESENCIA D'ENTEROBACTERIS EN L'AIGUA

#### CONTAMINACIO DE L'AIGUA PER BACTERIS FECALS

##### Material

-----

Sacarimetres

Lactosa

Peptona

Sal

Indicador universal de pH

-----

L'aigua de la riera de Caldes que es destina a l'ús domèstic es analitzada periòdicament per assegurar la seva potabilitat.

La contaminació de l'aigua d'ús domèstic per aigües fecals pot detectar-se per la presència del bacil intestinal (no patògen) Escherichia coli. Aquesta bactèria s'assembla molt a altres bacteris que viuen a l'aigua o al terra.

La seva identificació s'ha de fer utilitzant certes característiques en el seu creixement. En els laboratoris de sanitat o en els controls de potabilitat es segueix una prova estàndard que consta de dos parts:

La prova de la lactosa i  
La prova confirmativa del pH.

Conve demostrar aquest test en el laboratori.

Usarem 3 mostres d'aigües: aigua de l'aixeta, aigua de l'aixeta amb una mica de sòl (en el sòl s'hi troba el bacteri descomponedor Aerobacter aerogenes) i aigua del col·lector.

#### 1. Prova de la lactosa.

Escherichia coli fermenta el sucre lactosa i com a resultat produeix un gas i un àcid. Aquest és la base per sospitar de la presència d'E. coli. Ara bé, només és una sospita, doncs Aerobacter aerogenes, que és un bacteri inofensiu del sòl, també fermenta la lactosa per produir un gas i un àcid. Per tant, cal fer una altra prova per distingir entre ells dos.

Per fer la prova de la lactosa es fan servir els sacarimetres o tubs de fermentació.

Posen aquests tubs amb un tab de cotó a la boca a esterilitzar. Prepareu i esterilitzeu mig litre de medi de cultiu lactosat.

Peptona .....10 g

Clorur sòdic ..... 5 g

Roig fenol (optatiu)..... 0,018 g  
 Lactosa ..... 5 g  
 Aigua ..... 1 litre

Ompliu els sacarimetres o tubs de fermentació de forma que els braços quedin plens i igualment els dipòsis. Eviteu que es vesin.

Amb una pipeta estèril s'introdueix 1 ml de la mostra d'aigua en el tub de fermentació.

El gas, en cas de produir-se, es concentrarà en el braç del tub de fermentació. En cas que no es produeixi gas direm que el resultat és negatiu.

En cas de donar positiu cal fer una nova prova per confirmar la presència de Escherichia coli.

## 2. Prova de confirmació.

Es tracta de comprovar que el pH del medi s'ha tornat molt acid en el cas de Escherichia coli. Basta col·locar unes gotes d'indicador universal en cada sacarimetre i anotar els pHs.

Per una anàlisi més escrupulosa cal preparar dues càpsules de Petri amb endoagar:

Peptona .....10 g  
 Lactosa .....10 g  
 Fosfat dipotàssic ..... 3,5 g  
 Agar .....15 g  
 Sulfit sòdic ..... 2,5 g  
 Fuchsina bàsica ..... 0,4 g  
 Aigua destilada ..... 1 litre

L'agar resultant tindrà un color rosat degut a l'indicador de pH.

Amb l'asa de sembra recull una mostra del líquid de cada fermentador i sembreu una placa, tot procurant no trencar la superfície de l'agar.

Escherichia coli formarà colònies d'aspecte lluent-metàlic, i farà virar l'indicador de pH a roig intens. El bacteri Aerobacter produeix colònies blanquinoses sense canvi de color de la placa.

### INDICADORS BIOLÒGICS

Una part molt important dels estudis del medi aquàtic, és conèixer els essers vius que viuen dins del mateix medi, sobretot per dues raons molt importants.

La primera és la de poder fer un llistat de presència i de quantitat dels organismes diferents que trobem en un indret determinat, això ens permetrà agrupar els organismes en associacions biològiques i així contribuir a l'estudi ecològic del lloc estudiat.

La segona és la que ens permet a partir de la presència dels organismes detectats, usar aquests com a font d'informació qualitativa respecte les condicions físiques o químiques del medi estudiat.

Es a dir, el fet de trobar una determinada espècie o gènere, amb una morfologia o fisiologia adaptada a unes característiques físico-químiques molt concretes, ens permet conèixer quines son aquestes característiques.

Per exemple: el fet de que els Plecòpters tinguin branquies poc desenvolupades i filiformes, ens voldrà dir que hauran de viure en ambients força rics en oxigen. El que els cucs de sang, larves d'insectes Quironòmids, tinguin hemoglobina com a pigment com a adaptació a una concentració baixa d'oxigen, ens està donant dades referents al medi.

Ara bé, donada la gran quantitat d'essers vius, tan vegetals com animals que troben en les aigües i donada la gran dificultat taxonòmica per identificar els organismes aquàtics: us del microscopi, del binocular, claus taxonòmiques difícils d'usar pel profà i de l'enorme complexitat a l'hora de classificar correctament bona part dels organismes. Aplicarem bàsicament dues simplificacions.

A) Reducció de l'index a un grup d'organismes de tamany relativament gran, amb la qual cosa s'elimina l'us del microscopi.

B) Determinar el valor indicatiu de cada gran grup d'espècies (gènere, família, ordre), de tal manera que la seva classificació es pugui fer ràpidament, sense necessitat de saber si l'organisme trobat pertany a una espècie o bé a una espècie diferent.

Aquestes simplificacions i els fulls següents, estan basades i extretes del treball: Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besòs i Llobregat. de Narcís Prat, M. Angels Puig i Glòria González, editat pel Servei del Medi Ambient de la Diputació de Barcelona.

## 5.2 L'índex biòtic del besòs i el Llobregat

Feta aquesta introducció dels criteris d'elaboració de l'índex biòtic, exposada ja la seva filosofia i els grups que hem distingit (unitats sistemàtiques de treball), exposarem tot seguit quin és aquest índex per al Besòs i el Llobregat i com l'hem de calcular.

A la taula VI hom ha exposat els elements bàsics per al càlcul de l'índex: els organismes indicadors a la columna de l'esquerra i el nombre d'unitats sistemàtiques total que hi ha en la mostra extensiva, qualitativa i en zona de corrent que hom recull en el riu.

Com es veu, l'índex té una variació d'1 a 10; el valor 10 indica una qualitat màxima de l'aigua, i el valor 0, una degradació total. Els primers són els propis de les aigües de muntanya, prop dels naixements, amb aigües més aviat fredes (com les fonts del Llobregat); els últims són els de les aigües de les clavegueres i dels rius transformats en claveguera (com la part final de l'Anoia o el Besòs).

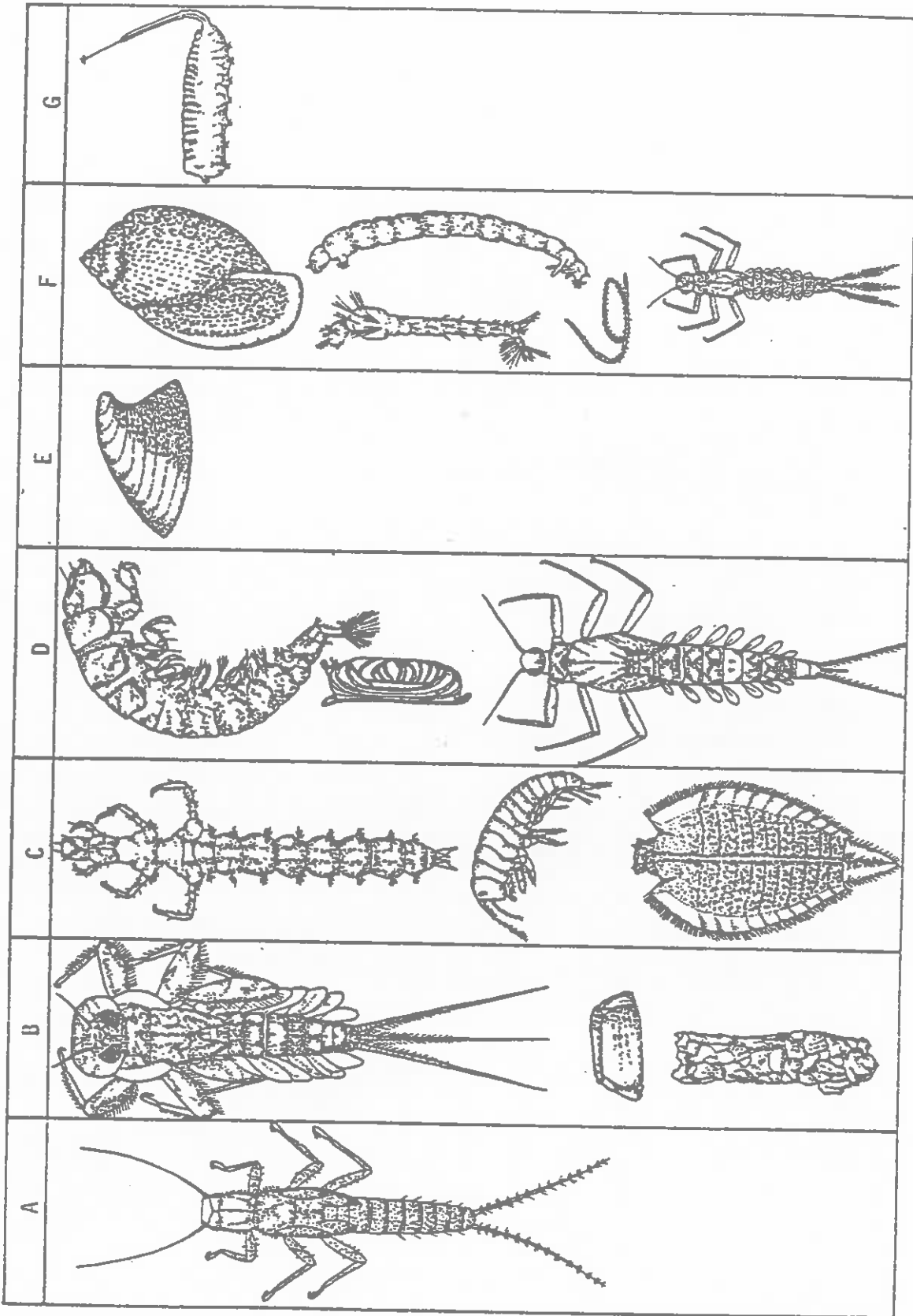
El càlcul de l'índex és ben senzill. Hom agafa una mostra en el riu o rierol en qüestió. Aquesta mostra s'haurà de recollir en un lloc on hi hagi un xic de corrent (l'aplicació de l'índex a les basses és de significació molt baixa) sota o sobre les pedres, i dedicant-hi un cert temps per tal de capturar els organismes presents (vegeu "El joc de l'aigua", Laboratori bàsic, on hi ha instruccions per a la recol·lecció de mostres que poden conduir a mesurar un d'aquests índexs).

Una vegada capturats els organismes, es reuneixen per grups o unitats sistemàtiques i així tenim el nombre d'unitats sistemàtiques presents a la mostra (fila superior), que ens caurà dintre d'algun interval. De totes aquestes unitats (i fent servir els dibuixos adjunts), hom es fixa en aquelles que són indicadores (s'obté així la fila corresponent) i de la intersecció de la fila i la columna hom troba l'índex corresponent.

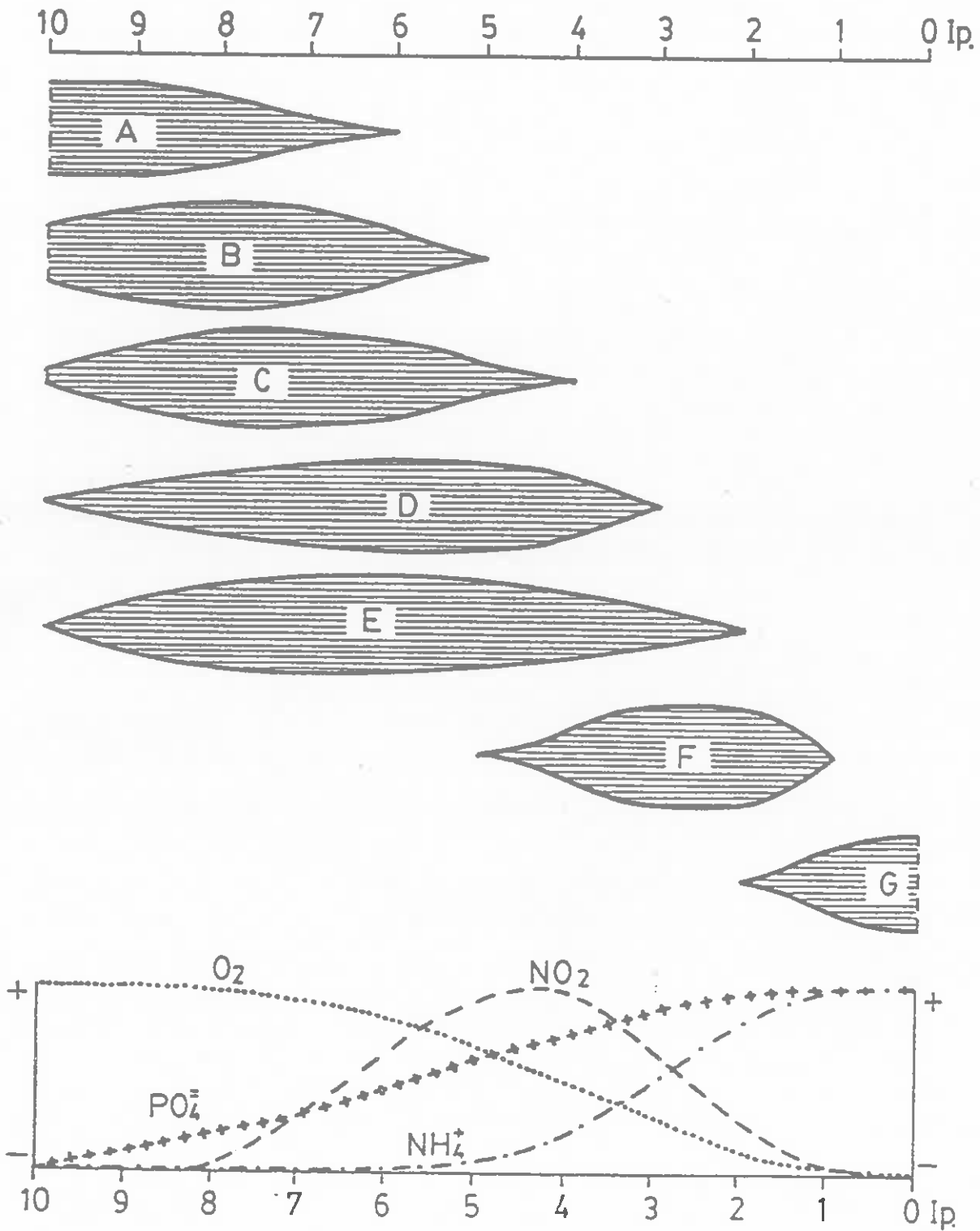
Taula VI - Esquema d'aplicació de l'índex biòtic al Besòs i el Llobregat. El valor de l'índex varia d'1 a 10, i s'obté de la combinació dels organismes presents (files) i el nombre d'unitats sistemàtiques existents (columnes).

	Nº d'espècies	Nº d'unitats sistemàtiques				
		0-1	2-5	6-10	11-15	>16
A Plecoptera	> 1	-	7	8	9	10
	1	-	6	7	8	9
B Heptageniidae, tricòpters amb estoig	> 1	-	6	7	8	9
	1	-	5	6	7	8
C <u>Rhyacophila</u> , èlmids, <u>Gammarus</u>	> 1	-	5	6	7	8
	1	-	4	5	6	7
D <u>Hydropsyche</u> , Efemeroptera (tret de <u>Cloeon</u> )		3	4	5	6	7
E <u>Ancylus</u>		2	3	4	5	6
F Quironòmids vermells, Tubificids, <u>Cloeon</u> , <u>Physsa</u> , <u>Culex</u>		1	2	3	4	-
G <u>Eristalis</u> , o sense vida		0	1	2	-	-

Taula VI - Continuació. Representació gràfica dels organismes indicadors.



Taula VI - Continuació. Relació dels grups d'indicadors amb els diferents paràmetres físico-químics i representació de la seva abundància segons l'índex biòtic.





## 7.14 FILTRES DE SORRA

FILTRAT D'AIGÜES  
-----

Les nostres aigües porten normalment molts materials en suspensió, restes orgàniques, sorres, llims i argiles. Es per tot això, que abans de fer qualsevol mena de tractament, cal procedir al filtrat de les mateixes.

De totes maneres el fultat no elimina en absolut els elements contaminants tòxics ni tots els microorganismes. Després caldrà procedir a efectuar altres processos més o menys complexes per tal d'obtenir no sols aigües clares, sino també aigües potables.

Material  
-----

Cedaç de diferents mides  
Aigua bruta de riuera o clavaguera  
Sorra seca  
Botelles de plàstic de 1l. que puguin encaixar  
Tissores

.....

1) Pasarem la sorra pel cedaç per tal de fer una granulometria amb mides diferents:

2) Tallarem pel mitg les botelles i farem forats amb una agulla al fons de la botella.

3) Posarem cada mida de sorra, llim o argila en una botella diferent i en deixarem una de buida.

4) Encaixarem cada bottella preparada amb sorra, una sobre l'altre, de manera que els grans de sorra de tamany més gran estiguin a dalt i els més fins a baix. A sota de tot posarem la botella buida, per tal recollir l'aigua filtrada.

5) Abocarem l'aigua bruta per la part de dalt del tub que haurem construït i esperarem que es filtri tota l'aigua. (cal tenir la precaució, de no abocar més aigua que la que admeti el recipient de sota)

6) Una vegada efectuats els filtrats, es poden obrir les botelles i veure el tipus de residuus que resten a cada una.

A) Per tal de comprovar que l'única cosa que hem fet, ha estat un filtrat i no una depuració complerta. Podem fer un cultiu de Daphnia (Puçes d'aigua), que son molt sensibles a la contaminació química, i observar com no sobreviuen

## 7.12 PRACTICA D'OLORS

## Material

-----

Tubs d'assaig

Gradeta

Cotó fluix

Essències i altres reactius indicats més abaix

Nas-nassos

.....

Aquesta és una pràctica que es pot utilitzar per tal d'iniciar i engrescar als alumnes en el tema de les propietats de l'aigua, al mateix temps que destaquem la importància de l'olor en aquest estudi.

Tot i que tots sabem que l'aigua ha d'esser inodora i insípida, som ben conscients que moltes vegades les aigües del nostre entorn poden tenir un cert sabor i olor. Aquesta alteració de les característiques organolèptiques pot venir provocada per la dissolució de determinades substàncies en l'aigua, sia per causes naturals o bé per contaminació.

També haurem de tenir present: que les pituitàries "es cansen", es a dir, que resten sensibilitzades si capten olors diferents en un període de temps reduït; que no tothom té la mateixa capacitat de detectar olors; que a un fumador li costarà molt més distinguir olors que a un no fumador; i no parlem d'una persona refredada.

Necessitarem essències diferents que es poden trobar en comerços o farmàcies i fins i tot en el mateix laboratori del centre.

Essència de llimona	botigues de comestibles
Essència d'eucaliptus	farmàcia
Essència de maduixa	botigues de comestibles
Essència de mandarina	centre de recursos
Acid sulfidric	laboratori de química
Amoniac	laboratori de química
Creosota de haya	laboratori de biologia
Aigua destil.lada	laboratori de química

Posarem unes gotes de cadascuna de les substàncies en un tub d'assaig, procuran que no es notin diferències entre cada tub. Si notesim alguna diferència podríem tenyir amb algun colorant inodor, per tal que el que ha d'olorar no es crei una opinió de bell antuvi. Per descomptat taparem amb cotofluix cada tub.

Intercalarem tubs d'aigua destil.lada per desorientar un xic a l'olorador i per comprovar que les pituitàries queden sensibilitzades després de cada olorada.

Posarem la bateria de tubs d'assaig previament numerats en una gradeta i l'olorador anirà destapant cada tub, l'olorarà, i el tornarà a tapar immediatament. Després de cada olorada, anirà apuntant en una fitxa que previament s'haurà lliurat el resultat que es cregui correcte.

S'acaba la pràctica fent una posta en comú a la pissarra de totes les dades obtingudes pels diferents oloradors i valorant les dificultats que haguin tingut.

Tot seguit donem una relació de l'ordre en que es podrien posar els tubs

Eucaliptus  
Aigua destil.lada  
Llimona



Caldes de Montbui, a 7 de Desembre de 1.988

INSTITUT DE BATXILLERAT "MANOLO HUGUÉ"

Seminari de Ciències Naturals

Caldes de Montbui - Barna

D'acord amb la vostra petició de proporcionar-vos informació sobre temes relacionats amb l'ús de l'aigua a Caldes de Montbui, ens plau adjuntar-vos la documentació sol·licitada:

- Consums d'aigua des de l'Octubre de 1.985, fins l'Octubre de l'any 1.988.
- Captacions d'aigua.
- Tractament previ i posterior de les aigües.
- Xarxa de distribució de l'aigua.
- Tipus de controls sanitaris i freqüències.
- Usos.
- Estudi de la Diputació de Barcelona sobre la qualitat de les aigües en l'embassament.

Aprofitant l'avinentesa us saludem molt atentament.

GESTIÓ MUNICIPAL DE SERVEIS, S.A.  
El Gerent

p.p.



XARXA CALDES DE MONTBUI

Otras determinaciones:

Aluminio.....	0,90	mg Al/l
Antimonio.....	Negativo o inferior a 0,005	mg Sb/l
Arsénico.....	Negativo o inferior a 0,03	mg As/l
Cadmio.....	Negativo o inferior a 0,005	mg Cd/l
Cinc.....	0,03	mg Zn/l
Cobre.....	Negativo o inferior a 0,01	mg Cu/l
Cromo hexavalente.....	Negativo o inferior a 0,02	mg Cr/l
Mercurio.....	Negativo o inferior a 0,001	mg Hg/l
Níquel.....	Negativo o inferior a 0,02	mg Ni/l
Plomo.....	Negativo o inferior a 0,05	mg Pb/l
Selenio.....	Negativo o inferior a 0,005	mg Se/l
Fosfatos.....	Negativo o inferior a 0,5	mg P/l
Cianuros.....	Negativo o inferior a 0,01	mg CN/l
Fenoles.....	Negativo o inferior a 0,001	mg Fenol/l
Agentes tensioactivos aniónicos...	Negativo o inferior a 0,2	mg/l
Sulfuro de hidrógeno.....	Negativo o inferior a 0,05	mg SH <sub>2</sub> /l

Barcelona, 15 de julio de 1988 i.m.

El Técnico

*M. C. Pastor*  
M. C. Pastor

LABORATORIO DE ANALISIS  
DR. OLIVER RODÉS

OLIVER RODÉS S.A.  
Farmacéutica Exterior



**2. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

Ref. O. 31.136

XARXA CALDES DE MONTBUI

**Características generales**

Aspecto	<u>Límpido</u>	
Turbidez	<u>0,8</u>	U. N. F.
Color	<u>&lt;1,-</u>	mg Pt/l.
pH	<u>8,30</u>	
Conductividad a 20 °C	<u>747,0</u>	microS.cm <sup>-1</sup>
Residuo por cálculo	<u>492,0</u>	mg/l.
Anhidrido carbónico libre	<u>&lt;0,5</u>	mg CO <sub>2</sub> /l.
Alcalinidad (T. A.)	<u>0,0</u>	mg CO <sub>3</sub> Ca/l.
Alcalinidad (T. A. C.)	<u>250,0</u>	mg CO <sub>3</sub> Ca/l.
Dureza total	<u>358,0</u>	mg CO <sub>3</sub> Ca/l. (35,8 °F)
Sílice	<u>3,7</u>	mg SiO <sub>2</sub> /l.
Oxidabilidad (MnO <sub>4</sub> K)	<u>3,36</u>	mg O <sub>2</sub> /l.

**Determinaciones especiales**

Oxígeno disuelto	<u>7,5</u>	mg O <sub>2</sub> /l.
Litio	<u>/</u>	mg Li/l.
Boro	<u>/</u>	mg B/l.

Aniones			Cationes		
	mg/l.	meq/l.		mg/l.	meq/l.
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H)	<u>305,0</u>	<u>4,99</u>	Calcio (Ca)	<u>80,2</u>	<u>4,00</u>
Carbonatos (CO <sub>3</sub> )	<u>0,0</u>	<u>0,00</u>	Magnesio (Mg)	<u>38,4</u>	<u>3,16</u>
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	<u>86,4</u>	<u>1,80</u>	Sodio (Na)	<u>45,2</u>	<u>1,97</u>
Cloruros (Cl)	<u>76,6</u>	<u>2,16</u>	Potasio (K)	<u>6,0</u>	<u>0,15</u>
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	<u>2,7</u>	<u>0,04</u>	Hierro (Fe)	Neg o <u>&lt;0,03</u>	<u>0,00</u>
Fluoruros (F)	<u>0,3</u>	<u>0,01</u>	Manganeso (Mn)	Neg o <u>&lt;0,02</u>	<u>0,00</u>
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	Neg o <u>&lt;0,02</u>	<u>0,00</u>	Amoniaco (NH <sub>4</sub> )	Neg o <u>&lt;0,02</u>	<u>0,00</u>
	<u>Suma</u>	<u>9,00</u>		<u>Suma</u>	<u>9,28</u>

**Conclusión:**

Agua de mineralización media. Dura.  
 Componentes mayoritarios: Bicarbonatos, calcio y magnesio.  
 En menor proporción: Sulfatos, cloruros y sodio.  
 Componentes minoritarios: Sílice, nitratos y potasio.  
 En muy pequeña proporción: Flúor, aluminio, fosfatos y cinc.  
**POTABLE**, químicamente considerada.  
 Apta para el consumo humano, usos domésticos y otros usos en general,  
 desde el punto de vista químico.

El Técnico.

*M. C. Pastor*  
 M. C. Pastor

Barcelona, 15 de julio de 1988

i.m.

*B. Oliver-Rodés*  
 B. OLIVER-RODÉS  
 Farmacéutico Director

## LABORATORIO DE ANALISIS M.S. RUANO

Sabadell, 41 - Telef. 865 05 66  
CALDES DE MONTBUI  
(Barcelona)

Dictamen n.º 8064

## ANÁLISIS DE AGUA

Tipo "mínimo", solicitado por: Ajuntament de Caldes de Montbui.  
Muestra tomada el día 8-Setembre-1988 lugar Xarxa Municipal  
Recipiente Estéril.

ANÁLISIS QUÍMICO

## 1 - Caracteres organolépticos aparentes

Olor	<u>No se aprecia.</u>	
Sabor	<u>"</u>	
Color	<u>"</u>	
Turbidez	<u>"</u>	U. N. F.

## 2 - Caracteres Físico-Químicos

pH	<u>8,1</u>	
Conductividad 25°C	<u>1149</u>	micro S. cm <sup>-1</sup>
Amoniaco	<u>0,00</u>	mg NH <sub>4</sub> /l.
Nitritos	<u>0,00</u>	mg NO <sub>2</sub> /l.
Nitratos	<u></u>	mg NO <sub>3</sub> /l.
Oxidabilidad (MnO <sub>4</sub> K)	<u></u>	mg O <sub>2</sub> /l.
Cloro residual	<u>1,5</u>	mg Cl <sub>2</sub> /l.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

## Investigaciones practicadas

I.— Bacterias aerobias a 37°C	<u></u>	en 1 ml. ✓
II.— Coliformes totales	<u>4 a 3</u>	en 100 ml.
III.— Coliformes fecales	<u>4 a 3</u>	en 100 ml.
IV.— Streptococos fecales	<u></u>	en 100 ml.
V.— Clostridios sulfito-reductores (esporas)	<u></u>	en 20 ml.
VI.— Elementos formes apreciables a simple vista	<u>No se aprecian.</u>	

Calificación del agua Bacteriológicamente potable.  
Caldes de Montbui, 13 de Setembre de 1988

# LABORATORIO DE ANALISIS M.S. RUANO

Sabadell, 41 - Teléf. 865 05 66  
CALDES DE MONTBUI  
(Barcelona)

Dictamen n.º 8136

## ANÁLISIS DE AGUA

Tipo "mínimo", solicitado por: Ayuntamiento de Caldes de Montbui  
Muestra tomada el día 29-Septiembre-1988 lugar Xarxa Municipal  
Recipiente "Estérril"

### ANÁLISIS QUÍMICO

#### 1 - Caracteres organolépticos aparentes

Olor	<u>No se aprecia</u>	
Sabor	<u>No se aprecia</u>	
Color	<u>No se aprecia</u>	
Turbidez	<u>No se aprecia</u>	U. N. F.

#### 2 - Caracteres Físico-Químicos

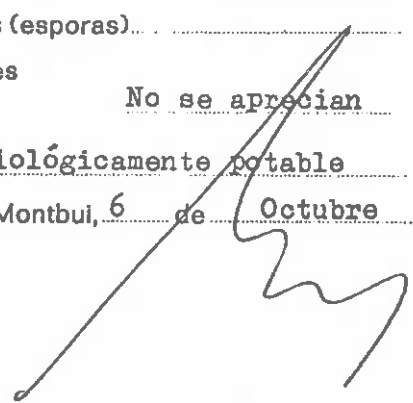
pH	<u>8,5</u>	
Conductividad 25°C	<u>1144</u>	microS. cm <sup>-1</sup>
Amoniaco	<u>0,00</u>	mg NH <sub>4</sub> /l.
Nitritos	<u>0,00</u>	mg NO <sub>2</sub> /l.
Nitratos		mg NO <sub>3</sub> /l.
Oxidabilidad (MnO <sub>4</sub> K)		mg O <sub>2</sub> /l.
Cloro residual	<u>1,5</u>	mg Cl <sub>2</sub> /l.

### ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

#### Investigaciones practlcadas

I.— Bacterias aerobias a 37°C		en 1 ml.
II.— Coliformes totales	<u>≤ a 3</u>	en 100 ml.
III.— Coliformes fecales	<u>≤ a 3</u>	en 100 ml.
IV.— Estreptococos fecales		en 100 ml.
V.— Clostridios sulfito-reductores (esporas)		en 20 ml.
VI.— Elementos formes apreciables a simple vista	<u>No se aprecian</u>	

Calificación del agua Bacteriológicamente potable  
Caldes de Montbui, 6 de Octubre de 1988





## PERIODICITAT DE LES ANÀLISIS

Segons la normativa oficial vigent són els següents:

TIPUS MÍNIM NORMAL	:	Cada 15 dies.
TIPUS MIG	:	2 vegades l'any.
COMPLET	:	1 vegada l'any.



## PROCÉS DE TRACTAMENT DE L'AIGUA

---

A.- Pre-Cloració

B.- Decantador:

- Injecció de Sulfat d'Alumina i  
de Polielectrolit.

C.- Filtres de Sorra

D.- Cloració Final

CAPTACIÓ DE LA PRESA - PUJADA D'AIGUA AL LIAC

=====  
M3 D'AIGUA  
=====

MES	ANY 1.985	ANY 1.986	ANY 1.987	ANY 1.988
GENER		35.764	59.200	71.790
FEBRER		161.180	137.040	61.580
MARÇ		141.460	60.100	71.420
ABRIL		71.910	44.880	73.900
MAIG		80.540	72.310	76.170
JUNY		40.960	39.730	75.640
JULIOL		9.830	9.360	58.840
AGOST		0	22.680	9.260
SEPTEMBRE		77.600	7.500	520
OCTUBRE	± 44.000	64.620	144.720	46.510
NOVEMBRE	52.290	44.430	165.660	
DESEMBRE	44.000	56.120	77.090	
		<u>714.414</u>	<u>840.270</u>	

M3 D 'AIGUA ENVIATS A LA XARXA (Llac, Remei, Borda)

MES	ANY 1.985		ANY 1.986		ANY 1.987		ANY 1988	
	Mensual	Diari	Mensual	Diari	Mensual	Diari	Mensual	Diari
GENER			59857	1931	62919	2030	73280	2364
FEBRER			46080	1646	57114	2040	67323	2321
MARÇ			56760	1831	80817	2607	69213	2233
ABRIL			58725	1958	66551	2218	67500	2250
MAIG			82178	2651	80312	2591	68100	2197
JUNY			80286	2676	85957	2862	72700	2423
JULIOL			83816	2704	91344	2946	98700	3184
AGOST			79150	2553	76092	2455	87300	2816
SETEMBRE			76659	2555	97781	3259	96789	3226
OCTUBRE	72219	2330	66944	2233	68594	2213	83125	2771
NOVEMBRE	64149	2138	71498	2383	68265	2275		
DESEMBRE	62851	2027	66073	2131	75790	2445		
	199219	6495	828066	27252	911436	29941		
		(2165)		(2271)		(2495)		

-( ): Promig diari anual.



<u>USOS</u>	<u>MITJA ANUAL</u>
DOMÈSTICS	42%
INDUSTRIAL/AGRÍCOLA	27%
USOS PÚBLICS:	4%
Escoles	
Locals Municipals	
Entitas Esportives	
Museus	
Fonts	
REGS DE JARDINS	
I ARBRES	
PURGUES DE TUBERIA	27%
FUGUES	
PÈRDUES PER TRENCAMENTS ETC.	
	<u>100%</u>