

LA RIERA DE VALLVIDRERA

PREMI JOAN AULADELL 2010

PER A TREBALLS DE RECERCA DE BATXILLERAT¹

KIM BARBA FRANCKEN, LAIA BRUNA ESTRACH, ANA CORTIJOS BERNABEU i
AROLA MORERAS MARTÍ

RESUM

Primer Premi Joan Auladell per a treballs de recerca de batxillerat i de caire local. Les autores es plantegen investigar sobre un aspecte de la natura, proper a la seva localitat, i trien la riera de Vallvidrera. El treball consta de dues parts diferenciades. La primera consisteix en una aproximació bibliogràfica i la necessària formació per poder efectuar el treball de camp. Aquest darrer presenta l'originalitat d'haver efectuat personalment tots els mesuraments, de forma que les seves dades són inèdites. La metodologia consistí a dividir la riera en trams, els quals foren visitats els mesos de juliol i octubre. En cada una de les estacions d'observació establertes s'utilitzà el mateix protocol de recollida de dades in situ i de mostres per ser tractades al laboratori. La riera presenta la singularitat que, tot i trobar-se dins un parc natural, travessa diverses urbanitzacions i zones de lleure, amb tot el que això comporta quant a problemes de contaminació. La seva anàlisi tram per tram, també permet observar els processos naturals d'autodepuració.

RESUMEN

Primer Premio Joan Auladell para trabajos de investigación de bachillerato de ámbito local. Las autoras se plantean investigar sobre un aspecto de la naturaleza, cercano a su población, y escogen la riera de Vallvidrera. El trabajo consta de dos partes diferenciadas. La primera consiste en una aproximación bibliográfica y la necesaria formación para poder efectuar el trabajo de campo. Este presenta como originalidad haber efectuado personalmente todas las mediciones, de forma que sus datos son inéditos. La metodología consistió en dividir la riera en tramos, los cuales se visitaron en los meses de julio y octubre. En cada una de las estaciones de observación establecidas se utilizó el mismo protocolo de recogida de datos in situ y de muestras para ser tratadas en el laboratorio. La riera presenta la singularidad de que, a pesar de hallarse en un parque natural, atraviesa varias urbanizaciones y áreas de ocio, con todo lo que ello implica en cuanto a problemas de contaminación. Su análisis tramo por tramo también permite observar los procesos naturales de autodepuración.

SUMMARY

Joan Auladell First Prize for research at the local high school. The authors intend to investigate a part of nature, near their place, and choose the stream of Vallvidrera. The work consists of two parts. The first is a bibliographic approach and the necessary training to carry out field work. The originality of the paper is having personally collected all measurements, so their data are unpublished. The methodology was to delimit some sections on the stream which visited in July and October. The same protocol was used in each of the observation stations set for data collection and sampling site to be treated in the laboratory. Despite being in a natural park, the stream is unique because it goes across some developments and recreational areas, with all pollution problems that entails. His analysis section by section also allows us to observe the natural processes of self-purification.

CODIS, CÓDIGOS, CODES UNESCO: Geografia física 2505.07, Hidrobiologia 2508.05, Hidrografia 2508.06, Hidrografia 550501

El món és un lloc perillós. No per causa dels qui fan el mal, sinó d'aquells que no fan res per evitar-ho.
Albert Einstein

AGRAÏMENTS

Aquest treball de recerca no s'hauria pogut realitzar sense l'ajuda d'un seguit de persones a les quals hem d'agrair el seu esforç perquè les coses ens fossin més fàcils.

Primerament, gràcies a tota la gent del Projecte Rius, que ens ha proporcionat informació i, en especial, al David Campos, l'Andrea i el Ventura per tota la paciència que han tingut amb nosaltres a l'hora d'explicar-nos les bases de la nostra futura tasca de camp. Semblantment, a l'Ajuntament i al CEPA de Molins de Rei i a l'oficina d'informació del Parc de Collserola, ubicada a Can Coll.

A la Marta i el José Antonio de la consergeria i al personal de neteja de l'institut Angeleta Ferrer, per tenir la paciència de netejar el laboratori després del nostre pas i deixar que l'utilitzéssim, en repetides ocasions, mentre treballaven.

Al Sergi Artigas Ruf, per tantes hores ajudant-nos amb el reportatge fotogràfic. A la Marina Guerrero, per ajudar-nos a fer les galetes dels CD. Al Joan Artigas i el Pere, per la seva col·laboració i gran ajuda amb els càlculs de la DQO, que finalment van sortir. A l'Albert Garriga, per proporcionar-nos un llibre que ens ha estat de gran ajuda.

També a les nostres famílies, perquè la seva col·laboració i suport en tot moment han estat bàsics per seguir endavant en els moments més complicats. Gràcies pels berenars, esmorzars, dinars, sopars i les vegades que ens heu acompanyat allà on fes falta. A l'Elisabeth, pels tes, les pastes i la paciència. Al Mica, per prestar-nos la galeria per deixar-hi l'herbari i ajudar-nos en la recerca de llibres. Al Joaquim C., per l'ajuda amb els mapes, i a la Basi per donar-nos bons berenars. Al Joaquim B. i a l'Anna Maria, per

acompanyar-nos tants cops a la riera i portar-nos amunt i avall. Al Nil, per deixar-nos moltes tardes el seu magnífic ordinador vermell. A la Griselda i a l'Ignasi, per donar-nos de sopar i de berenar i acompanyar-nos en hores intempestives a casa.

I per descomptat, a la nostra tutora, la Pepa Ruf, per ajudar-nos a descobrir aquesta part de la biologia i la geologia i a endinsar-nos dins el món apassionant de la natura. Gràcies pels consells, les hores que ens ha arribat a dedicar i les ganes que hi ha posat.

Moltes gràcies a tots; sense vosaltres, aquest treball no hauria estat possible!

I JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL. HIPÒTESIS I OBJECTIUS

A principis del curs 2008 ja teníem pensat que volíem fer un treball de recerca de tipus experimental relacionat de manera directa amb la natura. Un dia, mentre l'Arola endreçava una sala de l'escola d'excursionisme, va trobar un fulletó sobre la riera de Vallvidrera. Va ser aleshores quan se li va ocórrer que aquest podria ser un bon tema. Amb la idea de fer el treball juntes, va parlar-ne amb la Kim i cercaren possibles tutors i finalment en parlaren amb la Pepa Ruf. Ella s'encarregava del manteniment de l'aquari del laboratori de biologia i estava interessada a dirigir un estudi sobre els ecosistemes aquàtics, relacionant-los amb l'aquari. En plantejar-li el tema de la riera de Vallvidrera, va pensar que es podia establir una connexió entre tots dos medis, la riera i l'aquari. Si ens comprometíem a encarregar-nos del manteniment de l'aquari, havíem d'aprendre a determinar un seguit de paràmetres fisicoquímics que ens servirien posteriorment per a l'estudi de la riera. Com que aquesta recerca comportava moltes hores de treball de camp, ens suggerí que forméssim

un equip de quatre persones. Després de parlar-ho amb diversos companys, l'Anna i la Laia van entrar a formar part del grup.

Era molt important l'experiència de l'Anna en el manteniment de l'aquari, ja que se n'havia encarregat juntament amb dos companys més durant els dos anys anteriors. Tot i que ràpidament hi vam començar a treballar, aquesta era una tasca que ens havia de servir d'aprenentatge i el tema definitiu no es va concretar fins al cap d'un temps. No tancàvem portes a res i estàvem obertes a propostes diverses. Després d'haver buscat informació i reunir-nos amb la gent del Projecte Rius, començarem a fer les sortides formatives per acabar de definir la direcció que el treball prendria.

Finalment, el tema escollit va ser la riera de Vallvidrera, que ja havia estat objecte d'estudi en els darrers anys per part de diverses institucions i sobre la qual s'havia iniciat recentment un pla d'intervenció, ja que és el curs d'aigua més important de la serra de Collserola. Ens interessava molt aquest medi tan proper a nosaltres i, a la vegada, tan desconegut. A més, ens intrigava el seu estat de conservació i l'efecte que hi ha tingut l'activitat humana al llarg de la història. Collserola, tal com la coneixem actualment, és un ecosistema que reflecteix la interacció constant entre l'home i la natura. El nostre interès s'incrementà en pensar en el valor que tenen els ecosistemes aquàtics i el privilegi que suposa viure tan a prop d'una font tan important de vida i de bellesa com és l'actual parc natural.

La riera de Vallvidrera és l'únic curs permanent d'aigua de la serra. Això li proporciona un innegable valor ecològic i fa especialment interessant conèixer a fons el seu estat de conservació. Partint d'aquesta consideració, formularem les hipòtesis següents:

1. Collserola es troba enmig d'una zona de Catalunya molt humanitzada. Al vessant sud es troba la ciutat de Barcelona i al nord la depressió del Vallés Occidental. Dins la mateixa serra també hi ha importants nuclis de població com ara Vallvidrera, les Planes o la Floresta. Per tant, és d'esperar que la contaminació antròpica de la riera sigui considerable.
2. Tant la proximitat a la riera de polígons industrials com l'activitat agrícola i els espais de lleure poden estar exercint una pressió considerable sobre el medi ambient.
3. La fauna i la flora que viuen dins i a prop de la riera es veuen afectades pel seu context. En els trams més contaminats hi haurà menys abundància i varietat d'espècies.
4. La riera, malgrat ser considerada l'únic curs permanent d'aigua de Collserola, pot tenir

moments en què s'assequi a causa de l'escassetat de pluges i la captació d'aigua per a ús propi per part dels veïns. Això afecta la fauna i flora.

5. La presència d'una depuradora en el curs de la riera pot alterar l'equilibri biològic. Les rieres mediterrànies a l'estiu resten seques; s'alimenten de l'aigua torrencial de les pluges i es creen gorgs on es fa vida. Aquestes llacunes faciliten la reproducció de les espècies. La depuradora, per tant, podria interferir en aquest cicle natural.
6. No sabem si hi ha cap canalització que connecti el pantà i les aigües de la riera.
7. La presència de purins provoca l'augment de nitrats i la putrefacció de les aigües a causa d'un procés d'eutrofització. L'activitat agrícola i la contaminació urbana podrien provocar l'eutrofització, amb la consegüent pèrdua de la vida.
8. El bosc de ribera interacciona amb el curs d'aigua. Per tant, és d'esperar que en el nostre cas també trobem importants alteracions d'aquest bosc. La seva restauració podria contribuir molt positivament a l'absorció de l'excés de nutrients en zones eutrofitzades.
9. La introducció d'espècies al·lòctones pot fer perillar les autòctones. Aquestes espècies invasores poden actuar com a depredadors o competidors.
10. La manca de control i d'infraestructures de sanejament suficients pot fer que hi hagi possibles abocaments il·legals.

És urgent que Collserola sigui declarada parc natural per garantir la conservació del medi natural² Malgrat la teòrica protecció dels plans urbanístics vigents, s'hi ha permès i tolerat la construcció d'urbanitzacions, vies de comunicació, etc. S'imposa, doncs, la necessitat d'intervenir-hi com més aviat millor. Els espais naturals adquireixen molta més importància quan es troben a prop dels grans nuclis urbans, perquè suposen una injecció d'oxigen enmig de la contaminació i, alhora, esdevenen zones de lleure, imprescindibles per gaudir de la natura. Sota l'aixopluc de les lleis que en el futur han de regir aquest parc, esperem que la riera de Vallvidrera, com a part fonamental de Collserola, pugui recuperar poc a poc el seu equilibri biològic.

El treball, doncs, se centra en un estudi sobre l'estat de la riera, amb una sèrie d'objectius inicials:

1. Estudiar la situació de l'ecosistema de la riera. El treball en l'aquari ha de servir per aprendre a mesurar certs paràmetres relacionats amb la qualitat de l'aigua.
2. Analitzar aspectes específics sobre l'estat del riu: el pH, la temperatura, la duresa, els nitrats, la transparència de l'aigua, el nivell de l'aigua, l'amplada del corrent i altres de significatius.

3. Determinar si a la riera i les seves vores dominen les espècies autòctones o les estrangeres introduïdes.
4. Fer un doble mostreig, amb una separació temporal significativa, que reflectís els diferents nivells d'aigua de la riera depenent de l'època de l'any.
5. Valorar l'estat de la riera i conèixer el seu grau de contaminació. Saber si en alguns trams la riera es troba més contaminada que en d'altres, trams d'autodepuració, etc.
6. Conèixer els projectes o les activitats que es fan o s'han fet a la riera per tal de millorar-ne l'estat.
7. Enquestar un seguit de persones que tinguessin alguna relació directa amb la riera (veïns de les urbanitzacions properes, membres d'associacions que treballin en el tema de l'estat dels rius, etc.).
8. Valorar si la presència d'una depuradora en el curs de la riera pot alterar l'equilibri biològic.

2 APROXIMACIÓ BIBLIOGRÀFICA A LA RIERA DE VALLVIDRERA

2.1 Situació geogràfica

El curs de la riera de Vallvidrera es desenvolupa, quasi en la seva totalitat, dins de la serra de Collserola i només el tram final recorre la plana del Baix Llobregat. Les seves característiques geomorfològiques, climatològiques i de fauna i flora, doncs, són les de la serra en els seus vessants nord i oest.

El massís de Collserola, de 17 km de llargària i 6 km d'amplada, limita al nord amb la depressió del Vallès, a l'est amb la vall del Besòs, al sud amb el pla de Barcelona i a l'oest ho fa amb la plana del Llobregat. Collserola és una veritable illa verda de més de 8.000 ha situada entre els rius Besòs i Llobregat, enmig d'una de les àrees urbanes humanament més denses de la ribera mediterrània.

La proximitat de les ciutats de Barcelona, Sant Cugat i Molins de Rei ha convertit la riera de Vallvidrera en un ecosistema forestal molt afectat per la incidència humana. Al llarg del seu curs es troben les zones urbanes de Vallvidrera, les Planes, la Floresta, la Rierada, Sant Bartomeu i el Terral, totes elles amb influència directa sobre la riera. La indústria únicament es localitza al tram final, on l'orografia del terreny, molt més pla, ho permet.

2.2 Climatologia

La proximitat de la serra de Collserola al mar fa que el clima sigui molt suau, amb una tempera-

tura mitjana anual de 15°. A l'estiu puja fins als 21° i a l'hivern baixa als 5°. L'oscil·lació entre el dia i la nit és petita. L'estructura de la serra, amb les seves valls d'orientació diversa, determina que existeixin raconades amb microclimes específics. La pluviometria es xifra entorn dels 600 l/m² anuals, amb dèficit hídric durant el mes de juliol. La natura poc porosa del sòl no permet la formació de grans aqüífers subterranis, i els cursos fluvials pateixen estiatge i fins i tot s'arriben a assecar alguns dels seus trams.

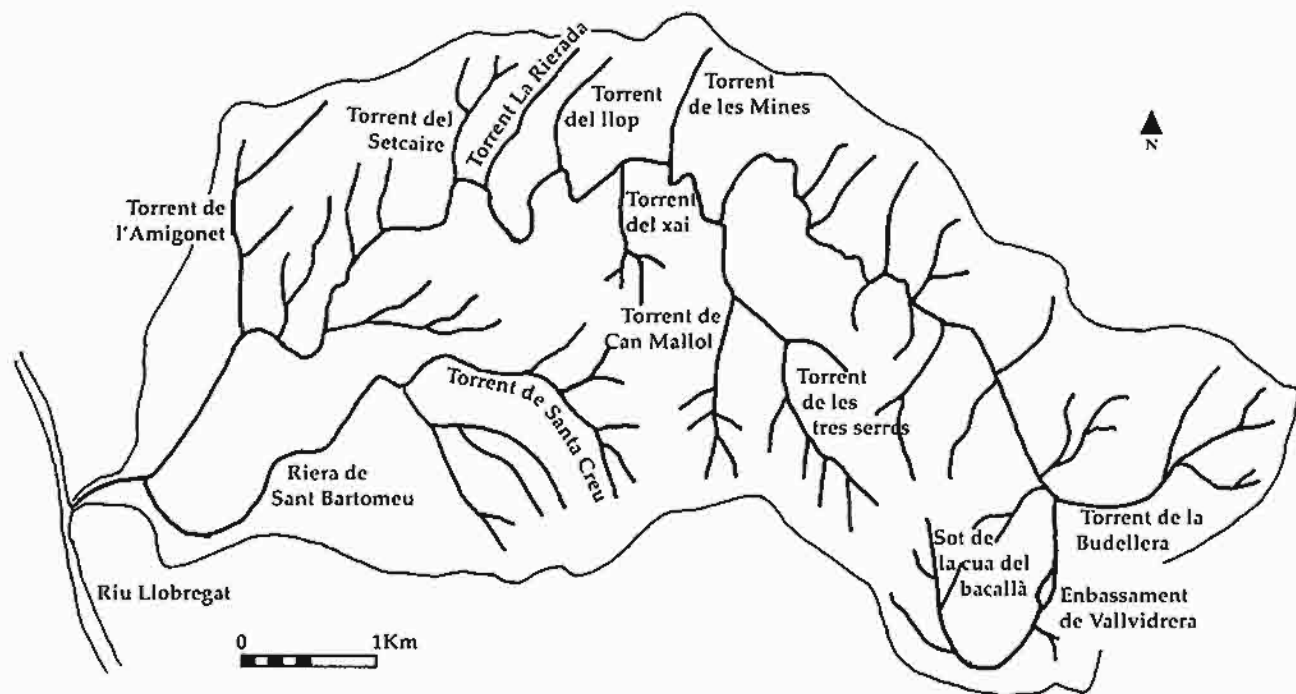
La persistència de les inversions tèrmiques caracteritza els sectors vallesans durant el període hivernal (desembre i gener), quan l'estabilitat atmosfèrica és elevada i en conseqüència la renovació de l'aire i el transport de calor cap a les capes inferiors de l'aire es veuen limitades. Les temperatures mínimes es tornen més rigoroses i en els ambients amb humitat elevada, particularment al fons de les valls, rieres i torrents, la formació de boirines és freqüent.

La inversió tèrmica dificulta la dispersió atmosfèrica dels contaminants emesos pels nuclis urbans, industrials i les vies de comunicació automobilística, amb el conseqüent risc ambiental per als sistemes naturals exposats a aquest fenomen. La manca de dispersió dels contaminants pot provocar un augment significatiu de les concentracions dels òxids de nitrogen, hidrocarburs i partícules carbonades al llarg de la vall de la riera de Vallvidrera, on les condicions d'inversió tèrmica són freqüents a l'hivern.

2.3 Geologia

La serra està formada essencialment per roques sedimentàries de l'edat paleozoica que, en sofrir una intrusió de *magma igni*, es transformaren en roques metamòrfiques, sobretot en fil·lites, més dures, i pissarres, més toves, en funció de la distància al nucli de calor. El conjunt patí els efectes de l'orogènia herciniana, plegant-se i trencant-se, alhora que es produïa una primera metamorfosi de baixa intensitat. Posteriorment hi hagué una segona intrusió amb la formació de dics de pòrfir a les fractures. En l'orogènia alpina es generà un aixecament del conjunt i falles diverses. En l'etapa de distensió neògena restà submergit i els sediments dipositats es convertiren en les roques calcàries que dominen alguns turons, com a Santa Creu d'Olorda. Emergida la serra en el quaternari, l'acció erosiva l'ha anat modelant fins a donar-li l'aspecte actual.

L'estructura tectònica i la naturalesa rocosa del sòl afecten el patró de la xarxa de drenatges de la serra. Les valls són força encaixades, sense grans alçades dels vessants, de manera que les incisions secundàries de desguàs són simples, força rectilínies i



Esquema de la conca de la Riera de Vallvidrera

poc ramificades, mentre que el curs principal que les recull té un traçat molt més tortuós. Els pendents són més abruptes al sud, al vessant de Barcelona, i molt més suaus per la banda del Vallès. En aquesta darrera es desenvolupen els dos grans cursos d'aigua de la serra: la riera de Sant Cugat, que tributa al riu Besòs, i la riera de Vallvidrera, que s'adreça al Llobregat. Aquesta darrera és la que posseeix un recorregut més extens dins l'àmbit del parc de Collserola.

Genèricament es diu que el curs de la riera de Vallvidrera discorre sobre pissarres, tot i que en les seves parts altes també es troben les fil·lites pigallades i els pòrfirs, a la banda de la Budellera. A l'alçada de Can Balasc, la llera canvia de direcció de sobte i la vall s'obre àmpliament cap a ponent aprofitant una fractura estructural. En aquesta part del seu curs mitjà, l'aigua s'obre pas temporalment sobre una franja de sediments quaternaris, per retornar, més endavant, a les pissarres. En el tram final talla les terrasses al·luvials del riu Llobregat.³

2.4 Morfologia de la conca

La riera pròpiament dita popularment es considera que es forma per la confluència de dos torrents: el del sot de la Cua del Bacallà, que alimenta el pantà de Vallvidrera, i el de la Budellera. El primer neix sota els turons de Can Castellví (467 m) i de Can Pasqual (463 m), mentre que el segon ho fa sota el cim del Tibidabo (515 m) i el coll de la Vinassa (463 m). El seu desnivell total és d'uns 420 m i el recorregut del curs principal assoleix els 12 km de longitud,

passant pels municipis de Barcelona, Sant Cugat del Vallès i Molins de Rei, on finalment desemboca al marge esquerre del riu Llobregat (22 m). La conca ocupa una superfície de 25,2 km², i, en el seu recorregut, té l'aportació de diversos torrents; per la dreta: el que baixa del Coll d'en Gravat; el de la Mata, que serveix de partió dels termes de Sant Cugat i Barcelona; el del Bosc Gran, els de Can Borrull i Can Bosquets; els de Roquetes, Vallpineda, del Llop, de la Rierada, del Secataire i el de l'Aminogot. Per la banda esquerra, els torrents d'en Castellví, de les Tres Serres, de Can Mallol, del Xai, Fondo i altres menors. De tots ells, únicament els dos primers i el de les Tres Serres porten aigua d'una manera estable. La resta funciona com a xarxa de drenatge de les pluges.

La irregularitat de les precipitacions, les reduïdes conques de recepció i les fortes sequeres estivals condicionen una xarxa hidrogràfica de règim torrencial amb grans variacions estacionals. Malgrat això, la densitat de la coberta forestal dels vessants vallesans i l'intens fraccionament del substrat afavoreixen inicialment la retenció de les precipitacions en el sòl. El seu corrent, retardat en els trams inferiors dels torrents més importants, també n'afavoreix la retenció. L'existència d'un nombre elevat de fonts a la muntanya és una expressió significativa de la capacitat de regulació del cicle hídric dels torrents. El cabal de la riera de Vallvidrera té, però, una component artificial, ja que el seu caràcter permanent es deu a les aportacions constants provinents de les aigües que hi aboca la depuradora i l'aigua de drenatge dels túnels de Vallvidrera.



Embassament de Vallvidrera. L'alzinar es reflexa en l'aigua

La qualitat de l'aigua d'aquests cursos superficials intermitents i de les seves filtracions subterrànies és molt dubtosa atès que els nombrosos nuclis d'urbanització dispersos per la muntanya no disposen en la seva totalitat de xarxes de sanejament ni d'equipaments de depuració i, per tant, el seu risc de contaminació és elevat.

2.4.1 L'embassament de Vallvidrera

La riera de Vallvidrera compta amb un petit embassament situat en un dels torrents de la capçalera, el de la Cua del Bacallà, dins el terme municipal de Barcelona. Aquest tipus d'obres hidràuliques, en termes generals, es construeixen mitjançant preses que retenen l'aigua amb diferents finalitats:

- Regular el cabal del riu o rierol, emmagatzemant l'aigua dels períodes humits per poder-la utilitzar durant els més secs, sigui per al rec o per a ús domèstic.
- Esmorteir les crescudes del riu.
- Crear una reserva i una diferència de nivell per generar energia elèctrica.
- Crear espais de lleure i per als esports aquàtics.

En el cas estudiat, el seu propòsit concret era el proveïment d'aigua potable de la vila de Sarrià, aprofitant l'aigua de la serra de Collserola.

El projecte de l'embassament data de 1850 i el seu autor fou Elies Rogent, llavors un jove arquitecte que anys més tard serà el primer director de l'Escola d'Arquitectura de Barcelona. La seva singularitat rau en el fet de ser una presa d'arc de gravetat que està construïda amb maons. Les dimensions en la coronació són 50 metres de longitud, 3 m d'amplada i 15 m d'alçada. El pantà pot arribar a embassar 18.000 m³ en una làmina d'aigua de 7.780 m² com a màxim. Per trasbalsar el líquid fins a Sarrià es construí un túnel de quasi un quilòmetre i mig, travessant la serra, dins el qual s'ubicà la canalització de transport, que permetia transvasar uns 400.000 litres diaris. Amb els anys anà envellint fins que fou abandonada. L'existència del túnel fou aprofitada en la dècada de 1940 per col·locar-hi una nova canonada d'aigua, aquesta vegada en sentit invers, vers Sant Cugat i Sabadell.

El 1908, l'entorn de l'embassament esdevingué una zona de lleure ciutadà amb un petit parc d'atraccions que va rebre el nom de Lake Valley. Per facilitar l'accés des de Barcelona, l'enginyer Carles Emili Montañés projectà un petit tren elèctric amb un ample de via de 60 cm que circulava pel túnel de transvasament, conegut com el "Mina Grott". El vehicle tenia capacitat per a 36 passatgers i el trajecte durava sis minuts. La seva vida activa fou curta, només d'un any, en el transcurs del qual circularen més de 30.000 viatgers.



La resclosa del Salt i les autores del treball

Posteriorment tornà a entrar en funcionament fins al 1916, sobretot transportant obrers i materials per a la construcció del túnel del Ferrocarril de Catalunya, que impulsà l'enginyer Frederick Pearson.

En deixar-se d'aprofitar l'aigua, el pantà perdé la seva utilitat original i s'abandonà progressivament. Alhora, els sediments arrossegats per l'aigua de pluja en feren disminuir la capacitat. Recentment, a inicis del segle XXI, el Consorci del Parc de Collserola n'ha realitzat una rehabilitació integral, procurant afavorir la vida de les espècies autòctones i eliminant la competència de les exòtiques.

2.4.2 La resclosa del Salt

Una resclosa és una obra feta de manera transversal en el curs d'un riu per tal d'eleva el nivell de l'aigua i derivar el corrent fora del seu llit. Si la resclosa és molt petita s'anomena assut. A la riera de Vallvidrera trobem una sola resclosa, dita del Salt pel desnivell que ha de salvar l'aigua a continuació. Està situada prop de la masia de Can Campderrós, al terme municipal de Molins de Rei. Quan la riera presenta una certa abundància d'aigua, el salt resulta espectacular, per dir-ho en paraules de Xavier Moret. Algunes persones aprofiten el gorg que hi ha a sota per banyar-se.

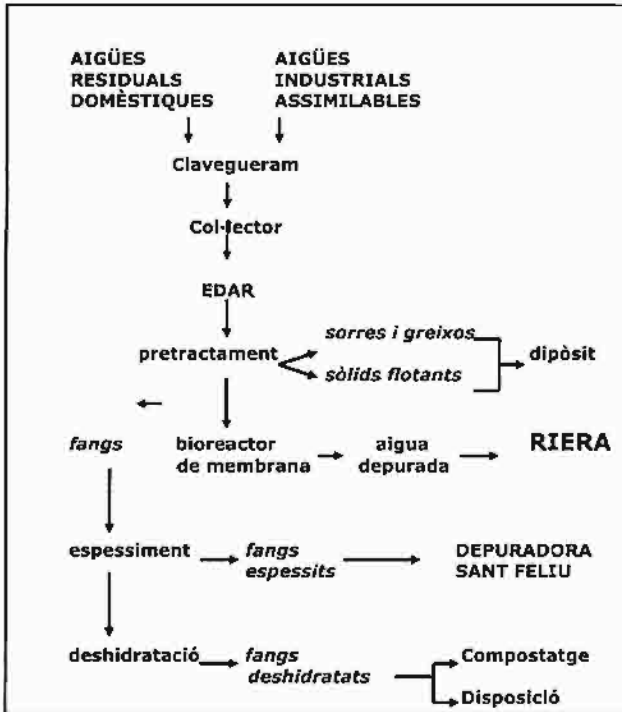
2.4.3 Depuradores

La part alta de la riera de Vallvidrera es troba afectada per la presència de diferents nuclis d'urbanització, els quals generen importants quantitats d'aigües residuals. Les xarxes de clavegueram les recullen i les condueixen vers les Planes, prop de l'estació del ferrocarril i al costat de la carretera, on existeix una estació depuradora (EDAR) per al tractament de les aigües brutes domèstiques i les industrials assimilables, així com les aigües pluvials urbanes que hi aporta el sistema de sanejament de Vallvidrera - les Planes. La seva finalitat és extreure la càrrega contaminant de l'aigua usada abans de tornar-la al medi o reutilitzar-la.

La depuradora, creada el 1971, té una capacitat equivalent per a 4.000 habitants, amb una capacitat d'evacuar, tractar i sanejar un màxim de 800 m³ d'aigües residuals per dia, amb un cost de funcionament anual de 100.000 euros. Aquesta aigua, un cop tractada, s'aboca a la riera de Vallvidrera d'acord amb els estàndards de qualitat marcats per la normativa vigent.

La depuradora va ser remodelada el 2008 a fi d'incorporar-hi una tecnologia de separació per membranes i el tractament terciari amb eliminació de nutrients, que redueix el risc d'eutrofització de la riera i la desaparició de la fauna associada. Les ope-

racions de la planta actualment són automatitzades i es controlen des de Sant Feliu de Llobregat.



2.5 Estat de conservació de la riera

Un dels darrers estudis que s'han fet a la riera ha estimat que els problemes principals del seu estat actual són els següents:

1. Alteracions morfològiques de les lleres i ribes fluvials: les més importants són les preses i rescloses que dificulten el pas de l'aigua i obturen la fluïdesa natural que hauria de tenir. En segon lloc hi ha les obres de reforma i canalització artificial de les lleres, ja que el seu arranament és important per a la composició del riu i l'equilibri de l'ecosistema interior.
2. Alteracions del règim dels cabals: les captacions d'aigua a la riera el fan disminuir i són la causa de les possibles intermitències.
3. Ocupació del sòl dels seus marges d'inundació, ni que sigui en trams puntuals, convertint-los en zones urbanitzables.
4. Fonts de contaminació puntuals: les aigües residuals domèstiques i assimilades procedents de xarxes de clavegueram són tractades a l'EDAR per biodegradar-les. Tanmateix, continuen existint àrees sense canonades de recollida que poden abocar directament a la riera i produir episodis puntuals o continuats de contaminació. És el cas del barri de Can Borrull. També a la part més baixa, prop de la seva desembocadura, es poden donar abocaments de procedència industrial no biodegradables.

5. Fonts de contaminació difoses: en el cas de la riera, la contaminació difosa és aquella que li arriba a través del sòl urbà (les Planes i la Rierada) i de les restes agrícoles de Can Bosquets i Can Rabella (de vegades causada per pous morts). Altres orígens són les vies de comunicació (autopistes i carreteres) i les dejeccions ramaderes causades bàsicament a la zona de Can Castellví.

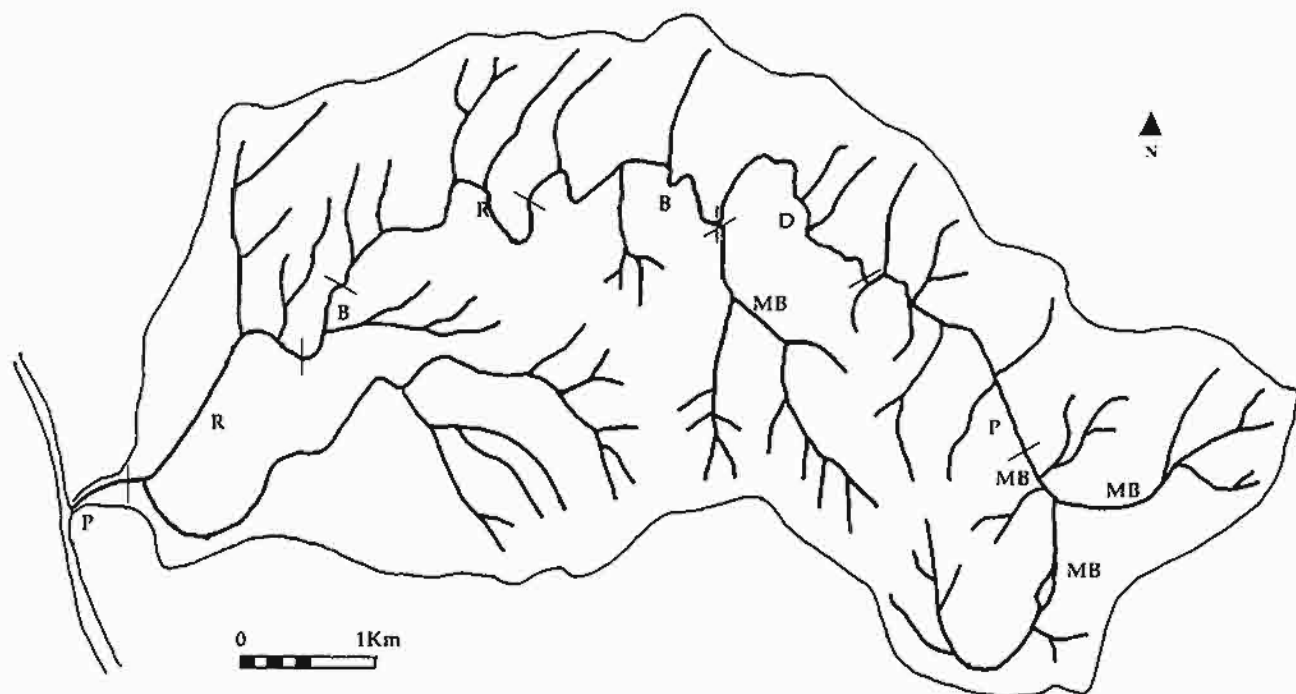
2.5.1 Trams de riera establerts en estudis precedents i la seva conservació

A l'efecte del present treball, considerem estudis previs sobre la riera els efectuats pel Projecte Rius, els quals la divideixen en diversos trams atenent el seu estat de conservació. La qualificació té cinc graus diferents que van des d'un nivell inferior de pèssim al d'estat natural o òptim, passant pels intermedis de dolent, regular i bo. Els trams establerts i la seva qualificació són els següents:

1. Turons de Can Pasqual i Can Castellví (vessant oest), Tibidabo (vessant est) – les Planes. Estat natural. Codi de color: blau.
2. Les Planes – Can Bosquets. Estat de conservació: pèssim. Codi de color: vermell.
3. Can Bosquets (a partir de la font del Bon Pastor) – torrent de les Tres Serres i torrent de Can Mallol. Estat natural. Codi de color: blau.
4. Can Bosquets – les Cases de Can Castellví. Estat de conservació bo. Codi de color: verd.
5. Les Cases de Can Castellví – Can Planes. Estat de conservació regular. Codi de color: groc.
6. Can Planes – Font del Ferro. Estat de conservació: bo. Codi de color: verd.
7. Font del Ferro – sortida de Molins de Rei. Estat de conservació: regular. Codi de color: groc.
8. Sortida de Molins de Rei – desembocadura. Estat de conservació: pèssim. Codi de color: vermell.

El projecte *Restauració de l'espai fluvial de la riera de Vallvidrera* crea cinc zones diferents d'intervenció que no es corresponen exactament amb les de l'estudi anterior:

- Zona 1_ les Planes – Can Borrull. Estat de conservació pèssim.
- Zona 2_ Can Borrull – Can Bosquets. Comprèn un tram d'aigües en estat pèssim que poc a poc millora i, cap al final, aigües en estat bo.
- Zona 3_ Can Bosquets – Can Madolell. Aigües en bon estat.
- Zona 4_ Can Madolell – Can Rabella. És un tram molt llarg, que canvia tres vegades d'estat de conservació: de bo a regular, de regular a bo (el qual només s'estén per una zona molt reduïda als voltants de Can Planes) i una altra vegada de bo a regular.



Esquema de conca i estat de conservació per trams

- Zona 5_ Can Rabella – riu Llobregat. Evoluciona d'estat regular a, finalment, pèssim.

2.6 Història

Per entendre la història de la riera de Vallvidrera, primer s'ha de conèixer la de Collserola i la implantació humana a la serra, ja que el paisatge actual és el resultat de la continuada interacció de la presència humana amb la natura que l'acull i l'envolta.

Els homes del paleolític inferior van ser els primers a tenir contacte amb la serra i deixar-hi petja. Des de llavors, neolítics, ibers, romans i medievals començaren a transformar-la talant arbres per crear-hi conreus i habitatges i construir-hi camins per travessar-la. Durant molts segles, els únics que tenien un contacte continuat amb la serra van ser els pagesos que en cultivaven les terres, ja sigui a l'interior (cas de la vall de Sant Medir o de la parròquia de Vallvidrera), o bé a les seves vores. Però també els que habitaven els pobles veïns l'havien de travessar per poder accedir a la ciutat de Barcelona o als diferents pobles que hi havia a la seva plana.

No va ser, però, fins a la segona meitat del segle XIX, arran de l'enderrocament de les muralles de Barcelona, quan la gent es va començar a apropar a la serra per començar a gaudir-la com a lloc de lleure. La carretera de Gràcia a Sant Cugat, iniciada el 1868 i completada el 1877, va permetre l'accés popular i possibilità una nova forma d'ocupació humana, l'oci i l'estiueig. A finals del segle XIX i principis del XX s'ex-

cutaren els projectes de funiculars, ferrocarrils i hotels amb l'objectiu de transformar la serra de Collserola en un gran espai de lleure i descans. Hi participaren famosos arquitectes del moment amb els seus dissenys de cases privades o d'equipaments per al públic. El nucli principal fou el cim de la serra, l'anomenat Tibidabo, on el 1899 el farmacèutic Salvador Andreu promou un parc d'atraccions inaugurat el 1901, juntament amb els mitjans col·lectius de transport per accedir-hi, el tramvia blau i el funicular. Una mica abans, el 1899, obria les portes el Gran Hotel de la Rabassada, on feia uns anys s'estava construint una zona d'estiueig per a la burgesia barcelonina. El 1911 s'ampliava amb el cèlebre Casino, projectat per l'arquitecte Andreu Audet, que igualment comptava amb un important parc d'atraccions annex. Va ser una obra faraònica que va comptar amb un pressupost de 2,5 milions de pessetes, insòlit a l'època; més de 300 convidats van assistir a la inauguració, i va esdevenir el símbol del luxe d'una ciutat en plena expansió econòmica, tot i que l'espai de joc va durar poc temps. Un petit tramvia anava des de la plaça de Lesseps fins al Casino, malgrat que la idea inicial era que continués vers la vila de Sant Cugat i més enllà. Durant els mateixos anys s'aprofiten realitzacions anteriors, com l'embassament de Vallvidrera, per convertir-les en àrees de lleure ciutadà ja descrites i començaren a funcionar els populars *merenderos* de les Planes, en el poc espai pla que hi ha al fons de la vall, al costat de la riera i les fonts existents: la Teula, la Manigua, etc.

El 1916 es va inaugurar el primer tren que connectava Barcelona amb el Vallès a través de



Casa del guarda del pantà de Vallvidrera



Estació de Les Planes

la serra. Creat per l'enginyer canadenc Frederick Stark Pearson i el català Carles Emili Montañés, el ferrocarril tingué un èxit immediat ja que, gràcies al túnel, per primer cop i amb seguretat no s'havia de creuar la serra pels tortuosos camins que travessaven la muntanya. En aquell primer moment el final de línia era justament l'estació de les Planes. El nou sistema de transport facilità l'accessibilitat popular a la zona, que amb la seva presència començava a causar un fort impacte en l'entorn natural i sobretot, amb els detritus deixats, en les aigües de la riera de Vallvidrera.

En acabar-se la guerra civil, el 1939, a Barcelona va haver-hi una manca molt gran d'aliments i combustible. Molts barcelonins pujaven a la serra de Collserola a buscar llenya. La massiva tala d'arbres que va patir especialment el vessant de Barcelona i una sèrie d'incendis reiterats van convertir el paisatge en una zona subdesèrtica. Per corregir-ho, es va dur a terme el projecte de repoblació forestal a càrrec de José Luis Vives, que va aconseguir plantar fins a 80,6 hectàrees de pins, xiprers, cedres i altres coníferes al llarg de tota la zona afectada. Aquest exemple de disseny i manipulació del paisatge mostra la gran influència que ha tingut l'activitat humana en el conjunt de Collserola. Les autoritats van entendre que calia definir els usos de la serra abans no fos

massa tard. El 1953, el Pla comarcal va ser el primer instrument a aplicar les qualificacions de parc forestal i zona de bosc com a mesura per garantir la preservació de les masses arbrades i contribuir a la conservació dels espais naturals de la serra. L'any 1959 es va elaborar el Pla provincial, que incloïa Collserola en l'anomenat Parc Natural del Tibidabo, sense que el nom impliqués una major protecció efectiva. Tot el contrari, en la dècada de 1960 es formaren noves urbanitzacions al seu interior, algunes de legals requalificant els terrenys, altres d'il·legals i encara unes terceres veritables zones de barraquisme espontani, tolerades per les autoritats davant la manca d'habitatge d'aquells anys.

L'arribada de les onades migratòries havia fet augmentar molt la població barcelonina i de les ciutats veïnes, que s'expandien vers la serra. Els plans de desenvolupament de la dècada de 1960 popularitzaren l'automòbil utilitari i molta gent començà a anar a viure a l'altra banda de la serra, cosa que augmentava la necessitat de creuar-la constantment per les carreteres interiors. La nova circumstància va fer replantejar a l'Ajuntament de Barcelona la necessitat de crear una via de comunicació més ràpida i fàcil. El 14 de febrer de 1967 es van iniciar els tràmits d'un projecte per connectar Barcelona amb el Vallès amb un conjunt de tres túnels per sota la

serra de Collserola: Horta, la Vall de Sant Medir i Vallvidrera. Es decidí començar pel darrer. La primera part de les obres es va dur a terme entre 1970 i 1975 en forma de dos túnels paral·lels, un d'anada i un altre de tornada, però l'obra es va paralitzar el març de 1976, amb la fi del franquisme. Quan es van tornar a activar, el 1988, es va resoldre utilitzar un sol túnel amb un carril per a cada direcció i un tercer central reversible segons les necessitats horàries. S'inaugurà el 1991. L'autopista que hi discorre minimitza l'impacte ambiental amb la construcció d'altres petits túnels per travessar els àmbits de la Floresta, Valldoreix i Mira-sol, evitant la formació de grans trinxeres.

El nou Pla General Metropolità de 1976 definí amb més precisió les zones potencialment urbanitzables de la serra i aquelles que calia preservar en funció dels seus valors ecològics. Tot i això, existí una erosió constant a les zones de vora fins que el 1987 es va elaborar el Pla especial d'ordenació i protecció del medi natural del parc de Collserola (PEPCO). Amb ell es volien aconseguir dos objectius clars: el primer consistia a conservar els recursos naturals i l'equilibri ecològic de la serra; el segon, desenvolupar un parc d'oci i lleure per als ciutadans de l'àrea metropolitana. S'estructura en quatre línies de planejament per intentar assolir-los:

1. Definició i classificació de les zones segons el seu ús i constitució: naturals, seminaturals i agrícoles. Cada una d'elles amb limitacions i determinacions en funció dels valors naturalístics.
2. Classificar els elements construïts i regular-ne els possibles usos: patrimoni artístic, edificacions tradicionals, dotacionals i restes arqueològiques.
3. Definició d'unes àrees singulars per al lleure passiu.
4. Classificació i jerarquització de la xarxa viària en funció de l'ús i el tipus de via.

Malauradament, l'11 d'agost de 1994 les flames van assolir 135 hectàrees de la vall de Vallvidrera, en un dels incendis més devastadors de la història actual de la serra. Aquell estiu va ser especialment calorós i altres punts de Catalunya també van sucumbir sota les flames. Collserola es va veure afectada per dos focs; el primer va començar al vessant de Barcelona i, quasi simultàniament, es va produir el segon, entre les Planes i la Floresta, en plena massa forestal, causat per una burilla llançada des d'un cotxe que circulava per l'autopista dels túnels de Vallvidrera. Des de la font de les Planes fins a Can Rectoret i Can Cortés, les flames van cremar tot el que van trobar pel camí. La gent que en aquell moment es trobava al Tibidabo, o a altres espais d'oci, va haver de ser evacuada per la carretera de les Aigües, on encara no havia arribat el foc.



L'embassament de Vallvidrera envoltat de vegetació

El desastre ecològic va ser molt important perquè, entre tots dos incendis, es van cremar 200 hectàrees de pi blanc, roures i alzines. Al marge de les pèrdues vegetals i faunístiques, n'hi va haver de materials ja que resultaren arrasats habitatges, un taller de ceràmica, magatzems i vehicles particulars. La intervenció dels mitjans aeris va ser determinant en la ràpida extinció del foc, malgrat que molts veïns voluntaris de la zona es van queixar de la manca d'organització de l'operatiu. D'aquesta nefasta experiència, en sortiren diversos grups voluntaris d'autoprotecció.

Actualment Collserola pateix la pressió urbanitzadora de tots els municipis del seu entorn, cosa que provoca el seu aïllament respecte a altres espais naturals com Sant Llorenç del Munt, el massís del Garraf-Ordal o la serralada de Marina. Alhora, l'espai interior de la serra també es troba molt fragmentat a causa de les nombroses urbanitzacions i carreteres que la travessen: la d'Horta a Cerdanyola, la de Gràcia a Sant Cugat, la de Sarrià a Sant Cugat, la de Vallvidrera a Molins de Rei, la pista asfaltada de la Floresta a Molins de Rei, l'autopista C-16 Barcelona-Manresa i el ferrocarril de la Generalitat de Catalunya. Continuen existint les previsions de construir-hi en el futur el vial de cornisa i els túnels d'Horta i de la vall de Sant Medir. No té res d'estrany, doncs, que els senglars envaeixin les zones urbanitzades en els seus desplaçaments. Per evitar una major expansió humana, diverses plataformes per a la defensa de Collserola porten anys demanant la declaració de parc natural. Tot i que molts crítics opinen que la categoria no s'ajusta a un àmbit geogràfic tan humanitzat i poc verge com és Collserola, el 19 d'octubre de 2010 el Govern de Catalunya declarà la serra de Collserola parc natural i la Generalitat s'integrava en el consorci que gestiona el parc.

Durant tota la seva història, la riera de Vallvidrera ha estat un exemple clar de les conseqüències de la implantació humana a la serra de Collserola. Tanmateix, cal distingir entre el que ha estat l'ocupació tradicional de les masies, que durant segles van mantenir un equilibri amb el seu entorn, i la que es produeix a partir del darrer quart del segle XIX, amb la construcció del pantà de Vallvidrera, al començament amb finalitats utilitàries, però que poc a poc evolucionaren vers la consecució d'àmbits de lleure ciutadà, d'estiueig i després de primera residència. A partir de la dècada de 1960, l'embassament pateix una situació d'abandonament en què la vegetació cobreix l'obra, alhora que els sediments feien disminuir notablement la seva capacitat. El Consorci del Parc en va promoure la restauració entre els anys 2005 i 2006, la qual va implicar una tasca molt delicada per salvaguardar les seves importants poblacions d'amfibis, ensems que es recuperava l'entorn perquè pogués ser gaudit per les persones. A la zona de les Planes continua existint l'impacte ambiental derivat de la presència dels *merenderos*, malgrat les obres de millora que s'hi han efectuat evitant els abocament directes. El 1971 l'Ajuntament de Barcelona va construir la depuradora en un espai residual entre la carretera i la via fèrria, a pocs metres d'aquesta zona de lleure. Recull i tracta les aigües brutes domèstiques i assimilables evitant que vagin directament a la riera. El 2008 va ser remodelada i modernitzada. L'Entitat del Medi Ambient de l'Àrea Metropolitana de Barcelona opina que "la qualitat de l'aigua supera clarament les condicions idònies ja que, atès l'ús lúdic de la zona, la qualitat de l'aigua retornada havia de ser màxima".

En el tram intermedi-baix, la riera de Vallvidrera passa per dos nuclis de població pertanyents al terme municipal de Molins de Rei, ambdós dins de la serra de Collserola. Són les urbanitzacions de Vallpineda i la Rierada. Antigament, aquests indrets pertanyien al desaparegut municipi de Santa Creu d'Olorda i l'ocupació humana es limitava a quatre masos dispersos. La moda de les segones residències nascuda durant la dècada de 1960 va fer que la zona comencés a poblar-se amb edificacions d'estiueig i cap de setmana que poc a poc esdevingueren de primera. A la Rierada, l'any 2005 s'hi comptaven 129 veïns estables, mentre que Vallpineda havia assolit els 270 el 2009. Tots ells gaudeixen d'una situació geogràfica privilegiada en viure dins del parc natural de Collserola. Aquestes urbanitzacions, malgrat que no compleixin els requisits de l'actual Llei del sòl, no són il·legals perquè el Pla General Metropolità (PGM) les reconeix com a zona urbana. El problema és que, com en altres indrets (les Planes, per exemple), els habitatges es bastiren d'una manera poc ordenada i sense els serveis bàsics: sanejament, aigua potable i enllumenat. La

proliferació de pous morts i els desguassos directes perjudicaren enormement la riera.

La residència permanent ha fet que la situació esdevingui crítica per als veïns de la Rierada i Vallpineda. Després de molts anys de demandes, l'Ajuntament de Molins de Rei ha previst un nou pla d'urbanització que preveu la construcció de clavegueram, enllumenat i subministrament d'aigua corrent. Una vegada s'hagin acabat les obres, se satisfarà la normativa legal vigent i es podran donar llicències d'edificació fins assolir un màxim de 400 habitatges. El fet ha generat la protesta de grups ecologistes que consideren que el sector no hauria de créixer més, atenent la inclusió recent de l'espai natural de Collserola a la Xarxa Europea Natura 2000 (com a conseqüència de l'aplicació de la Xarxa Europea d'Hàbitats), els estudis sobre noves mesures de protecció i les diverses declaracions públiques de consellers de la Generalitat. La Plataforma per a la Defensa de Collserola-Molins va engegar una campanya per defensar la naturalitat d'aquest espai. La seva proposta passava per convertir la zona en una "urbanització tova" que fos respectuosa amb l'ambient natural on es troba, mantenint la màxima harmonia amb la riera de Vallvidrera, respectant el construït, sense créixer més. Tanmateix, en aprovar-se la declaració de Parc Natural de Collserola, l'any 2010, el sector n'ha restat exclòs basant-se en la legalitat atorgada pel Pla General Metropolità del 1976, quedant com una illa urbana envoltada pel bosc. Per a la riera de Vallvidrera la pervivència del nucli d'habitatges suposa una greu interferència paisatgística i en la biodiversitat ja que el seu pla urbanístic també preveu una desviació de la llera tradicional, alhora que s'afecta la flora, basada en espessos boscos de pins i alzines.

2.7 La flora

2.7.1 La flora, indicador ambiental

La flora de qualsevol zona és un indicador ambiental i paisatgístic dins del marc biogeogràfic general del territori on es troba. En el cas que estudiem, la presència d'aigua en forma de riera és un condicionant ecològic del terreny, sobretot perquè proporciona una major disponibilitat hídrica respecte a altres àrees, a causa del nivell freàtic superior que l'acompanya. Això fa possible la presència de determinades espècies vegetals molt exigents d'aquest element al llarg del seu curs que evidentment no es troben en zones més allunyades i seques.

2.7.2 El medi de ribera

El medi de ribera representa una discontinuïtat paisatgística respecte a l'entorn, ja que creix en una

franja on els vegetals gaudeixen de més aigua en el subsòl. Es defineix com l'espai en què la influència freàtica determina canvis ambientals perceptibles en termes de composició florística i faunística i de l'estructura de la comunitat. Les riberes representen un gran contrast respecte als ecosistemes terminals d'interfluvi, ja que la presència d'un curs d'aigua superficial és especialment significativa, encara que sigui en un marc climàtic mediterrani, caracteritzat per la sequera estival. La vegetació d'una zona es veu determinada per les característiques que presenta el medi i, en el cas de l'ambient de ribera, s'anomena vegetació ripària (del llatí *ripa*, ribera) perquè està formada per plantes amb una gran demanda de l'aigua que els proporciona el corrent superficial. La presència constant d'aigua també fa que hi hagi un percentatge general d'humitat més elevat, per la qual cosa l'evapotranspiració és més gran i exerceix un efecte esmorçidor de les temperatures. D'aquesta manera l'ambient de ribera és més humit i fresc que el no riberenc.

Les zones veïnes a un corrent d'aigua estan afectades pels factors climàtics de precipitació i temperatura, però sobretot estan condicionades per la proximitat i altura respecte al nivell de l'aigua, cosa que no succeeix en la vegetació més allunyada. Aquesta característica fa que tinguin un caràcter azonal. La línia que descriu el curs del riu és la que determina la distribució de la vegetació associada i el bosc de ribera també s'anomena bosc en galeria, ja que les espècies es disposen en bandes paral·leles als marges de la llera, en funció de les necessitats d'humitat i resistència a la inundació.

El sòl on arrela la vegetació està format pels sediments del riu dipositats a les seves vores o marges. Aquest sòl es caracteritza per una falta d'estructura, fet que juntament amb la bona transpiració i la presència constant d'aigua a poca fondària proporciona un medi idoni per a moltes espècies.

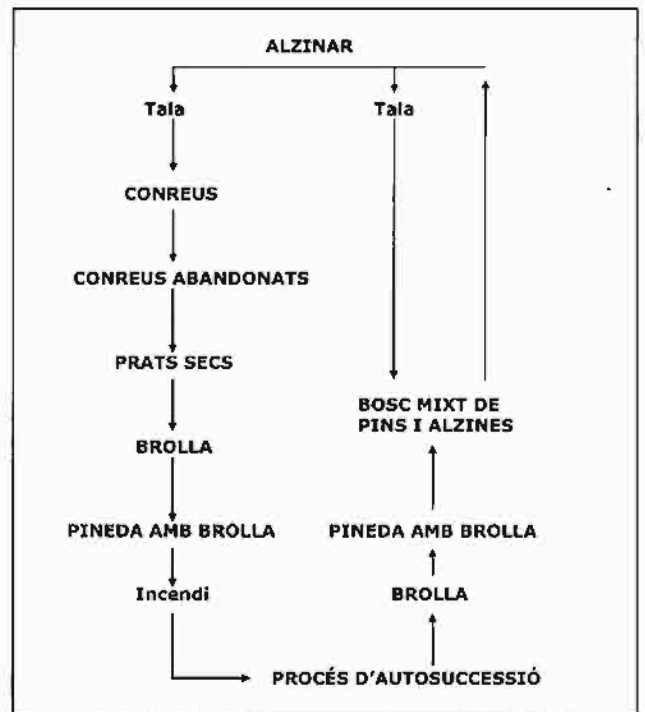
2.7.3 Dinàmica de la vegetació

Abans de començar a concretar la vegetació de les diferents zones, ens agradaria parlar una mica del que anomenem "dinàmica de la vegetació".

La flora d'un espai, com ja hem comentat anteriorment, es veu determinada per les característiques físiques, geogràfiques i climàtiques de l'indret on es troba. Tot i així, en un mateix lloc, però en diferents moments, es poden trobar comunitats vegetals en diversos estadis d'evolució, fet pel qual s'afirma que el paisatge no és estàtic, sinó dinàmic. Les pertorbacions naturals com els incendis, les alteracions en els factors meteorològics o la mateixa dinàmica de la vegetació fan que es produeixin canvis en les condicions ambientals que repercuteixen de manera directa

sobre la vegetació, afavorint, per exemple, l'aparició de noves espècies o la substitució d'unes per d'altres.

La dinàmica de la vegetació es produeix molt lentament, de manera que és difícil de percebre per una persona, perquè requereix anys d'observació. La successió de la vegetació és el procés en el qual, poc a poc, unes espècies reemplacen unes altres, passant de comunitats vegetals simples a d'altres més complexes. Aquest procés es pot veure afectat o aturat per factors externs com, per exemple, un incendi, que ens retornaria a la situació d'inici, en la dinàmica coneguda com a autosuccessió, que és quan la comunitat vegetal destruïda es recompon en una altra molt semblant. La capacitat de regeneració i d'emmagatzemar reserves que tenen les plantes fa que aquests ecosistemes siguin bastant estables. Tot i així, cal tenir present altres factors que condicionen les possibilitats de resposta davant noves perturbacions com la recurrència de focs, el temps transcorregut des de l'últim incendi, el banc de llavors existent, etc. No hem d'oblidar que una alta freqüència de cremes pot acabar erosionant i degradant el sòl, de tal manera que els nutrients desapareguin i sigui inviable la regeneració de la vegetació. A Collserola trobem un mosaic de vegetació que és el resultat de la interacció entre la dinàmica de successió que segueix la vegetació i les perturbacions que la fan retrocedir.



El diagrama ostra un esquema visual que permet entendre de manera clara el procés de la dinàmica de la vegetació i la successió que es dona en funció dels factors externs que actuen sobre un medi determinat.

2.7.4 Vegetació del massís de Collserola

El marc biogeogràfic del massís de Collserola és la regió mediterrània i la seva vegetació presenta unes característiques que li permeten adaptar-se a la climatologia pròpia, especialment per sobreviure a estius secs i calorosos. Hi trobem un fullatge perennifoli, arbres relativament petits, diversitat i abundància arbustiva, inflamabilitat de la vegetació i diverses adaptacions a l'escassetat d'aigua.

Un 50% de la flora vascular del massís està integrada per espècies mediterrànies, un 25% per espècies cosmopolites, un 15% per espècies eurosiberianes, un 8% per espècies al·lòctones o adventícies i un 2% per espècies subtropicals. El gènere *Quercus* és el que més sobresurt i més caracteritza la serra de Collserola per la seva gran diversitat i complexitat. La figura X mostra la distribució de la vegetació al parc i les zones que han estat urbanitzades.

Dins del parc ens trobem amb una gran varietat d'ambients naturals mediterranis. Hi ha un mosaic de boscos, màquies, matolls, prats i camps de conreu. Actualment, i a causa de l'impacte humà, la major part de la serra es troba coberta per pi blanc (*Pinus halepensis*). Podem dividir la vegetació de la serra de Collserola en sis àrees en funció de la radiació solar que rep la zona (solana, obaga), el vessant (del Vallès, del Llobregat), les serres de ponent o la vall de la riera de Vallvidrera.

Com que a nosaltres ens interessa parlar de la flora característica del bosc a l'entorn de la riera de Vallvidrera, començarem explicant la vegetació dels ambients humits i de ribera per tal d'entendre millor la situació general en què es troba.

2.7.5 Vegetació dels ambients aigualosos

Les zones properes a algun curs d'aigua, com s'ha comentat anteriorment, generen condicions ecològiques locals que esdevenen tant o més determinants que el clima general. El que influeix en aquest cas és l'abundància, fins i tot l'excés d'aigua i la relativa frescor ambiental que assegura. A les ribes i rabeigs de les rieres i rius, dins les llacunes, als aiguamolls que s'estenen al voltant dels estanys, arrelen o suren diverses espècies vegetals particulars, amb un elevat grau de dependència del medi aquàtic. N'hi trobem que estan totalment submergides dins l'aigua, raó per la qual són independents del clima general, mentre no posi en perill la persistència del toll. D'altres estan parcialment submergides i per tant reben una influència més gran de les condicions climàtiques aèries, tot i que el factor més rellevant al qual estan lligades és l'existència de la capa freàtica que alimenta les seves arrels.

El clima mediterrani presenta un dèficit hídric a l'estiu a causa de la poca pluja i una elevada evaporació, fet que implica un notable descens dels cabals en els corrents permanents i la sequera dels estacionals. Per tant, el manteniment dels nivells dels tolls i de la humitat edàfica es troba sota la influència directa del clima. Això fa que existeixin diferències rellevants entre la vegetació de les terres mediterrànies de baixa altitud i les àrees de cotes més elevades, a la muntanya plujosa, on la humitat està garantida tot l'any. La influència climàtica s'aprecia clarament en fer els inventaris botànics, on s'observa que a les àrees sotmeses a estiatge només perduren les plantes aquàtiques més tolerants, capaces d'adaptar-se a períodes estivals eixuts, mentre que les més exigents no aguanten les variacions i oscil·lacions de nivell periòdiques dels rius, estanys i capa freàtica.

El fet que en una riera com aquesta s'acabin instal·lant espècies ben diferents de les que constitueixen la flora mediterrània és un altre exemple que dóna suport a la idea de la prevalença de les condicions ambientals generades per la presència constant d'aigua sobre el clima general de la zona. La vegetació d'aigua dolça i de llocs amarats es mostra força homogènia en els diferents dominis climàtics, i les principals diferències vénen determinades per la naturalesa i la qualitat de l'aigua. La quantitat de sals dissoltes, el grau d'acidesa i d'alcalinitat, la temperatura o la transparència són factors decisius en l'establiment d'un o altre tipus de comunitat vegetal.

Al nostre país no existeixen comunitats forestals arrelades dins les zones habitualment cobertes per l'aigua. Els nostres boscos i bosquetons de ribera no toleren la inundació permanent. Als indrets negats per l'aigua, ja sigui corrent o embassada, només s'hi troben comunitats d'herbàcies.

Les plantes que formen part d'aquestes comunitats lacustres i dulciaquícules són totalment diferents de les de la terra baixa mediterrània típica, a causa de la visible diferència de necessitats vitals que han de resoldre. Els substrats d'arrelament (negats de manera continuada i integrats per llims i terres al·luvials), juntament amb les sals que l'aigua pugui dur dissoltes, tenen un paper de primera magnitud per a la vegetació d'aquestes comunitats. L'excés d'aigua amb què es poden trobar fa que comptin amb dispositius d'eliminació i evaporació inimaginables en els vegetals terrestres. Per altra banda, aquests darrers gaudeixen d'uns elements de sosteniment que en el cas dels medis aquàtics es relativitzen, ja que la mateixa aigua contribueix a mantenir les plantes en posició. Això contribueix a l'abundant presència d'espècies amb un alt nivell de flaccidesa i la manca o poca presència d'espècies llenyoses, per-



Vegetació de ribera, part en terra ferma, part amb les arrels dins l'aigua

què la ductilitat de què gaudeixen els facilita afrontar la pressió enèrgica i constant del corrent al qual es veuen sotmeses.

Volem ressaltar, doncs, que la composició de cada comunitat aquàtica depèn del ventall de possibilitats que resulta de combinar les característiques de l'aigua, més que no pas les del sòl, amb els condicionants tèrmics de l'ambient global i amb la corresponent història florística, i que és independent de les comunitats terrestres que li són veïnes.

2.7.6 *Classificació dels vegetals d'ambients aigualosos*

Els conjunts vegetals dels ambients aigualosos es poden classificar de moltes maneres, però la que mostra clarament la disposició i qualitats d'aquesta consisteix a dividir-la en tres grans grups. El primer abasta els que es troben totalment dins de l'aigua; el segon, els que només hi tenen les seves bases; el tercer, aquells que arrelen a terra ferma i troben l'aigua al mantell freàtic de les vores del corrent.

Dins els estanys, llacs, fonts, recs i rierols que només excepcionalment s'asseguen trobem comunitats caracteritzades per la presència de plantes molt tendres, sense òrgans llenyosos, adaptades al medi i que se sostenen gràcies a la mateixa aigua. Aquestes plantes reben el nom d'*hidròfits* (vegetals aquàtics) i poden viure arrelades al fons o simplement surar damunt les aigües. Exemples d'*hidròfits* serien els poblaments de lleties d'aigua, els herbassars de potamogètons o de ranuncles, els creixenars, les comunitats fontinals i la comunitat d'espargani muntanyenc i subulària.

La vegetació dels aiguamolls i mulladius és menys dependent de l'existència d'aigua superficial abundant. S'anomenen plantes *helòfitiques* o *helòfits* (vegetals que arrelen dins l'aigua però que tenen parts aèries erectes i ben dreçades). El seu comportament a vegades es denomina d'*amfibi*, perquè mal-



Jonquera, exemple de planta helòfica

grat viure inundats també poden suportar èpoques de total eixut superficial. Exemples d'*helòfits* serien els canyissars i bogars, els herbassars alts d'aiguamoll dolç, els herbassars de riba llacosa, les jonqueres, les jonqueroles i les mulleres i torberes.

La vegetació forestal de ribera està constituïda per comunitats d'arbres i arbustos que segueixen fidelment els cursos dels rius i torrents o l'entorn dels llacs, buscant les faixes humides que aquests generen en llurs vores impregnades d'aigua a nivells més o menys profunds (aigua freàtica). La fondària, constància del mantell freàtic i la seva abundor són factors decisius en la composició florística de la vegetació de ribera. La presència d'aigua en el sòl possibilita l'existència de boscos caducifolis en els quals les espècies no mediterrànies tenen un paper primordial, que es veu reduït a mesura que l'aigua escasseja. En cas que hi hagués una inundació, no totes les espècies estan adaptades per sobreviure, cosa que també és un factor important que cal tenir en compte. La vegetació de ribera es disposa en bandes paral·leles al llarg dels cursos d'aigua. Cada una de les bandes correspon a una comunitat diferent que selecciona el seu hàbitat en funció de la seva necessitat d'aigua, de la seva resistència davant l'empenta de les avingudes o de la seva capacitat de suportar inundacions periòdiques. Exemples de vegetació

forestal serien les vernedes (típica, amb consolda o amb càrexs), la gatelleda, la lloreda, les alberedes (septentrional, continental o litoral), les omedes (típica o amb heura), les salzedes (de sarga subalpina i vimetera), el tamarigar i, finalment, els matolls de les rambles mediterrànies (baladras i alocars).

No s'ha d'oblidar que els ambients de ribera són especialment vulnerables a l'antropització i a l'establiment d'espècies invasores. Per això, a Collserola també hi ha punts degradats on trobem la presència d'espècies introduïdes.

2.7.7 Ambients de ribera de la serra de Collserola

A la serra de Collserola hi ha diverses zones que presenten les característiques de l'ambient de ribera, sempre associades a rieres i torrents. Els més destacables són el torrent de l'Arrabassada, la riera de Sant Medir, el torrent de Can Coll i la riera de Vallvidrera.

La riera de Vallvidrera travessa d'est a oest bona part la serra de Collserola i constitueix l'eix central del parc. Les pinedes de pi blanc (*Pinus halepensis*) ocupen la major part de la seva conca i, als voltants de Vil·la Joana, la presència de rodals de pi pinyer (*Pinus pinea*) dóna lloc a un paisatge ben característic. Als fondals, l'alzinar es troba força ben constituït i en bon estat de conservació. La figura X ens ofereix una visió general de les diferents valls de la riera de Vallvidrera i de l'estructura de vegetació predominant a cada zona.

2.7.8 Antropització de la riera de Vallvidrera

A la riera de Vallvidrera, la vegetació de ribera original es troba sensiblement malmesa a causa del progressiu augment de l'impacte humà. Més enllà de l'ús tradicional que n'ha fet la pagesia, la construcció del ferrocarril l'any 1916 va fer augmentar notablement la freqüentació i l'ús de les vores de la riera com a espai de lleure, fins i tot amb l'ocupació dels tradicionals *merenderos*. La creació de zones residencials veïnes, primer d'estiu, després permanents, ha implicat vials paral·lels i d'altres que la creuen. A aquests cal afegir la carretera i sobretot l'autopista dels túnels que, al marge de la seva presència física, aporten contaminació acústica i de partícules.

L'antropització del sector comporta un seguit d'impactes negatius per al medi natural, com és la divisió del parc en dues grans àrees que gairebé han quedat incomunicades o bé l'augment del risc d'incendi provocat per la presència d'urbanitzacions en mig del medi forestal (un bon exemple en seria l'incendi del Turó del Fumet, a les Planes, l'estiu de 1994, en què es van cremar 125 ha).



El plàtan, exemple d'arbre introduït per l'home

L'home també ha facilitat la introducció d'espècies de plantes al·lòctones. Moltes d'aquestes espècies han estat introduïdes inicialment en la jardineria, però, a poc a poc, s'han anat naturalitzant. Generalment són espècies d'origen subtropical que s'adapten bé al clima mediterrani i que envaeixen ràpidament espais propers.

La robínia o falsa acàcia (*Robinia pseudoacacia*) n'és un exemple, amb la població actualment ja estabilitzada. L'ailant (*Ailanthus altissima*) continua essent un cas més preocupant, ja que té una elevada capacitat reproductora, tant per rebrotada com per producció de llavors. Això fa que el seu poder de colonització sigui molt elevat, de manera que ha superat tots els mètodes (químics i mecànics) que fins ara se li han aplicat per tal de controlar-ne l'expansió. Les rodes dels cotxes afavoreixen el transport de les seves llavors. Altres espècies al·lòctones que s'observen per les valls de la riera de Vallvidrera són la morera de paper (*Broussonetia papyrifera*), el plàtan (*Platanus hispanica*), el plàtan fals (*Acer pseudoplatanus*), el pi insigne (*Pinus radiata*), el cedre de l'Himàlaia (*Cedrus deodora*) i el xiprer de Monterrey (*Cupressus macrocarpa*).

Els arbustos al·lòctons més fàcilment observables en aquest sector són la mimosa (*Acacia dealbata*) i el llorer cirerer (*Prunus laurocerasus*). Altres espècies també presents són la canya (*Arundo donax*), el fals miraguà (*Arujia sericifera*), l'atzavara (*Agave americana*), la figuera de moro (*Opuntia ficus-indica*), l'estrimoni (*Datura stramonium*), l'espina-xoca (*Xanthium spinosum*), la pataca o nyàmera (*Helianthus tuberosus*) i el raïm de moro (*Phytolacca americana*). Aquesta darrera espècie té els fruits verinosos i s'està estenent ràpidament per les zones més frescals del parc.

2.7.9 Vegetació característica de la riera de Vallvidrera

La vegetació característica de la riera de Vallvidrera és comuna en alguns aspectes a la d'altres cursos d'aigua de la serra de Collserola. Per fer-nos

una visió panoràmica del recorregut que fa la riera aquí, veieu la figura X, en la qual s'observen els cursos d'aigua més importants de la serra de Collserola.

A les zones més properes a l'aigua podem distingir diferents tipus de formació vegetal. Primer trobarem la gatellada (*Carici-salicetum catalaunicae*), que és una franja estreta de vegetació que se situa just a tocar l'aigua. Sota els gatells (*Salix cinerea*) destaca l'estrat herbaci, bastant exuberant, on predominen la cua de cavall grossa (*Equisetum telmateia*) i els càrexs (*Carex* sp.). En alguns punts de la Rierada, de manera excepcional, encara trobem alguns verns (*Alnus glutinosa*).

Més allunyades de l'aigua, però igualment en paral·lel al seu curs, se situen altres formacions que fan de límit amb l'alzinar o les pinedes. A la vall de Sant Medir, al tram central de la riera de Vallvidrera i a la Rierada hi ha retalls de bosc de ribera ben conservats, amb diferents espècies de salzes (*Salix* sp.), freixes (*Fraxinus angustifolia*), àlbers (*Populus alba*), pollancre (*Populus nigra*) i alguns oms (*Ulmus minor*) que rebroten amb força en aquells punts on no han quedat tan afectats per la plaga de la grafiosi. No hem d'oblidar la important presència del saüc (*Sambucus nigra*), d'alguns cirerers (*Prunus avium*) i d'alguna servera (*Sorbus domestica*).

En alguns punts de les torrenteres, situats als vessants més ombrívols i humits, apareix l'avellanosa amb falgueres (*Polysticho-Coryletum*). A l'avellaner (*Corylus avellana*) l'acompanya una falguera gran, el polístic setífer (*Polysticum setiferum*) i altres espècies força rares a la serra, com la sanícula (*Sanicula europaea*).

Els ambients de ribera també es veuen afectats per l'antropització i són especialment vulnerables a l'establiment d'espècies invasores. Hi trobem algunes espècies de les esmentades anteriorment com, per exemple, la robínia (*Robinia pseudoacacia*), l'ailant (*Ailanthus altissima*), el plàtan (*Platanus hispanica*) o el plàtan fals (*Acer pseudo-platanus*).

Les zones arbustives en general estan ben representades amb espècies com l'arç blanc (*Crataegus monogyna*) o el sanguinyol (*Cornus sanguinea*). A l'estrat herbaci, hi destaquen el mill gruà (*Lythospermum purpureoaceruleum*), la corona de rei (*Doronicum pardalianches*), la lleteressa de bosc (*Euphorbia amygdaloides*) i la sarriassa (*Arum italicum*).

En l'àmbit aquàtic viuen els joncs (*Juncus* sp.), els créixens (*Rorippa* sp.) i els ja esmentats càrexs. A les vores dels camins que ressegueixen el curs d'aigua es troba una planta nitròfila molt tòxica, l'évol (*Sambucus ebulus*), que s'assembla al saüc i pot provocar confusió.

2.7.10 Plantes més representatives

De les valls de la riera de Vallvidrera:

- Lledoner (*Celtis australis*). Arbre d'abundància escassa.
- Falsa acàcia (*Robinia pseudoacacia*). Arbre amb notable abundància.
- Ailant (*Ailanthus altissima*). Arbre de molta abundància.
- Pi pinyer (*Pinus pinea*). Arbre de poca abundància.
- Plàtan (*Platanus hispanica*). Arbre de relativa abundància.
- Alzina surera (*Quercus suber*). Arbre de poca abundància.
- Mimosa (*Acacia dealbata*). Arbre d'abundància relativa.
- Atzavara (*Agave americana*). Arbust de poca abundància.
- Canyís (*Phragmites australis*). Arbust de poca presència estacional.
- Acant (*Acanthus mollis*). Herba de mitjana presència estacional.
- Évol (*Sambucus ebulus*). Herba d'alta presència estacional.
- Herba de sant Jordi (*Centranthus ruber*). Herba de mitjana presència estacional.
- Conillets (*Antirrhinum majus*). Herba de mitjana presència estacional.
- Raïm de moro (*Phytolacca americana*). Herba de molta abundància.
- Malva (*Malva sylvestris*). Herba de mitjana presència estacional.
- *Pennisetum villosum*. Herba de presència estacional mitjana.
- Blet blanc (*Chenopodium album*). Herba de mitjana presència estacional.
- Nyàmera (*Helianthus tuberosus*). Herba de baixa presència estacional.
- Lletsó (*Sonchus tenerrimus*). Herba de mitjana presència estacional.
- Espinaxoca (*Xanthium spinosum*). Herba de mitjana presència estacional.
- Morella roquera (*Parietaria officinalis* ssp. *judaica*). Herba de mitjana abundància.
- Caps blancs petits (*Alyssum maritimum*). Herba d'alta presència estacional.
- Borratja (*Borago officinalis*). Herba d'alta presència estacional.
- Melcoratge (*Mercurialis annua*). Herba d'escassa presència estacional.
- Xicoira (*Cichorium intybus*). Herba d'escassa presència estacional.
- Romàs (*Rumex* sp.). Herba de presència estacional baixa.



Alber, típic arbre de ribera

Dels ambients de ribera de la serra de Collserola:

- Vern (*Alnus glutinosa*). Arbre d'abundància escassa.
- Avellaner (*Corylus avellana*). Arbre de poca abundància.
- Àlber (*Populus alba*). Arbre d'abundància escassa.
- Pollancre (*Populus nigra*). Arbre de poca abundància.
- Om (*Ulmus minor*). Arbre de mitjana abundància.
- Freixe (*Fraxinus angustifolia*). Arbre d'abundància escassa.
- Corniol (*Cornus sanguinea*). Arbust de poca abundància.
- Saüc (*Sambucus nigra*). Arbust de mitjana abundància.
- Sarriassa (*Arum italicum*). Herba de poca abundància.
- Càrex pèndul (*Carex pendula*). Herba de mitjana abundància.
- Creixen (*Rorippa nasturtium-aquaticum*). Herba d'escassa presència estacional.
- Creixen bord (*Apium nodiflorum*). Herba de mitjana abundància.
- Jonc boval (*Scirpus holoschoenus*). Herba d'escassa abundància.
- Orval (*Hypericum androsaemum*). Herba de poca abundància.
- Botó d'or (*Ranunculus bulbosus*). Herba d'escassa presència estacional.
- Tarongina (*Melissa officinalis*). Herba de poca presència estacional.

- Consolda menor (*Symphytum tuberosum*). Herba d'escassa abundància.
- Herba de sant Benet (*Geum urbanum*). Herba d'escassa presència estacional.
- Ortiga grossa (*Urtica dioica*). Herba de mitjana abundància.
- Vincapervinca (*Vinca difformis*). Herba d'abundància escassa.
- Herba capil·lera (*Adiantum capillus-veneris*). Falguera de relativa abundància.
- Cua de cavall (*Equisetum telmateia*). Falguera de molta presència estacional.
- Falguera aquilina (*Pteridium aquilinum*). Falguera de poca presència estacional.

2.7.11 Briòfits i algues

Malgrat que els briòfits estiguin continguts dins del regne de les plantes, hem preferit explicar-los a part per tal de poder-nos centrar millor en les seves característiques. També hem incorporat en aquest apartat de l'estudi les algues, a desgrat que no en formin part, sinó que pertanyen al regne dels protists. No es tracta, doncs, de cap error d'associació, encara que briòfits i algues tinguin trets compartits. Fem aquest aclariment perquè ben sovint hom considera que les algues no són res més que plantes aquàtiques, cosa que és una greu equivocació.

Les algues i els briòfits (molses i hepàtiques) tenen característiques comunes: són organismes fotosintetitzadors que no han arribat a desenvolupar una epidermis que els permeti regular i evitar la pèrdua d'aigua per transpiració. Les algues es troben majoritàriament en ambients aquàtics marins o d'aigua dolça, tot i la seva capacitat d'estar fora de l'aigua. El mot *alga* ha perdut bona part del seu contingut científic, encara que es continua utilitzant en botànica. Avui designa el conjunt d'éssers vegetals protòfits i tal·lofits de vida autònoma, capaços de realitzar la funció clorofil·lica. Per la seva banda, els briòfits estan adaptats per poder viure fora de l'aigua i són més abundants en zones humides i poc assolellades, però també els podem trobar sobre el sòl, les roques, els troncs o branques d'arbres i també dins l'aigua. Els que viuen als troncs s'anomenen epífits; els que viuen a les roques, saxícoles; els que viuen al sòl, terrícoles i, finalment, els que viuen a l'aigua s'anomenen aquàtics.

Els briòfits tenen un paper important en la protecció del sòl. N'hi ha alguns que són capaços de viure en múltiples condicions mentre que en trobem d'altres que estan lligats a unes situacions ecològiques molt específiques i, per tant, són característics dels diversos ambients. A la serra de Collserola s'han localitzat dues espècies poc abundants i de



La molsa d'estrelletes (*Pleurochaete squarrosa*), molt abundant a Collserola

peculiar distribució dins de la península Ibèrica i també una altra espècie molt sensible a la contaminació atmosfèrica (molsa epífita que es troba a les branques d'alzines i caducifolis).

Briòfits (molses) presents a les zones de ribera de la serra de Collserola:

- *Tortula muralis*. Molt abundant i tolerant a la contaminació.
- *Grimmia pulvinata*. Molt abundant i tolerant a la contaminació.
- *Bryum bicolor*. Molt abundant i tolerant a la contaminació.
- *Bryum capillare*. Molt abundant i tolerant a la contaminació.
- *Weissia controversa*. Molt abundant i tolerant a la contaminació.
- *Funaria hygrometrica*. Molt abundant i tolerant a la contaminació.
- *Hypnum cupressiforme*. Molt abundant i lleugerament intolerant a la contaminació.
- *Fissidens taxifolius*. Mitjanament abundant i lleugerament intolerant a la contaminació.
- *Plagiomnium undulatum*. Mitjanament abundant i tolerant a la contaminació.
- *Pleurochaete squarrosa*. Molt abundant i tolerant a la contaminació.
- *Scleropodium purum*. Molt abundant i lleugerament intolerant a la contaminació.
- *Thamnobryum alopecurum*. Bastant abundant i lleugerament intolerant a la contaminació.
- *Orithotrichum sp.* Mitjana abundància i lleugerament intolerant a la contaminació.
- *Cryphaea heteromala*. Escassa abundància i molt sensible a la contaminació.

Briòfits (hepàtiques) presents a les zones de ribera de la serra de Collserola:

- *Conocephalum conicum*. Escassa presència i lleugerament intolerant a la contaminació.

- *Pellia sp.* Mitjana presència i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Lunularia cruciata*. Mitjana presència i tolerant a la contaminació.
- *Radula complanata*. Mitjana presència i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Reboulia hemisphaerica*. Mitjana presència i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Southbya tophacea*. Escassa presència i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Frullania dilatata*. Mitjana presència i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Metzgeria furcata*. Poca presència i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Lophocolea bidentata*. Molta presència i lleugera intolerància a la contaminació.

La presència d'algues a Collserola es veu influïda pel règim irregular de precipitacions, que provoca una situació variable en el cabal dels torrents i punts d'aigua. També ajuda a la presència d'arbres a les lleres (els quals impedeixen que la llum arribi a l'aigua), que és quan ens trobem els briòfits. La velocitat i les característiques fisicoquímiques de l'aigua condicionen les espècies d'algues que hi poden viure. Algunes ens indiquen qualitat (exemple: diatomees) mentre que d'altres desenvolupen un paper important en la depuració natural de les aigües residuals.

Llistat d'algues presents a les zones de ribera de la serra de Collserola:

- *Cladophora glomerata*
- *Hildenbrandia rivularis*
- *Nostoc sp.*
- *Spirogyra sp.*
- *Trentepohlia aurea*

2.7.12 Els líquens

Els líquens tampoc pertanyen al regne de les plantes (com les algues), sinó que són del regne dels fongs. La seva presència també és un factor important i modificador del medi. És per aquest motiu que hem considerat rellevant citar alguns dels exemplars més destacats que hem trobat a la vall de la riera de Vallvidrera.

Els líquens són éssers vius formats per dos organismes, un fong i una alga, que conviuen en una relació de simbiosi. Aquesta associació es dona quan tots dos individus tenen dificultats per sobreviure de manera independent i així la seva agrupació els permet fer-ho en espais que presentin unes condicions molt extremes.

Són molt sensibles als canvis de medi, sobretot els que creixen damunt de plantes (epífits), i la seva

presència és un indicador d'estabilitat ecològica dels boscos. La regulació que l'home fa dels corrents d'aigua i la captura d'aigües subterrànies està portant al retrocés dels líquens, que es veuen privats del grau d'humitat a l'aire que necessiten. Tenen molta importància quant a la funció d'indicadors de qualitat ambiental general. Aquesta propietat els és donada per la impossibilitat de digerir substàncies perjudicials que hi ha a l'aire o a l'aigua, les quals emmagatzemen i concentren en petites quantitats. D'aquesta manera, el seu creixement i el seu funcionament es van veient afectats de manera lenta i progressiva.

Els classifiquem en funció de si viuen als troncs (epífits), a les roques (saxícoles) o al sòl (terrícoles). Un dels factors que diferencien les espècies i les caracteritzen és que no presenten el mateix grau de tolerància a la contaminació. Les espècies presents a una zona i la seva evolució (aparició, extinció d'espècies) ens permeten conèixer la situació d'un indret durant un espai de temps.

Llistat de líquens presents a les valls de la riera de Vallvidrera:

- *Physcia adscendens*. Molta abundància i tolerant a la contaminació.
- *Porpidia sp.* Mitjanament abundant i lleugerament intolerant a la contaminació.
- *Caloplaca flavescens*. Mitjana abundància i tolerant a la contaminació.
- *Ochrolechia parella*. Mitjana abundància i lleugerament intolerant a la contaminació.
- *Diploschistes diacapsis*. Escassa abundància i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Collema sp.* Escassa abundància i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Ciandonia pyxidula*. Mitjana abundància i lleugera/baixa intolerància a la contaminació.
- *Lepraria sp.* Mitjana abundància i tolerància a la contaminació.
- *Punctelia borreri*. Escassa abundància i intolerància a la contaminació.
- *Ramalina fastigiata*. Escassa abundància i intolerància a la contaminació.
- *Parmotrema reticulatum*. Escassa abundància i intolerància a la contaminació.
- *Teloschistes chrysophthalmus*. Escassa abundància i intolerància a la contaminació.
- *Ramalina farinacea*. Escassa abundància i lleugera/baixa intolerància a la contaminació.
- *Parmelia taractica*. Molta abundància i lleugerament intolerant a la contaminació.
- *Xanthoria calcicola*. Molta abundància i tolerant a la contaminació.
- *Parmelia conspersa*. Molta abundància i lleugerament intolerant a la contaminació.



El líquen *Physcia adscendens*, de tonalitats blaquinoses

- *Parmelia caperata*. Molta abundància i intolerant a la contaminació.
- *Schismatomma decolorans*. Mitjana presència i lleugera intolerància a la contaminació.
- *Laprocaulon microscopicum*. Escassa presència i lleugera intolerància a la contaminació.

2.8 La fauna

2.8.1 Introducció a les condicions que afavoreixen una bona fauna

El parc de Collserola, amb més de 8000 ha de superfície, està considerat el parc metropolità més gran del món i és el pulmó verd de la conurbació de Barcelona. Sorpren el fet que la seva fauna és molt més rica del que podríem esperar tenint en compte el veïnatge de la serra amb la ciutat de Barcelona. Aquesta realitat s'ha donat a conèixer a partir d'estudis que han confirmat un valor intrínsec en la fauna de Collserola, tot comparant-la amb la d'altres espais naturals molt menys urbanitzats. Se sap que aquest fet es deu a la gran diversitat d'ecosistemes presents a la serra que proporcionen l'hàbitat ideal per a moltes espècies animals.

El parc presenta una àmplia distribució i multiplicitat d'ambients forestals que, junt amb les zones de caràcter més obert –les màquies, les brolles, els prats i conreus– van conformant una complexa estructura vegetal. Una d'elles, amb fisonomia pròpia, és el bosc de ribera, que pot albergar una gran riquesa faunística ja que ofereix una varietat molt alta de recursos i possibilitats a l'hora de l'adaptació al medi.

El bosc de ribera determina la formació d'un nombre elevat de microhàbitats gràcies a les múltiples combinacions de paràmetres (físics i químics) del riu. Les arrels de les plantes situades dins de



Toixó, animal que defuig l'home, però que en cerca les deixalles

l'aigua també alteren el seu curs i proporcionen una varietat de substrats molt elevada, en la qual es poden fixar els animals i altres plantes, fet que comporta canvis en les quantitats d'oxigen dissolt, de pH i de temperatura, permetent així la presència d'una major quantitat d'espècies.

El parc de Collserola alberga una abundància d'animals de diferents gèneres i famílies adaptats a cada paisatge. Destaca la gran diversitat d'aus en totes les zones. S'han comptabilitzat unes 130 espècies aproximadament, tenint en compte que algunes hi viuen tot l'any, d'altres només hi van a criar i unes terceres només hi fan una parada migratòria.

El paisatge, variat i a poca alçada del relleu, presenta formes arrodonides per l'erosió que donen lloc a valls en forma de V i serres perpendiculars a la carena que se subdivideixen a nivell més baix i proporcionen en molts casos l'ambient òptim per al bon desenvolupament de la flora i consegüentment de fauna. La serra està habitada per unes 190 espècies animals aproximadament, algunes en tota ella i d'altres en ambients concrets i específics.

2.8.2 Fauna característica del bosc de ribera

Els ambients de ribera, per la seva proximitat a un curs d'aigua, presenten unes condicions florístiques molt variades i riques que atrauen una gran varietat d'animals. En l'ambient frescal i caducifoli dels seus boscos es troben les mateixes espècies d'ocells d'àmbit centreeuropeu que també hi ha als alzinars amb roures més madurs: el tord (*Turdus phi-*

lomenus), el mosquiter groc petit (*Phylloscopus collybita*) i, durant l'hivern, el pinsà borroner (*Pyrrhula pyrrhula*) i el lluer (*Carduelis spinus*).

Ocells de caràcter més mediterrani, característics d'aquest ambient, són l'oriol (*Oriolus oriolus*), el mascle del qual és fàcilment identificable a causa del seu plomatge acolorit i el seu cant aflautat, i el rossinyol bastard (*Cettia cetti*), molt discret quant al plomatge però amb una gran potència de cant. Les cueretes també hi són presents. En tenim diversos tipus, per exemple, la cuereta blanca (*Motacilla alba*) i la cuereta groga o torrentera (*Motacilla cinerea*). La mallerenga cuallarga (*Aegithalos caudatus*) i la mallerenga blava (*Parus caeruleus*) són altres mostres d'ocells d'ambient riberenc ja que la seva presència és abundant. Finalment cal destacar el pit-roig (*Erithacus rubecula*), la polla d'aigua (*Gallinula chloropus*) i el blauet (*Alcedo atthis*), molt habituals a les ribes. En els últims anys s'ha evidenciat la presència d'una espècie exòtica que ha colonitzat algunes zones i riberes del parc. Es tracta del rossinyol del Japó (*Leiothrix lutea*).

La presència de l'aigua i la relativa flonjor del sòl permeten el poblament de tot un seguit d'espècies d'amfibis, rèptils i petits mamífers que no trobarem en altres ambients. El grup dels amfibis és especialment freqüent a les basses i petits bassals. Als cursos d'aigua hi ha la salamandra (*Salamandra salamandra*) i als tolls d'aigua és molt freqüent trobar la granota verda (*Rana perezi*), la reineta (*Hyla meridionalis*) o el gripau comú (*Bufo bufo*). De peixos s'observa una presència relativament abundant del barb de cua roja. També hi hem vist crustacis, entre els quals destaca el cranc vermell o cranc americà (*Cambarus affinis*), que ha desplaçat l'endèmic cranc ibèric (*Austrapotamobius pallipes lusitanicus*), del qual cada cop hi ha menys presència. Finalment tenim les nàiades (*Unionidae*), l'hàbitat de les quals queda cada cop més restringit als trams del riu menys contaminats. Quant als rèptils, tenim la colobra escurçonera (*Natrix maura*) i les colobres d'aigua (*Natrix natrix*). De mamífers tenim el porc senglar, que aprofita els ambients humits de la riera per fer-se banys de fang, i el teixó (*Meles meles*), que té unes condicions favorables per poder excavar el seu cau als marges de les ribes.

Als microhàbitats dels ambients de ribera es troben molt ben representats els invertebrats, destacant el grup dels odonats (libèl·lules), els efemeròpters i els coleòpters aquàtics.

2.8.3 La connectivitat i l'aïllament ecològic

Anomenem connectivitat biològica la possibilitat de les espècies de desplaçar-se (efectuant

moviments de dispersió, migració o colonització) per tal d'establir-se en altres indrets i d'aquesta manera intercanviar informació genètica. La influència humana causa molts cops una interrupció en aquesta connectivitat, la qual cosa impossibilita el moviment de les espècies i provoca la fragmentació i l'aïllament dels hàbitats naturals, raó per la qual es produeix una pèrdua de biodiversitat. Un exemple clar d'aquest isolament és la serra de Collserola, envoltada de grans infraestructures de circulació rodada pels quatre costats que la separen de les serres i les planes veïnes, és a dir, d'altres espais naturals. Hi ha projectes que treballen per garantir la connectivitat ecològica per mitjà de l'establiment de corredors que enllacin àrees protegides. No hem d'oblidar mai la importància de conservar algunes zones perifèriques adjacents al parc, ja que esdevenen àrees d'influència i d'inici dels esmentats corredors ecològics. Per a la fauna, un bon estat de conservació de sectors perifèrics implica un efecte tampó que esmorteix l'impacte que generen les àrees urbanitzades i les infraestructures viàries veïnes.

2.8.4 Antropització

Pel que fa a la fauna, també es detecten problemes relacionats amb l'increment de l'antropització de la serra de Collserola que comporten la presència d'espècies foranes. Cal destacar l'exemple de la cotorra d'Argentina (*Myopsitta monachus*), introduïda com a mascota domèstica, alguns exemplars de la qual, alliberats o escàpols, s'han multiplicat i ocupen, de moment, ambients enjardinats i zones urbanitzades. La tórtora turca (*Streptopelia decaocto*) és un altre cas d'assentament recent, tot i que sembla que es deu més a un procés natural d'expansió generalitzat a tot Europa. Una espècie que ha colonitzat de manera exitosa els ambients forestals és el rossinyol del Japó (*Leiothrix lutea*), el nom del qual ens pot dur a confusió, ja que ni es tracta d'un rossinyol, ni prové del Japó, sinó de la Xina. Aquestes espècies introduïdes poden provocar un desequilibri faunístic influent de manera negativa en les espècies forestals autòctones, especialment quan entren en competència territorial o tròfica.

L'augment d'espècies comensals de l'home és un altre cas de problemàtica associada a l'antropització. Serien exemples d'aquestes espècies els pardals (*Passer domesticus*), les garses (*Pica pica*) o les rates (*Rattus norvegicus*). Aquestes espècies s'alimenten fonamentalment de les deixalles, que esdevenen un punt d'atracció al voltant del qual s'afavoreix la proliferació dels animals. Els contenidors de brossa domèstica són un altre punt d'atracció per a gats i gossos assilvestrats i darrerament també per als senglars, que han desenvolupat habilitats per tombar-los.

La situació estratègica de la serra de Collserola, enmig d'una àrea densament poblada, ha comportat la necessitat d'establir vies de comunicació i transport al seu interior. Això causa directament una problemàtica ambiental que repercuteix de manera molt significativa en la fauna (morts per atropellament, contaminació atmosfèrica, increment del risc d'incendis, etc.). Alhora, implica una divisió del territori provocada per l'efecte barrera (ja sigui per una impossibilitat física o perquè genera pautes d'allunyament) d'aquestes vies. Aquest fet es coneix com a fragmentació d'hàbitats i pot comportar la pèrdua de la connectivitat ecològica a l'interior de la serra, limitant d'aquesta manera la permeabilitat de moltes espècies.

Per tal d'amortir l'impacte d'aquestes vies, s'estan duent a terme estudis de seguiment de les incidències de les carreteres sobre la fauna. Els resultats mostren que el grup faunístic amb més registres d'atropellament ha estat el dels mamífers (51%). Les deu espècies més afectades són l'erició (11%), el senglar (10%), l'esquirol (9%), el conill (9%) i la geneta (3%). L'únic ocell és el pit-roig (4%). Quant als rèptils, tenim la salamandra (7%), la serp verda (6%) i la serp blanca (4%). Aquests atropellaments representen el 67% del total. Els animals ferits són duts al Mòdul de Recuperació de Fauna Salvatge per recuperar-los i alliberar-los posteriorment.

S'han establert relacions entre els atropellaments i l'època de cria, en què es produeix un augment notable. També hi ha punts concrets de carreteres que hi són més propensos. La contaminació acústica provocada pels vehicles en trànsit és un altre factor que cal tenir en compte i els estudis han demostrat nexes entre aquesta i l'actitud de determinats ocells a l'hora de fer els nius, evitant zones actualment amb uns nivells de soroll elevats on abans niaven habitualment. La gràfica X mostra els atropellaments de fauna a les carreteres del Parc de Collserola (dades 1992-2004).

L'antropització, però, no sempre és negativa. Hi ha casos en què trobem al·licients naturalístics que cal tenir en compte com, per exemple, la major probabilitat d'observació de certes espècies animals a les àrees de lleure o les caixes niu que l'home penja i que els ocells en molts casos aprofiten per a la cria, etc.

Un altre factor important és la caça, activitat practicada tradicionalment, però que amb el pas dels anys comporta cada cop un risc potencial més elevat per a la seguretat de les persones, a causa de la major freqüentació humana i del creixement dels nuclis urbans prop de Collserola. La Generalitat de Catalunya és qui s'encarrega de regular i controlar



Fals rossinyol del Japó, exemple de fauna invasora

l'activitat cinegètica, tenint en compte els censos anuals d'exemplars i la fitxa d'aprofitament cinegètic, els períodes de veda, etc. Des de l'inici de la creació del parc s'ha treballat amb una regulació restrictiva de la caça dins del seu àmbit per tal de garantir la conservació de la fauna i evitar a la vegada situacions de risc i conflicte amb els habitants. Tanmateix, la manca de depredadors naturals fa necessària la caça per establir el control de certes poblacions com són els senglars i els conills i evitar-ne una proliferació excessiva, en detriment d'altres espècies. Actualment només es pot caçar a les àrees privades de caça establertes (unes 13).

2.8.5 Fauna de la serra de Collserola

Per tal d'explicar de manera clara la fauna que trobem a la serra de Collserola, i més concretament a la riera de Vallvidrera, seguirem de la manera més fidedigna possible la classificació del regne animal tot i que en algun cas farem modificacions i agrupacions (sempre esmentades) amb vista a una comprensió més senzilla. Començarem amb els invertebrats. Com que hi ha molta varietat d'animals dels subgrups, hem realitzat una agregació: els macroinvertebrats.

• Els macroinvertebrats

Són organismes de mida relativament gran, que no tenen espina dorsal, i són visibles a ull nu. El grup està format per cucs, crustacis, mol·luscs, insectes (larves i adults) i sangoneres. El fet de trobar unes determinades espècies depèn de factors relacionats amb l'aigua com són la velocitat, la temperatura, el grau d'acidesa, el tipus de substrat, la quantitat d'oxigen dissolt, etc. Cada espècie té una tolerància determi-

nada a les variacions de les condicions ambientals de l'ecosistema aquàtic (sovint alterat per l'acció humana). És per això que si coneixem els canvis de la comunitat d'un riu o riera podem fer-nos una idea del seu estat ecològic utilitzant aquestes espècies com a bioindicadors de la qualitat de l'aigua.

Algunes de les espècies són nedadores, d'altres viuen sota les pedres o enterrades en els sediments, alguns entre les algues, en basses, etc. Cadascuna ha desenvolupat una estratègia tròfica per tal de sobreviure i obtenir aliment. Algunes s'alimenten d'animals vius, d'altres són recol·lectores (mengen partícules orgàniques en descomposició), brostejadores (aquelles que mengen les algues de sobre les pedres), trituradores de biomassa vegetal, filtradores o detritívores.

Les condicions de l'aigua ens indiquen quines són capaces de tolerar els diferents organismes. Si un organisme es diu que tolera les aigües de mala qualitat, no necessàriament vol dir que l'aigua on viu no sigui bona (que seria una opció), sinó que és capaç de tolerar-ne qualitats inferiors en cas necessari.

- Planaris o triclàdides
 - Dugèsiids (*Dugesidae*). Aigua de mitjana qualitat.
- Cucs o oligoquets
 - Lumbríciids (*Lumbricidae*). Aigua de molt mala qualitat.
- Sangoneres o hirudinis
 - Erpobdèl·lids (*Erpobdellidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Glossifònids (*Glossiphoniidae*). Aigua de baixa qualitat.
- Mol·luscs
 - Ancils (*Ancylidae*)*
 - Hidròbids (*Hydrobiidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Limneids (*Lymnaeidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Físids (*Physidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Planòrbids (*Planorbidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Esfèdids (*Sphaeriidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Nàiades o uniònids (*Unionidae*). Aigua de mitjana qualitat.
- Àrànids
 - Àcars aquàtics (*Hydracarina*). Aigua de baixa qualitat.
- Crustacis
 - Puces d'aigua o cladòcers (*Cladocera*). Aigua de baixa qualitat.
 - Copèpodes (*Copepoda*). Aigua de baixa qualitat.
 - Ostracodes (*Ostracoda*). Aigua de baixa qualitat.
 - Asèl·lids (*Asellidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Gammàrids (*Gammaridae*). Aigua de mitjana qualitat.*
 - Cranc de riu ibèric (*Astacidae*). Aigua de bona qualitat.
 - Cranc de riu americà (*Cambaridae*). Aigua de bona qualitat.
- Insectes:
 1. Efímers o efemeròpters
 - Bètidis (*Baetidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Cènids (*Caenidae*). Aigua de baixa qualitat.

- Efemerèl·lids (*Ephemerelellidae*). Aigua de bona qualitat.
 - Leptoflèbids (*Leptophlebiidae*). Aigua de bona qualitat.
 - Heptagènids (*Heptageniidae*). Aigua de bona qualitat.
 - Efemèrids (*Ephemèridae*). Aigua de bona qualitat.
2. Libèl·lules i espiadimonis o odonats
- Èsnids (*Aeshnidae*). Aigua relativament de bona qualitat.
 - Gòmfids (*Gomphidae*). Aigua relativament de bona qualitat.
 - Libèl·lulids (*Libellulidae*). Aigua relativament de bona qualitat.
 - Calopterígids (*Calopterygidae*). Aigua relativament de bona qualitat.
 - Lèstids (*Lestidae*). Aigua relativament de bona qualitat.
 - Cenàgrids (*Coenagrionidae*). Aigua de mitjana qualitat.
3. Plecòpters
- Nemúrids (*Nemouridae*). Aigua relativament de bona qualitat.
 - Leúctrids (*Leuctridae*). Aigua de bona qualitat.
 - Perles o pèrlids (*Perlidae*). Aigua de bona qualitat.
 - Perlòdids (*Perlodidae*). Aigua de bona qualitat.
4. Megalòpters
- Siàlids (*Sialidae*). Aigua de baixa qualitat.
5. Escarabats o coleòpters
- Halíplids (*Halipidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Escrivans o girínids (*Gyrinidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Escarabats de bassa o ditíscids (*Dytiscidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Driòpids (*Dryopidae*). Aigua de mitjana qualitat.
 - Èlmids (*Elmidae*). Aigua de mitjana qualitat.
 - Hidríflids (*Hydrophilidae*). Aigua de baixa qualitat.
6. Heteròpters
- Barquers petits o corixids (*Corixidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Barquers o notonèctids (*Notonectidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Escorpins d'aigua o nèpids (*Nepidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Plèids (*Pleidae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Corredors o hidromètrids (*Hydrometridae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Sabaters o gèrrids (*Gerridae*). Aigua de baixa qualitat.
 - Vèlids (*Veliidae*). Aigua de baixa qualitat.
7. Tricòpters
- Braquicèntrids (*Brachycentridae*). Aigua de bona qualitat.
 - Cuques de capsa o limnefilids (*Limnephilidae*). Relativament, aigua de bona qualitat.
 - Sericostomàtids (*Sericostomatidae*). Aigua de bona qualitat.
- Leptocèrids (*Leptoceridae*). Aigua de bona qualitat.
 - Filopotàmids (*Philopotamidae*). Aigua relativament de bona qualitat.
 - Policentropòdids (*Polycentropodidae*). Aigua relativament de bona qualitat.
 - Hidropsíquids (*Hydropsychidae*). Aigua de mitjana qualitat.
 - Riàcofilids (*Rhyacophilidae*). Aigua relativament de bona qualitat.
8. Dípters
- Blefaricèrids (*Blephariceridae*). Aigua de bona qualitat.
 - Mosquits d'eixam o quironòmids (*Chironomidae*). Aigua de molt mala qualitat.
 - Mosquits o culícids (*Culicidae*). Aigua de molt mala qualitat.
 - Mosquits negres o simúlids (*Simuliidae*). Aigua de mitjana qualitat.
 - Tipules o tipúlids (*Tipulidae*). Aigua de mitjana qualitat.
 - Cucs cua de rata o sírfids (*Syrphidae*). Aigua de molt mala qualitat.

Ara parlarem de la presència d'animals vertebrats a la riera de Vallvidrera. Els peixos haurien de ser considerats el primer grup de vertebrats, però a causa de la seva escassíssima presència en el curs de la riera s'obvien i passarem directament als amfibis.

• Amfibis

Van ser els primers vertebrats que van desenvolupar part del seu cicle vital fora de l'aigua, encara que no han aconseguit independitzar-se'n totalment. Hi estan lligats a l'hora de respirar, reproduir-se i per al desenvolupament de les larves. La seva presència està relacionada amb l'existència de punts d'aigua (malgrat que siguin temporals), la temperatura, la humitat, l'existència de refugis i la qualitat del substrat. Els adults són discrets i acostumen a tenir activitat nocturna, però a la primavera, que és l'època d'aparellament, la seva activitat augmenta considerablement i són més fàcils de detectar, sobretot les granotes i els gripaus, que emeten uns cants propis de cada espècie.

A Collserola hi ha tant una presència d'espècies autòctones, com d'al·lòctones. El clima d'aquesta serra els és molt favorable (pluges primaverals, humitat a l'estiu...), però moltes espècies fan una pausa hivernal. A les zones més seques del parc s'han col·locat aigüeroles (petites basses construïdes per l'home) per tal de garantir la supervivència d'aquests animals.

Les espècies més comunes als voltants de la riera són:

- Gripau comú (*Bufo bufo*). Mitjanament abundant.
- Gripau corredor (*Bufo calamita*). Mitjanament abundant.

- Gripauet (*Pelodytes punctatus*). Mitjanament abundant.
- Gripau d'esperons (*Pelobates cultripipes*). Poc abund—dant.
- Tòtil (*Alytes obstetricans*). Mitjanament abundant.
- Granota verda (*Rana perezi*). Molt abundant.
- Reineta (*Hyla meridionalis*). Mitjanament abund—dant.
- Salamandra (*Salamandra salamandra*). Mitjana—ment abundant.

• Rèptils

Són vertebrats que en comparació amb els amfibis presenten una adaptació a la vida terrestre molt més bona. Tenen la pell gruixuda i seca, recoberta d'escates que es van renovant periòdicament. Aquesta i altres característiques estructurals els ajuden a regular la pèrdua d'aigua, fet que els facilita la independència respecte al medi aquàtic i, si és necessari, dels ambients humits.

Exceptuant les espècies aquàtiques, la resta són exclusivament terrestres. Cada espècie té un índex de temperatura específica que li permet viure. Com que necessiten escalfor acostumen a habitar en zones càlides i amb bona insolació (marges de camps, bardisses, vores de bosc, etc.), evitant d'aquesta manera les formacions denses de vegetació, a excepció de les serps de vidre. Fonamentalment són carnívores i no tenen hàbits selectius quant a la seva alimentació, que està condicionada per la grandària de l'espècie. A Collserola hi ha molta presència de l'ordre dels escato—sos, que són els saures (dragons, sargantanes i llangardaixos), i dels ofidis (serps). La presència de tortugues (tant aquàtiques com terrestres) es deu a l'allibera—ment d'aquestes espècies per part de particulars.

Les espècies més comunes als voltants de la riera són:

- Dragó comú (*Tarentola mauritanica*). Molt abund—dant.
- Dragó rosat (*Hemidactylus turcicus*). Poc abund—dant.
- Serp de vidre (*Anguis fragilis*). Mitjanament abund—dant.
- Llangardaix ocel·lat (*Lacerta lepida*). Poc abund—dant.
- Sargantana ibèrica (*Podarcis hispanica*). Molt abund—dant.
- Sargantana cuallarga (*Psalmodromus algirus*). Mitjanament abund—dant.
- Serp blanca (*Elaphe scalaris*). Mitjanament abund—dant.
- Serp verda (*Malpolon monspessulanus*). Mitjanament abund—dant.
- Serp d'aigua (*Natrix maura*). Mitjanament abund—dant.



Sargantana cuallarga del Japó, exemple de fauna invasora

- Tortuga de rierol (*Mauremys leprosa*). Poc abund—dant.
- Tortuga de Florida (*Trachemys scripta*). Poc abund—dant.
- Tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*). Poc abund—dant.

• Ocells

Des del 1987, es fa un control de l'avifauna al parc de Collserola. A la primavera, els ocells són molt més sensibles a l'estructura de la vegetació i cada espècie escull l'ambient que més li convé. Per altra banda, a l'hivern, la disponibilitat de menjar es converteix en el seu objectiu principal. A la primavera l'alzinar amb roures i la resta d'ambients forestals són els més poblats mentre que a l'hivern passa a l'inrevés, els ocells prefereixen instal·lar-se als conreus i prats on l'aliment està més a l'abast. Una manera de poder observar-los a l'hivern és col·locant menjadores per tal d'atraure els ocells que van a cercar menjar. Aquestes menjadores són un punt d'observació i estudi molt bo ja que ens permeten estudiar a la vegada la relació que hi ha entre ells.

Les espècies més comunes a les valls de la riera de Vallvidrera són les següents:

- Mallerenga carbonera (*Parus major*). Molt abund—dant a Can Coll i Mas Pins.
- Pinsà comú (*Fringilla coelebs*). Molt abund—dant a Can Coll i Mas Pins.



La garsa, una nu que sovint cerca els camps de conreu i els jardins

- Pit-roig (*Erithacus rubecula*). Relativa abundància a Mas Pins i molta a Can Coll.
- Pardal comú (*Passer domesticus*). Relativa abundància a Mas Pins i molta a Can Coll.
- Verdum (*Carduelis chloris*). Relativa abundància a Mas Pins i a Can Coll.
- Pardal de bardissa (*Prunella modularis*). Relativa abundància a Mas Pins i a Can Coll.
- Mallerenga blava (*Parus caeruleus*). Relativa abundància a Mas Pins i a Can Coll.
- Gafarró (*Serinus serinus*). Relativa abundància a Mas Pins i a Can Coll.
- Mallerenga emplomallada (*Parus cristatus*). Relativa abundància a Mas Pins.
- Mallerenga petita (*Parus ater*). Relativa abundància a Mas Pins.
- Colom domèstic (*Columbia livia*). Relativa abundància a Can Coll.
- Garsa (*Pica pica*). Relativa abundància a Can Coll.

Per damunt de Sant Cugat no és estrany veure sobrevolar rapinyaires. Des de l'any 1988, a Collserola es fan seguiments d'aquestes aus i de les seves migracions, de manera que es poden establir unes rutes aproximades dels seus llargs recorreguts a la recerca d'unes condicions climàtiques i ambientals concretes. Els rapinyaires amb una freqüència de pas més elevada serien l'aligot vesper (*Pernis apivorus*), l'arpella (*Circus aeruginosus*), l'esperver vulgar (*Accipiter nisus*) i el xoriguer (*Falco tinnunculus*).

• Mamífers

A la serra de Collserola i a les vores de la riera de Vallvidrera trobem que els mamífers més abundosos són els porcs senglars, les guineus, els teixons i els esquiroles. El senglar és l'espècie més gran del gènere *Sus scrofa*. En trobem prop de la riera ja que són animals que necessiten llocs on poder camuflar-se i on abundi l'aigua per beure i rebotcar-se en el

lloc i el fang. La presència del senglar a la serra de Collserola podria considerar-se gairebé una "plaga" pel seu excés. Cada cop s'adapten millor al medi modificat pels humans i la seva presència s'accentua en zones poblades on s'aprofiten de les restes de menjar de la població i provoquen algun accident de tant en tant.

La guineu acostuma a viure en latituds baixes i ha esdevingut un animal comú en llocs suburbans i urbans ja que l'activitat humana li proporciona aliment gairebé il·limitat. A la vora de la riera trobem invertebrats (insectes, mol·luscs, crancs de riu, etc.) que són el menjar bàsic de la seva dieta, com també ho són els vegetals (esbarzers, fruites...) i alguns vertebrats (petits rosegadors, conills, ocells, amfibis...).

Els teixons són animals omnívors que deixen un rastre molt característic que permet seguir-los. Són els forats que excava al sòl amb la funció de latrines que no tapa. D'aquesta manera l'animal marca i delimita el seu territori.

La presència dels esquiroles també és comuna a la vora dels ambients de la riera i és visible gràcies a les pinyes rosegades que podem trobar pel terra. L'única espècie autòctona d'Europa és l'esquirole vermell europeu o comú (*Sciurus vulgaris*).

L'observació directa dels mamífers és especialment difícil a dins del bosc, però això no significa que no hi siguin. Podem seguir el seu rastre i adonar-nos de la seva presència a través de petjades i senyals que deixen. És molt interessant poder reconèixer les espècies a partir de les furgades, petjades, excrements i restes de menjar, tot i que no sempre és fàcil. D'aquesta manera podrem saber de la presència de certs animals sense la necessitat de veure'ls i a la vegada tindrem la possibilitat de dur a terme treballs de recerca com, per exemple, les relacions entre determinades espècies amb una certa producció d'un vegetal o fruit concret (l'esquirole i la producció de pinyes del pi blanc).

2.9 Gestió

2.9.1 La Directiva marc de l'aigua

La Directiva marc de l'aigua (DMA) és una normativa que han de complir obligatòriament els països membres de la Unió Europea, aprovada l'any 2000, que permet recuperar els ecosistemes fluvials afectats i conservar els que estan en bon estat. La Directiva reflecteix una nova manera de gestionar l'aigua, amb l'objectiu de garantir-ne un ús sostenible i assegurar-ne la qualitat, tant per a la societat com per a les necessitats pròpies del medi.

La normativa estableix uns criteris de diagnosi dels impactes que afecten les diferents masses d'aigua i obliga a redactar plans de gestió concrets. També es caracteritza per implicar les institucions i la ciutadania en el procés de participació, i per incentivar entitats, associacions, empreses i ciutadans en general a aportar coneixements a les institucions responsables de la gestió.

L'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) és responsable de l'aplicació de la Directiva i actualment treballa per tal de millorar la qualitat de les aigües de rius, pantans, llacs, etc., a través de la participació diversa de la societat.

El Projecte Rius és una iniciativa de l'Associació Hàbitats que té com a objectiu principal estimular la societat a participar en la conservació i millora dels rius. L'Associació Hàbitats és una entitat que funciona des del 1998 i el Projecte Rius va ser creat l'any següent. Una de les seves actuacions és la restauració de l'espai fluvial de la riera de Vallvidrera, que va ser catalogada com a unitat de gestió amb el número 1000910 per l'ACA, en aplicació de la Directiva marc de l'aigua.

2.9.2 Projecte de gestió participada de la riera de Vallvidrera

El Projecte de Gestió Participada de la riera de Vallvidrera va estar liderat per un grup format pel Consorci del Parc de Collserola, Projecte Rius i el Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona i va ser desenvolupat entre els mesos de gener i maig de 2007.

Com a fruit d'un consens amb la població del territori, el Consorci del Parc de Collserola també s'encarrega de la gestió de tots els seus sistemes naturals. Per tant, valora la participació social. El Departament d'Ecologia de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona té signat un conveni de recerca amb el Consorci del Parc de Collserola, l'objectiu del qual és fer el seguiment de la qualitat ecològica dels ecosistemes. Per altra banda, Projecte Rius té com a fita millorar la qualitat dels ecosistemes fluvials a través del voluntariat. Atès que les tres entitats tenien interessos semblants, el 2006 es va iniciar un projecte de gestió participada de la riera de Vallvidrera.

El Projecte va comptar amb un consell de participació, amb representació d'aquestes tres entitats, i amb una xarxa de ciutadans i ciutadanes interessats en la conservació de la riera i la seva conca. Així, el projecte va ser adreçat a tota la ciutadania dels tres municipis que formen part de la conca de la riera de

Vallvidrera: Sant Cugat del Vallès, Molins de Rei i el districte de Sarrià-Sant Gervasi de Barcelona.

El projecte va presentar diverses propostes d'actuació a l'entorn de la riera de Vallvidrera en el marc d'un procés on la participació va tenir un paper rellevant en la presa de decisions. Calia aconseguir la màxima implicació de les entitats i els col·lectius vinculats a la riera. La majoria de participants en el Projecte van ser grups de veïns de les diverses urbanitzacions i municipis propers a la riera, com ara l'Associació de Veïns de Can Borrell, del districte de Sarrià-Sant Gervasi, de la Rierada de Molins de Rei, de Sant Cugat, etc.

La riera presenta diversos estats de conservació de la ribera, amb diferents alteracions segons el tram, que van des de la presència d'organismes invasors fins a l'ús urbà dels marges de la riera. El projecte farà una sèrie de propostes per tal de millorar l'estat dels diversos trams.

L'objectiu principal del projecte era la recuperació de la qualitat biològica en tots els trams de la riera, tant des del punt de vista ecològic com social. A més, el projecte pretenia trobar la manera de fer compatible la conservació del medi amb l'ús dels recursos naturals.

Els objectius ambientals específics es concretaven a incrementar la capacitat d'autodepuració de la riera per millorar la qualitat de l'aigua, establir criteris de gestió de la llera del riu que en respectin el valor ecològic i, per últim, oferir solucions als problemes plantejats.

2.9.3 Desenvolupament del procés de participació a la riera de Vallvidrera

La preparació del procés va començar durant els mesos de gener i febrer amb sessions de presentació del projecte a cadascun dels municipis que formen part de la conca de la riera: Sant Cugat del Vallès, Molins de Rei i el districte de Sarrià-Sant Gervasi de Barcelona. S'hi va fer un plantejament dels problemes de la riera i les propostes de millora que s'exposen a continuació.

Durant els mesos de març i abril es va organitzar obertament una jornada on es van qüestionar els problemes més rellevants de la riera. Després del procés participatiu, es van definir les vuit problemàtiques més importants a la conca de la riera, que són:

1. Alteracions morfològiques de les lleres i riberes fluvials originada per la presència de preses i rescloses.

2. Alteració del règim de cabals causada per captacions d'aigua d'urbanitzacions i polígons industrials propers a la riera.
3. Usos urbans del sòl, en marges, que envaeixen la zona d'inundació de la riera.
4. Fonts de contaminació puntuals que provenen d'abocaments de substàncies biodegradables de les depuradores, com també d'indústries i d'aigües residuals urbanes no sanejades.
5. Presència d'espècies invasores que afecten la flora i fauna autòctones i desestructuren ecosistemes.
6. Presència de brosa de tot tipus al voltant de la riera i els torrents que l'alimenten, especialment on hi ha restaurants a la vora (com el Merendero, al costat de la depuradora), la qual prové de l'abocament de residus sòlids per part dels usuaris.
7. Pasturatge excessiu de les ribes durant els mesos d'estiu.
8. Massificació en punts concrets de la riera i en dies puntuals, especialment on hi ha restaurants a la vora i on és freqüent el pas de bicicletes de muntanya i motos, que ocasionen la pertorbació de la fauna del bosc de ribera.

El plantejament de propostes es va dur a terme les setmanes següents i comptava amb 46 punts diferents. Una part d'elles van ser elaborades per l'equip del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona i l'altra part va sorgir dels mateixos ciutadans que participaven en el projecte. A continuació es mostren algunes de les propostes per mirar de solucionar els problemes.

1. Quant a les alteracions morfològiques de les lleres i riberes fluvials originades per la presència de preses i rescloses:

- Construir rampes a les rescloses de Can Bosquets i Can Planes per permetre la circulació longitudinal al llarg del curs de la riera.
- Aturar processos de construcció de grans infraestructures dins la conca, com seria el cas del vial de cornisa. Cal aconseguir una moratòria urbanística dels projectes de construcció immediata per tenir el temps necessari per a la planificació i gestió de la conca de la riera.
- Sensibilitzar i educar la ciutadania per tal de prevenir possibles alteracions.
- Drenar i netejar les pedres i els fangs artificials que impedeixen la circulació de l'aigua, especialment a la zona propera als túnels de Vallvidrera, seguint els criteris de neteja aprovats per l'ACA.
- Enderrocar tota infraestructura en desús i regular les existents.
- Restaurar el bosc de ribera allà on sigui recuperable, és a dir, reconstituir les funcions i característiques físiques, químiques i biològiques associades a la ribera abans de ser alterada.

- En el cas que hi hagi impactes puntuals que alterin la naturalitat de la llera, com ara troncs caiguts, eliminar-los.

2. Quant a l'alteració del règim de cabals causada per captacions d'aigua d'urbanitzacions i polígons industrials propers a la riera:

- Regular les extraccions d'aigües de la riera a les zones urbanitzades o agrícoles.
- Connectar a la xarxa de subministrament d'aigua potable les urbanitzacions que no ho estan, com la Rierada i Vallpineda.
- Establir un règim de cabals de manteniment de l'ecosistema fluvial.
- Fer una aportació extra d'aigua a través d'un major control de les captacions d'aigua a l'estiu.
- Obligar que es respectin els canals naturals que té l'aigua per anar a parar a la riera.
- Catalogar els trams de la riera en els quals desapareix el cabal d'aigua.

3. Quant a l'ús del sòl per a usos urbans en marges que envaeixen la zona d'inundació de la riera:

- Conservar i protegir l'espai del bosc de ribera delimitant la zona fluvial.
- Instar els ajuntaments que ordenin els usos del sòl de la conca i la plana d'inundació per evitar l'augment de superfície urbanitzada i industrial i incrementar la superfície natural, impedit també els usos que promoguin la pastura dins la zona protegida o la tala de vegetació per substituir-la per plantacions agrícoles o forestals.
- Netejar riberes i eliminar l'acumulació de brosa.
- Recuperar la morfologia fluvial (reformat la secció transversal, formar meandres...) i millorar l'hàbitat (crear refugis, retirar sediments per restablir la seqüència de ràpids...).
- Millorar la situació actual de les construccions que envaeixen la llera.
- Prohibir noves construccions en l'entorn proper de la riera i totes aquelles modificacions de la seva llera, com les canalitzacions i els desviaments.

4. Quant a les fonts de contaminació puntuals que provenen d'abocaments de substàncies biodegradables de les depuradores, indústries i aigües residuals urbanes no sanejades:

- Fer campanyes i programes d'educació ambiental per capacitar la població i reduir així l'impacte ambiental de les seves activitats (disminuir el consum d'aigua, estimular l'ús de sabons biodegradables, en depuradores petites no fer grans abocaments greixosos, etc.).
- Regularitzar els materials tòxics que la gent té a casa i que són altament contaminants (productes de neteja, líquids, etc.) tot potenciant l'ús de productes més respectuosos.



Canyar arran d'una pinçada joves

- Reparar el clavegueram existent.
- Reconduir les aigües d'escolament de l'autopista cap al sistema de sanejament per solucionar la contaminació per salinitat i altres tòxics a la riera.

5. Quant a la presència d'espècies invasores que afecten la flora i fauna autòctones i desestructuren ecosistemes:

- Fer una campanya d'educació ambiental alertant dels perills de les espècies introduïdes en els hàbitats fluvials (tortuga de Florida, cranc americà, etc.).
- Netejar selectivament les espècies invasores a les riberes, com ara la canya (*Arundo donax*).
- Creació d'un punt d'informació permanent i un telèfon de civisme i denúncia ambiental.

6. Quant a la presència de brossa de tot tipus al voltant de la riera i els torrents que l'alimenten, especialment on hi ha restaurants a la vora (com ara el *Me-rendero*, al costat de la depuradora), la qual prové de l'abocament de residus sòlids per part dels usuaris:

- Retolació de prohibit abocar, sobretot en punts on s'acostumen a trobar deixalles.
- Posar vigilància, especialment els caps de setmana.
- Sensibilitzar els usuaris en l'àmbit d'abocaments i brosses.
- Fer una campanya de neteja amb voluntariat i Projecte Rius per la riera, i promoure acords entre administracions i entitats per fomentar la participació dels actors de la riera.
- Assessorar i educar els diferents sectors com ara restaurants, propietaris, ramaders i agricultors.

7. Quant al pasturatge excessiu de les ribes durant els mesos d'estiu:

- Revisar els itineraris de pasturatge i valoració de l'interès i impactes en cada tram.
- Controlar i assegurar el compliment de les normatives de pasturatge a la zona de ribera.



Cabres pasturant

8. Quant a la massificació en punts concrets de la riera i en dies puntuals, especialment on hi ha restaurants a la vora i on és freqüent el pas de bicicletes de muntanya i motos que ocasionen la pertorbació de la fauna del bosc de ribera:

- Divulgació dels valors ecològics i la dinàmica ecosistèmica de la riera en general a tota la població.
- Vigilar, explicar i limitar les activitats a la riera com les bicicletes, motos, caça... i vetllar pel compliment de les normatives d'ús existents (per exemple, ja hi ha la prohibició de pas de bicicletes al tram de la riera entre Can Bosquets i Can Madozell).

2.9.4 Activitats dutes a terme

19/06/08 Remodelació de la depuradora de Vallvidrera.

Es van dur a terme les obres de remodelació de l'antiga depuradora (EDAR) de les Planes, per tal de millorar-ne el sanejament. Gràcies a les aportacions de tots els participants en el procés sobre el projecte de gestió de la riera de Vallvidrera, aquesta mesura ja s'havia previst en la proposta de programa de mesures. La depuradora de Vallvidrera és una de les plantes de sanejament d'aigües residuals i pluvials més petites que hi ha, i té capacitat per tractar aproximadament 1.200.000 litres per dia, l'equivalent a l'ús d'aigua de 5.000 habitants. Principalment tracta les aigües residuals domèstiques de les Planes. Va entrar en funcionament l'any 1971 i és gestionada per l'Entitat del Medi Ambient (EMA), a través de l'empresa pública EMSSA.

La remodelació va permetre incorporar una avançada tecnologia de separació de sòlids i un tractament d'eliminació de nutrients. Aquestes dues novetats permeten reduir molt el risc d'eutrofització a la riera, causat per l'abocament d'aigües amb un excés de nutrients.

26/01/09 Actuacions de recuperació

Els treballs iniciats el 2009 corresponen a l'eliminació de plantes al·lòctones, principalment de la canya (*Arundo donax*) al tram comprès entre les Planes i Can Borrull. Aquesta planta és originària d'Àsia i freqüentment la trobem al bosc de ribera. La canya forma nuclis continus que s'expandeixen a través del seu sistema radicular (rizoma) que impedeixen el desenvolupament de les espècies pròpies de la vegetació de ribera. Un cop s'arrencava la canya es triturava per assegurar que no tornés a arrelar i es plantava la vegetació de ribera més adient.

També es van dur a terme feines de recuperació d'una antiga bassa situada a l'alçada de la font d'Alba, al barri de Can Borrull.

02/02/09 Inici dels treballs de regeneració fluvial

En finalitzar les obres de la nova depuradora de les Planes de Vallvidrera, i havent començat l'eliminació de canyes, es va procedir a l'extracció de fangs, neteja i desbrossada del terreny. Amb el pas del temps, l'abocament de les aigües residuals de la depuradora generava una capa de fangs que s'anà dipositant a la llera. La tasca per treure la capa de fangs durà fins al març de 2009. També es començà l'eliminació d'espècies invasores en una superfície d'uns 2000 m², entre Can Borrull i Can Rabella. Després, s'aturà l'activitat per tal de deixar temps perquè es consolidessin les intervencions fetes. Els treballs es reprendran el 2010.

28/03/09 "Fem dissabte a la riera de Vallvidrera"

El "Fem dissabte" és una jornada de neteja popular dels espais fluvials, tant dins la llera del riu com a la zona de ribera. L'activitat, organitzada per l'Associació Hàbitats i Projecte Rius, anima a mobilitzar la ciutadania en defensa d'uns espais fluvials nets i ben conservats. Amb aquesta activitat l'Associació Hàbitats i Projecte Rius pretenen fer públic l'estat de conservació de la riera de Vallvidrera i fomentar la consciència ciutadana respecte a la conservació d'aquest espai fluvial. Així, aquest dia i d'altres més es va fer neteja.

Altres feines de recuperació:

- Eliminació d'impactes puntuals que alteren la naturalitat de la llera, com ara la presència de residus o d'obstacles (troncs caiguts) que n'alteren la funcionalitat.
- Plantació de bosc de ribera amb espècies d'arbres com ara *Alnus glutinosa* (vern) i *Ulmus minor* (om) i d'arbustos com el *Corylus avellana* (avellaner), *Salix atrocinerea*, *Sambucus nigra* (saüc) i *Cornus sanguinea* (sanguinyol).
- Eliminació de l'ailant (*Ailanthus altissima*), un arbre caducifoli originari de Taiwan i de la Xina. Aquest arbre creix amb rapidesa i és capaç d'as-

solir una alçada de fins a quinze metres en vint-i-cinc anys. Implica, entre altres espècies invasores, un empobriment de la diversitat de la ribera en alguns trams.

- Eliminació del raïm de moro (*Phytolacca americana*), planta perenne originària de Nord-Amèrica, Sud-Amèrica, l'est asiàtic i Nova Zelanda. Conté unes toxines que resulten verinoses per als mamífers, encara que les seves baies són menjades per les aus.
- A més, també cal destacar la intervenció que es va fer per tal de recuperar la zona del pantà. Com ja s'ha explicat anteriorment, durant els anys seixanta es va abandonar aquesta obra i molta vegetació la va cobrir; això va provocar que es dipositessin en el fons molts sediments. Com ja s'ha dit, entre els anys 2005 i 2006 l'embassament va ser restaurat per preservar-ne la fauna i la flora, ja que conté una important població d'amfibis entre els quals destaca l'espècie de la granota reineta (*Hyla meridionalis*) i també per tal que les persones puguin gaudir de l'entorn natural d'aquest espai.

3 INTRODUCCIÓ A L'AIGUA

L'aigua és un compost químic inorgànic format per hidrogen i oxigen, de fórmula H₂O. Des d'un punt de vista organolèptic és transparent, sense olor ni sabor. A la natura tota l'aigua es troba barrejada amb altres substàncies (sals minerals, gasos, partícules en suspensió, etc.), de manera que mai la trobarem pura. L'aigua pura només es pot obtenir al laboratori mitjançant processos de purificació, com ara la destil·lació.

3.1 Propietats fonamentals de l'aigua

A temperatura ambient, l'aigua és líquida, al contrari que caldria esperar, si es considera que altres molècules amb un pes molecular semblant, com el CO₂, són gasos. Aquest comportament físic es deu al fet que, en la seva estructura molecular, els dos electrons dels dos hidrògens estan desplaçats cap a l'àtom d'oxigen. Per això en la molècula apareix un pol negatiu, on hi ha l'àtom d'oxigen, i dos pols positius, on hi ha els àtoms d'hidrogen. Així, les molècules d'aigua són dipolars. Entre els àtoms d'oxigen i d'hidrogen de molècules diferents s'estableixen unes forces d'atracció febles, anomenades enllaços d'hidrogen o ponts d'hidrogen, que originen agrupacions cohesionades.

A temperatura ambient l'aigua és inodora, insípida i incolora, tot i que adquireix una lleu tonalitat blava en grans volums, a causa de la refracció de la llum en travessar-la, ja que absorbeix amb major faci-

litat les longituds d'ona llarga (vermell, taronja i groc) que les longituds d'ona curta (blau, violeta), ja que desvia lleugerament aquestes últimes, cosa que provoca que en grans quantitats d'aigua aquestes ones curtes es facin apreciables.

És l'únic compost que pot estar en els tres estats (sòlid, líquid i gasós) a les temperatures que es donen a la Terra. Es troba en forma líquida als mars, rius, llacs i oceans; en forma sòlida, neu o gel, als casquets polars, als cims de les muntanyes i als llocs de la Terra on la temperatura és inferior a 0°C, i en forma de gas es troba formant part de l'atmosfera terrestre com a vapor d'aigua.

L'aigua, com s'ha dit, té una elevada força de cohesió entre les seves molècules, gràcies als enllaços d'hidrogen. Això fa que sigui un líquid gairebé incompressible i que tingui una elevada tensió superficial, és a dir que la superfície oposi una gran resistència a trencar-se. A més, també presenta una elevada calor específica i de vaporització. La temperatura d'una substància ve determinada pel grau d'agitació de les seves molècules. Perquè les molècules d'aigua, que formen polímers, estiguin lliures, cal trencar molts enllaços d'hidrogen. Així, per augmentar la temperatura de l'aigua cal escalfar-la molt. Cal trencar tots els enllaços d'hidrogen perquè l'aigua passi de l'estat líquid al gasós. Presenta una constant dielèctrica també elevada. Les molècules d'aigua, com a dipolars, són un gran medi dissolvent de compostos iònics, com les sals minerals o els compostos covalents polars. En el cas dels compostos iònics, l'aigua pot arribar a desdoblar-los en anions i cations, que així queden envoltats per molècules d'aigua. Aquest fenomen s'anomena solvatació iònica.

3.2 Importància de l'aigua en la vida

La vida, en el planeta Terra, apareix en el medi aquàtic i durant milions d'anys únicament es desenvoluparà en aquest medi. Encara avui, les masses oceàniques estan plenes de vida, tot i que les actuals formes de pesca industrials hagin pogut portar a la pràctica desaparició d'algunes espècies, sobretot de peixos i cetacis. La vida dels amfibis també està estretament lligada a l'aigua i en ella es desenvolupa la primera fase de la seva vida. Tots els animals terrestres depenen d'aquest líquid, que constitueix la base dels fluids corporals. Com a tal, exerceix diferents funcions vitals en els éssers vius. Les més importants són:

- Funció de dissolvent i transport de substàncies de tot tipus.
- Funció bioquímica: l'aigua és imprescindible perquè es puguin fer correctament una gran quantitat de reaccions químiques, actua en molts processos metabòlics, ajuda a mantenir la temperatura, fa de lubricant, etc.



Grup de voluntaris a la Riera de Vallvidrera

- Funció estructural: el volum i la forma de les cèl·lules mancades de membrana es mantenen gràcies a la pressió que exerceix l'aigua interior.

L'aigua, doncs, és la substància química més abundant en la matèria viva, de manera que representa entre un 60 i un 70% de la massa d'un animal terrestre i pot arribar fins al 95% en alguns d'aquàtics. En l'home, la pèrdua d'un 15% d'aquesta aigua, fenomen conegut com a deshidratació, pot arribar a significar la mort.

3.3 El cicle de l'aigua

És un dels cicles bàsics de la natura, dins el qual l'aigua canvia de posició. Les masses d'aigua –els oceans, els mars, llacs i altres– estan sotmeses a processos d'evaporació. El vapor produït passa a l'atmosfera i es fa visible als núvols. La precipitació originada per la condensació del vapor, en forma de pluja, neu o calamarsa, en retorna una part directament a l'oceà, mentre que una altra cau sobre la terra, on s'escola formant l'aigua en moviment, que acaba novament als oceans. La riera de Vallvidrera n'és un exemple. Una part d'aquesta aigua precipitada sobre la terra és aprofitada pels éssers vius, els quals al seu torn també en cedeixen en forma de transpiració i evacuació.

La força de la gravetat mou l'aigua fent que s'adrexi al punt terrestre més baix possible i que acabi al mar. Les escorrenties de la precipitació coincideixen en determinats punts on s'uneixen per formar cabals superiors, xaragalls, torrents, rieres i rius. El seu desplaçament sobre el terreny implica un fregadís constant que l'erosiona, conformant el relleu. Alhora, arrossega partícules fines en dissolució, però la seva energia cinètica també és capaç de fer rodolar i transportar grans blocs de pedra. Els sediments dipositats pels corrents fluvials contribueixen a enriquir el sòl, sobretot a les planes d'inundació com és el cas del riu Nil a Egipte o en la

formació de deltes, cas dels rius Ebre i Llobregat, del qual és tributària la riera de Vallvidrera.

La manca de precipitació en una zona de la Terra es coneix com a sequera i esdevé un obstacle clar per a la vida. La seva periodicitat fa que algunes plantes hagin adoptat estratègies de resistència, minimitzant l'evapotranspiració. Però quan esdevé persistent, la vegetació pot arribar a morir. Llavors, el sòl nu resulta molt atacable per l'erosió i poden desaparèixer els nutrients bàsics per a les plantes. Sense vegetals tampoc hi ha animals. Comença un procés conegut com a desertització, on la vida cada vegada és més difícil. L'any 2007, l'ONU va declarar el 17 de juny com el Dia Mundial de lluita contra la desertització i la sequera.

4 TREBALL EXPERIMENTAL FORMATIU

La nostra preferència per fer un treball experimental i no únicament teòric ens va portar a escollir el tema de la riera de Vallvidrera. La seva problemàtica ens ofería la possibilitat de conèixer de primera mà una part de l'entorn de Collserola i, alhora, familiaritzar-nos amb el medi aquàtic.

A l'inici de primer de batxillerat, vam començar a fer-nos càrrec de l'aquari del laboratori de biologia de l'institut. Això ens permetia entrar en contacte amb els ecosistemes d'aigua dolça i la presa i anàlisi de mostres. Una companya del nostre grup ja havia tingut cura de l'aquari els dos anys anteriors, amb l'ajuda d'uns altres dos alumnes, fet que ens facilità a la resta aprendre més ràpidament el procediment.

En principi pensàvem que la part experimental consistiria a fer un mostreig d'aigües dels diferents trams de la riera, que després analitzaríem amb els mateixos paràmetres químics que fèiem servir a l'aquari. Al llarg dels mesos i a mesura que anàvem aprofundint el treball, aquests paràmetres es van ampliar, incloent-hi els físics i biològics a la vegada, fins aconseguir elaborar un protocol definitiu en el qual es reflectiria l'estat de conservació del tram de la riera analitzat.

4.1 L'aquari de l'institut

L'any 2005, cinc alumnes de segon de batxillerat del nostre institut decidiren construir un "paludari" (aquari que imita un ecosistema exterior). L'objectiu era reproduir les condicions de vida del riu Amazones, col·locant plantes hígròfiles, algues i peixos, com ara els guppy, platy i coridores. Per tal que aquest ecosistema prosperés, van haver de recrear les característiques del seu clima, fent que

l'aigua estigués entre els 24° i 30°C amb l'ajuda d'un calefactor i un termòstat. També van haver de fer el muntatge de la il·luminació i instal·lar una menjadora automàtica per alimentar els peixos. Aquell any l'aquari va arribar a uns 30-40 exemplars ja que els deu inicials van reproduir-se.

El curs següent, l'aquari va tornar a ser aprofitat per a un altre treball de recerca, però després de Nadal, un cop finalitzat el treball, els alumnes l'abandonaren i els professors van haver d'encarregar-se'n personalment del manteniment. A finals de l'estiu del 2006 es féu una remodelació total, ja que començaren a aparèixer múltiples problemes (fugues d'aigua, paràmetres incontrolables i tots els desastres subsegüents). A causa d'això, es decidí tornar a començar des de zero, canviant de dalt a baix tot l'aquari. Des de llavors, i amb un bon manteniment, va funcionar de meravella i els paràmetres es mantingueren estables.

El febrer del 2007, l'Ana, la Laura i el Sergi es van oferir voluntaris per tenir cura de l'aquari ja que tenien molt d'interès en el tema i enormes ganes d'aprendre'n. Se'n van encarregar durant tot el 2007 i el 2008, fins que a principis del curs 2008-2009 se'n va fer càrrec el nostre equip, amb la intenció d'aprendre a treballar sobre un medi aquàtic. A partir de l'abril, quan vam començar a anar a la riera, ja no tinguérem temps i el manteniment ha tornat a passar a mans dels professors, la Pepa i el Joan. Esperem que trobin altres alumnes que vulguin continuar-ho, ja que és una tasca molt enriquidora i formativa.

4.1.1 Característiques de l'aquari

L'aquari està dotat de:

1. Un tanc de vidre que té una capacitat d'uns 170 litres d'aigua.
2. Un suport amb làmpades fluorescents amb un regulador que permet controlar les hores d'il·luminació.
3. Un filtre model "EHEIM clàssic" amb una bomba d'uns 440 l/h de potència.
4. Un termòstat per mantenir l'aquari en bones temperatures a l'hivern.
5. Una menjadora automàtica.
6. Un mirall per donar profunditat.
7. Un substrat molt ric amb abundants bacteris nitrificants.
8. Plantes hígròfiles.
9. Pedres grans on els peixos es poden amagar (anteriorment hi havia troncs i altre tipus de vegetals però es descomponien i desestabilitzaven la salut de l'aquari).
10. Exemplars de peixos.

4.1.2 El control de l'aquari

Els paràmetres serveixen per determinar si es manté en la seva naturalitat o si hi ha alguna cosa que el desestabilitza. Un o dos dies a la setmana es fa el control al laboratori de les variables següents:

1. Temperatura (amb el sensor de temperatura).
2. pH (amb el pH-metre).
3. Nitrits i nitrats.
4. Duresa.
5. Proliferació d'algues i cargols.
6. Netedat i quantitat d'aigua.
7. Balanç d'alevins que hi han nascut.

4.1.3 Condicions idònies

Per tal de garantir el bon desenvolupament dels peixos de l'aquari, cal que aquest mantingui unes condicions físiques, químiques i biològiques determinades.

El terra de l'aquari està format per petites pedres de grava, les quals s'han de netejar setmanalment d'una manera superficial i trimestralment de manera integral. La raó és reduir la presència d'excrements i restes de menjar que puguin quedar dipositats al sòl, que podrien elevar els continguts de nitrats a l'aigua.

Els vidres de l'aquari són propensos a l'adhesió de petites molses, susceptibles de presentar un creixement desmesurat si es produeix eutrofització. L'eutrofització es dona quan hi ha una acumulació ràpida de nutrients minerals en un medi aquàtic, cosa que comporta la proliferació excessiva de vegetals que hi habiten. Llavors representen una plaga i impliquen un problema greu per a l'ecosistema de l'aquari, ja que en disminuir l'oxigen de l'aigua els peixos resulten afectats. Per combatre les molses i controlar-ne l'abundància, cal netejar setmanalment els vidres amb l'ajut d'esponges o fregalls. Si creixen massa, però, poden ocupar no sols les parets de vidre, sinó també el sòl, d'on és molt difícil treure-les, cosa que cal evitar.

La neteja de l'aquari, però, no depèn tant de les intervencions dels cuidadors com del bon funcionament del filtre amb què està dotat, el qual s'encarrega de retenir les impureses de l'aigua i d'oxigenar-la, mantenint-la en condicions idònies per als peixos. El termòstat es troba submergit i permet regular la temperatura. Per tal d'aconseguir un bon equilibri químic de l'aquari és necessari efectuar correctament el control dels paràmetres següents: pH, temperatura, duresa i nitrats.

Quant a la flora, s'ha de vigilar molt bé el desenvolupament de les plantes aquàtiques ja que una

proliferació excessiva pot desequilibrar molts paràmetres químics i provocar així una clara eutrofització, gens convenient per a la vida dels peixos. El control consistirà a reduir la il·luminació artificial de l'aquari (fluorescents col·locats a la part superior) a només un parell d'hores al dia o menys.

4.1.4 Manteniment i control

Al llarg del curs, hem realitzat setmanalment l'anàlisi d'aigües de l'aquari. Amb aquests enregistraments preteníem conèixer l'estat de certs paràmetres físics, químics i biològics per corregir-los si feia falta. D'aquesta manera garantíem les condicions idònies per al bon desenvolupament de la fauna i flora. És imprescindible que aquest manteniment s'efectuï amb el rigor i l'objectivitat científica que tota investigació requereix, ja que és a partir dels valors obtinguts que podrem interpretar l'estat de l'aquari i reaccionar adequadament davant qualsevol desequilibri.

L'aquari requereix un manteniment físic: setmanalment cal afegir-hi una certa quantitat d'aigua (barreja d'aigua destil·lada amb no destil·lada) per mantenir el volum idoni. Aquesta aigua és sotmesa a un procés de filtració i oxigenació a fi de fer-ne un medi apte per la vida. A part, de tant en tant convé renovar tota l'aigua, circumstància que s'aprofita per netejar el sòl i els vidres en profunditat. Quant a la determinació dels paràmetres i els mètodes que cal seguir, s'ha de fer una selecció prèvia en funció de la relació que s'estableix entre ells. Aquesta relació possibilita la interpretació de les variacions experimentades, atesos els canvis que també han sofert altres paràmetres relacionats.

Per determinar la temperatura utilitzarem un sensor tèrmic que submergíem dins l'aigua. Els valors correctes per al nostre aquari estaven entre els 23° i 26°C. En funció del resultat obtingut, modifícavem la posició del regulador de temperatura, que és el que manté la climatització idònia.

En l'anàlisi del pH introduïem l'elèctrode dins l'aigua i el movíem lleugerament fins que els valors del pH s'estabilitzaven. Els valors considerats correctes es trobaven entre 7 i 7,7. Si el mesurament era superior, tiràvem unes gotes d'HCl diluït a l'aigua de l'aquari per tal d'abaixar-lo i apropar-nos a un valor de pH neutre. Això fa que sigui molt important garantir el calibratge correcte de l'elèctrode, cosa que comporta que cada dues setmanes es renovi la solució tampó i se'n comprovi la fidelitat.

Per analitzar-ne la duresa, agafàvem 50 ml d'aigua que posàvem en un vas de precipitats i el col·locàvem sobre un agitador magnètic. Després, amb l'ajuda d'una pipeta, hi afegíem 1 ml de solució



Logos del Projecte Rius i del Parc de Collserola

tampó pH 10 i dues gotes de l'indicador negre d'ericrom T. D'aquesta manera l'aigua adquiriria un to rosat que ens permetia fer la valoració de la duresa a partir del canvi de color. La coloració es deu a la reacció que es dona entre l'EDTA que hi afegim i els ions Ca^{2+} i Mg^{2+} de la mostra. El viratge de color es produirà quan hàgim afegit aproximadament entre 12 i 15 ml d'EDTA. Si necessitem posar-hi més quantitat, vol dir que la duresa és alta.

L'anàlisi dels nitrats l'efectuàvem a partir de 10 ml d'aigua de l'aquari, a la qual afegíem 10 gotes de la solució de nitrats núm. 1. Remenàvem i deixàvem reposar la solució destapada. Mentre reposava, agafàvem el pot de nitrats núm. 2, que havia de ser sacsejat durant tres minuts. Acabada l'agitació, hi posàvem 10 gotes, remenàvem de nou el pot i el deixàvem reposar. Posteriorment l'aigua canviava de color i calculàvem els nivells de nitrats seguint una corba de calibratge.

4.2 Contactes amb institucions

4.2.1 Projecte Rius

En un principi no teníem gaire clar com podíem enfocar el treball per tal que constés d'una part teòrica i una part pràctica. Per això volguérem contactar amb un grup que ja estigués implicat en projectes de mostreig i control d'aigües fluvials i ens pogués orientar. Això ens havia de permetre tenir una idea més clara del tema definitiu, delimitar l'abast del treball i veure com el faríem.

A través de la nostra tutora i d'una de les integrants del grup vam conèixer el Projecte Rius. Tot mirant la seva pàgina web, veiérem de què es tractava i decidírem contactar-hi. A mitjan febrer de 2009, els enviàrem un e-mail explicant que érem un grup de noies de batxillerat que ens proposàvem fer el treball de recerca sobre la riera de Vallvidrera i que buscàvem informació de grups que ja treballassin en programes de protecció i millora de la qualitat dels rius. Volíem conèixer els projectes que duïen a terme i sobretot algun que estigués relacionat amb la riera de Vallvidrera i ens va semblar molt interessant que oferissin la possibilitat de participar-hi.

Un dels objectius del Projecte Rius és apropar la gent a la realitat fluvial, explicant el seu funcionament i els organismes vius que s'hi poden trobar. La seva eina principal és la sortida formativa, on informem sobre la importància ambiental i social dels ecosistemes fluvials, els problemes que pateixen i què es pot fer per atenuar-los.

Els voluntaris fan el seguiment semestral d'un tram de riu que ells mateixos han triat, a la primavera i a la tardor. L'actuació inclou el control dels paràmetres físics i químics del riu (temperatura, cabal, velocitat de l'aigua, amplada del tram, fondària, pH, nitrats...) i dels biològics (animals i plantes aquàtiques i terrestres, estat del bosc de ribera), així com detectar possibles alteracions que s'hi puguin produir (abocaments, contaminació de l'aigua, sequera...).

El Projecte Rius facilita la formació i el material necessari per dur a terme aquest seguiment. Alhora, té la intenció d'augmentar el grau d'implicació de la població mitjançant la possibilitat d'adoptar un tram de riu. Això permet que la gent hi faci altres actuacions de manteniment de manera controlada, com és la neteja o la recuperació de l'entorn. L'entitat està vinculada a la Universitat de Barcelona, que s'encarrega de l'anàlisi de mostres.

4.2.2 Centre d'Informació de Collserola i Can Coll

Atès que la riera de Vallvidrera es troba dins el Parc de Collserola, també ens vam posar en contacte amb el Consorci, a fi d'aplegar informació i conèixer els projectes de restauració realitzats en aquesta riera. Ens va caldre anar a Can Coll, que és el seu espai d'educació ambiental. Situat en una masia del segle XV, promou el coneixement i les activitats educatives pels centres escolars en l'àmbit del Parc de Collserola. El seu ampli programa s'adreça tant a estudiants com a mestres i professors, i compten amb actuacions d'un dia de durada, pensades per a escoles i instituts, que varien segons les edats a les quals estan destinades. Poden ser sobre l'entorn natural, el món rural, la història, la geografia, la flora i/o la fauna.

4.2.3 Ajuntaments de Sant Cugat i Molins de Rei. El CEPA

A través del web de l'Ajuntament de Sant Cugat vam aconseguir altres contactes amb associacions i entitats relacionades amb el medi ambient com el Grup de Natura del CMSC, el CEPA o Greenpeace, i més informació sobre Collserola. Sant Cugat és el municipi que té major extensió del Parc, tot i que la riera de Vallvidrera ocupa una posició marginal, ja que és un dels seus límits.



Sortida de formació a Abrera

El CEPA (Centre d'Ecologia i Projectes Alternatius) és una associació ecologista i científica, la finalitat de la qual és, des del 1987, servir d'espai de treball i reflexió a persones i grups amb l'objectiu d'aturar projectes agressius contra el medi ambient i les persones. És per això que intervenen en temes de contaminació industrial, residus, produccions netes, consum, energia, etc., amb la intenció de millorar la qualitat de vida de la gent. També defensen i fan realitat propostes respectuoses amb la preservació d'un entorn saludable i perdurable. Tenen seus per tot Espanya, però on vam poder recollir informació sobre les urbanitzacions de la riera de Vallvidrera va ser en la que es troba situada al municipi de Molins de Rei. Allí ens parlaren sobre el pla urbanístic que l'Ajuntament vol dur a terme al sector de la Rierada, ubicat dins el parc de Collserola, per millorar els subministraments de llum, gas i aigua potable als habitatges existents. Segons el CEPA, aquest pla urbanístic seria utilitzat per l'Ajuntament com a excusa per ampliar la zona edificable de la urbanització.

A causa de la proximitat de la riera de Vallvidrera al nucli urbà de Molins de Rei, també vam considerar interessant parlar amb l'Ajuntament de la població. D'aquesta manera volíem veure quina actitud adopta a l'hora d'iniciar nous projectes prop de la riera i si mantenen algun control i/o neteja. A l'Àrea Mediambiental ens van informar sobre la polèmica del pla urbanístic, que ja ens havien explicat al CEPA. El projecte respecta l'actual distribució de la urbanització, tenint en compte dues zones diferents: la més nova, on es construiran infraestructures, i l'antiga, on es protegeixen les masies i els espais de més interès. L'Ajuntament defensa que el projecte d'urbanització de la Rierada ajudarà a millorar els serveis mínims i les condicions de vida dels residents, com també la riera mateix. A més, també ens van informar d'unes obres que volen fer a la desembocadura intentant alterar el mínim possible el curs del riu. Per això



Aprenent a mesurar

construiran un pont i desplaçaran una rotonda més lluny de la desembocadura.

4.3 Sortides formatives

4.3.1 Reunió amb en David Campos (Projecte Rius)

La nostra petició d'informació al Projecte Rius va ser contestada per en David Campos, coordinador i encarregat d'organitzar els diferents grups de voluntaris i d'orientar-los en les inspeccions. Al seu e-mail ens explicà que tenen una xarxa de voluntaris que, de manera semestral, mostregen el riu triat (qualsevol riu o riera de Catalunya) per determinar quin és el seu estat de salut. Amb les dades aplegades s'elabora un informe anual. Així doncs, ens va suggerir que els anéssim a veure i els exposéssim què pensàvem fer i com ho faríem. Tot plegat ens animà a participar en algun dels seus projectes, dins el qual potser podríem encabir el nostre estudi sobre la qualitat de la riera. Malgrat que la idea inicial que teníem era fer una recopilació sobre la riera de Vallvidrera, des de la seva història fins a la seva situació actual, projectes que s'hi estan fent, l'impacte mediambiental que rep, etc., no tancàvem portes a res. Ara veiem la possibilitat d'afegir-li la part pràctica i experimental dels mesuraments. Ens vam reunir a principis de març, a la seu que tenen al barri de Sants, a Barcelona.

La informació obtinguda del Projecte Rius i dels estudis de qualitat de l'aigua ens ha estat molt útil. La reunió ens va servir per definir una mica més el tema del treball i saber amb quins mitjans comptàvem per fer l'estudi de la riera. Gràcies a Projecte Rius hem après molta metodologia que cal seguir en les inspeccions al curs fluvial.

4.3.2 Sortida a Abrera

La gent del Projecte Rius ens va recomanar anar a Abrera, a una de les sortides formatives



Trèvoles al pantà de Vallvidrera



Fonoll

que organitzen al riu Llobregat, per tal que la gent el pugui conèixer i veure què s'hi fa. Així que hi anàrem. Allà hi havia un grup de monitors que ensenyaven els macroinvertebrats que es podien trobar en una safata d'aigua del riu, les plantes que s'observen a la zona, etc. En Ventura ens va mostrar com es feia una bona inspecció d'un tros de riu, amb el protocol que ells utilitzen, tot explicant detalladament cada pas. Va ensenyar-nos espècies de plantes i animals, la manera com determinar la velocitat de l'aigua, com mirar-ne la transparència, la temperatura, etc., i també com es prenen les mostres per analitzar. Així, vam aprendre molta metodologia i ens va donar una idea general per fer el nostre propi protocol, el qual hem utilitzat després en totes les sortides del present estudi. Tots tingueren molt interès a ajudar-nos i aclarir-nos dubtes sobre aspectes metodològics. En aquesta sortida és on realment vam conèixer de primera mà el que després faríem en les nostres inspeccions periòdiques a la riera de Vallvidrera.

4.3.3 Sortida de presa de contacte al pantà, amb la tutora

La primera sortida que, com a grup de treball, vam fer a la riera de Vallvidrera, va ser el diumenge 10 de maig de 2009. Com que encara no havíem estat mai pel nostre compte en cap tram de la riera i no sabíem ben bé com procedir a l'hora d'observar, mesurar, agafar mostres, en definitiva, estudiar bé el medi, la nostra tutora, la Pepa Ruf, ens va acompanyar i guiar durant tota la sortida.

Vam decidir començar al pantà de Vallvidrera, ja que, arbitràriament, es pot considerar que la part de riera amb circulació permanent té l'origen en la canonada de desguàs que hi ha sota l'embassament. A partir d'aquest punt i durant el seu recorregut, la riera té nombrosos afluents que li aporten l'aigua de la pluja procedent dels vessants.

Un cop allà, la nostra feina d'observadores començava. És important fixar-se en tot, ja que així sempre es tindrà més informació a l'hora de fer l'estudi. Per exemple, que el dia era ennuvolat. Un panell informatiu del pantà informa de la seva inauguració el 1864 i dels 255 metres d'altitud que hi ha respecte al nivell del mar, i ens fixàrem especialment en la presa feta de maons.

A continuació vam determinar una sèrie d'aspectes físics del pantà: la seva morfologia, l'aigua, el bosc dels voltants, etc. Les nostres percepcions aproximades van ser:

- Amplada mitjana del pantà: 20-25 m.
- Fondària mitjana: 2-3 m.
- Amplada de la ribera: 5-6 m.
- Color de l'aigua en general i vista des de lluny: verdós.
- Aigua: inodora i incolora, però s'hi observen una mica d'impureses, petites partícules suspeses. No hi havia ni escumes ni olis.
- Vores: prat frondós i molt verd, amb gramínies, cards i malves.
- Bosc: alzinar a ambdues bandes. No s'havia format un bosc de ribera a causa de la quantitat de sediments que presentava el terreny. El bosc més pròxim era l'alzinar amb pins que s'hi ha pogut adaptar bé.
- Ús de les terres: zones residencials, de passeig i d'esbarjo.

Hi havia més aigua del normal per a l'època de l'any a causa de les pluges inusuals que hi havien caigut el passat hivern-primavera, però feia uns dies que no plovia. Això ho vam poder deduir perquè l'aigua no estava remoguda ni tampoc presentava un color marronós, fet que indicava que els sediments aportats s'havien dipositat al fons. En prendre una mostra d'aigua, si es veu que aquesta és incolora i inodora, aleshores és que aquesta comença a estar neta. Una vegada inspeccionat per sobre el terreny que voreja el pantà, vam decidir agafar mostres d'aigua.



Menta salvatge



Liris d'aigua

1. Mostres d'aigua:

1.1. Zona d'obaga (part dreta del pantà, seguint el corrent), mostres de les vores (l'aigua estava estancada):

1) Mostra de la zona del començament del pantà (contenia algues i una mica de greixos i escumes).

2) Mostra amb fang de les vores.

3) Mostra amb moltes larves d'insectes.

La temperatura de l'aigua era aproximadament de 17°C.

1.2. Zona de solana (part esquerra del pantà): l'aigua tenia una temperatura superior: estava entre 19 i 23°C, segons la profunditat de l'indret.

Hi havia una mena de bassa separada de la resta del pantà en aquest costat.

1.3. La zona inicial del pantà és més estreta i mostra més eutrofització. També hi vam trobar escumes i olis de procedència desconeguda que no eren presents a la resta del pantà.

2. Plantes:

- Zona d'obaga: la nostra tutora ens va ajudar a diferenciar:

- Trèvols (*Trifolium repens*)
- Fonoll (*Foeniculum vulgare*)
- Menta salvatge (*Mentha pulegium*)

- Zona de solana: en aquest indret vam trobar:

- Aladern (*Rhamnus alaternus*)
- Heura (*Hedera helix*)
- Roure martinenc (*Quercus pubescens*)
- Liris d'aigua

- Zona de la presa:

- Robinies (*Robinia pseudoacacia*)

4.3.4 Sortida a Molins de Rei

El dia 7 de juny de 2009, l'Associació Hàbitats, Projecte Rius i el Centre Excursionista de Molins de Rei van organitzar una sortida educativa dins el ter-

me municipal amb l'objectiu d'apropar-se i conèixer millor el tram de la riera de Vallvidrera que hi passa, parlar de les espècies que hi habiten i de l'estat de conservació.

La riera mediterrània és un curs d'aigua de cabal variable, segons les precipitacions; els seus corrents són temporals i a l'estiu, moment del dèficit hídric, acostuma a patir sequera. La urbanització de parts de les vores li comporta dos problemes afegits, ja que s'extreu aigua del seu subalvi en detriment del medi natural i alhora pot rebre aportacions contaminants. La vegetació característica que creix a l'entorn d'un riu s'anomena vegetació de ribera. De vegades, però, s'hi han introduït espècies estranyes que fan la competència al bon desenvolupament de la vegetació autòctona.

La riera de Vallvidrera està considerada l'únic curs d'aigua permanent de Collserola. En la visita vam travessar Molins de Rei fins a arribar al camp, on vam passar per uns horts. Aquesta zona, que podria ser inundable, havia estat aprofitada per al conreu, tot i que ara mostra abandonament. Però continua sent important per a alguns animals com els ocells, que fan el niu als arbres. L'àrea té una gran biodiversitat i això és un bon senyal.

L'Andrea, la guia de la sortida, va explicar que, quan un sistema està sa, es pot autoregular. Aquest tram de riera, però, i pel que fa a la vegetació, necessita molta ajuda a causa de la greu alteració produïda per l'home. Com en moltes zones d'horta, hi trobem la canya, una planta no autòctona, però amb dos mil anys de presència i d'aprofitament agrícola i industrial. Es multiplica pel rizoma, tendeix a ocupar tota la riba i no dona gaire ombra a la llera. Aquest fet és negatiu, ja que amb un excés de sol les plantes aquàtiques proliferen en abundància i fan disminuir el nivell d'oxigen de l'aigua, cosa que dificulta

la vida animal. La canya abans s'utilitzava a l'horta com a suport de les plantes enfiladisses, en cistelleria i construcció. Per això es considerava un conreu de tala anual que la mantenia controlada, però ara s'ha abandonat i creix sense regulació. És una planta molt resistent, difícil d'eliminar i amb molta capacitat regenerativa. La seva reproducció per rizomes li impedeix de colonitzar espais separats, si no es planta. Tot i això, és una espècie oportunista que tendeix a expulsar les pròpies del país.

Durant el trajecte que ens va portar fins a la riera vam observar els canvis d'ambients, de més oberts i secs a més humits i tancats a mesura que ens apropàvem al curs d'aigua. Encara al camí, l'Andrea ens va parlar sobre els arbres, ja que a la primera zona ens vam trobar una màquina d'estellar. Hi ha espècies que no són útils i si, a més, s'assequen, augmenten el risc d'incendis, sobretot a l'estiu. Per tal de prevenir-los, aquestes màquines estellen els troncs caiguts i les branques. Però el problema és que sovint les franges de protecció obertes arriben a les zones de ribera i tallen més del que caldria per al bon funcionament de l'ecosistema. És difícil trobar un equilibri entre conservació d'ambients natural i la seva preservació del foc.

Antigament es feia un bon ús dels boscos. La gent, sense tenir consciència de la feina de neteja i preservació que feia, retirava la llenya del sòl, després la cremava a la seva llar, per cuinar o escalfar-se, i s'evitaven els incendis. Les persones sabien aprofitar allò que la natura els oferia. Aquesta interacció ha canviat molt i ara hi ha una alteració patent, de manera que molts ecosistemes no poden o els és molt difícil autoregular-se.

La península Ibèrica és una zona molt rica en diferents climes i ecosistemes, i encara que Catalunya no és un dels indrets més secs, ha patit un llarg període de sequera durant els últims anys. Malgrat tot, sembla que les precipitacions d'enguany han suavitzat bastant aquesta situació i ara podem dir que ens trobem en fase de recuperació. Com a curiositat cal destacar que, encara que pocs, vam trobar alguns joncs pel camí, cosa que és un bon senyal pel que fa a l'estat de conservació de la zona. Altres espècies vegetals que hi observem: càrex, freixe, plàtans i alzina. El plàtan es considera espècie naturalitzada. Encara que no és ben bé de ribera, no se'l considera perjudicial, com ho és l'acàcia robínia, per exemple.

A les vores de la riera, la guia va explicar en què consisteix un mostreig científic abans de passar a la pràctica d'agafar-les. S'acostuma a delimitar un tram de 100 m de curs fluvial i sempre es comença a inspeccionar de baix cap a dalt. Es fa així perquè d'aquesta manera s'evita que, en remoure l'aigua i la terra, algu-

nes espècies es desplacin cap a baix amb la circulació de l'aigua i després les puguem trobar en zones on no haurien de ser.

Quant als paràmetres, se'n poden determinar de tres tipus: els biològics, els químics (o fisicoquímics) i els físics (o físicogeogràfics). S'enumeren en aquest ordre segons fiabilitat per tal de determinar l'estat de salut d'un curs d'aigua. Els organismes vius ens en poden donar molta més informació. En aquest cas, el més probable és que gairebé únicament trobem macroinvertebrats. L'Andrea ens va explicar que per identificar-los s'utilitzen unes claus anomenades claus dicotòmiques, on es van fent preguntes de resposta afirmativa o negativa, mitjançant les quals es van descartant opcions i se n'especifiquen d'altres amb què s'arriba fins a un tipus d'espècie.

Les taules representatives de vegetació i macroinvertebrats del Projecte Rius presenten una coloració per a cada espècie que indica la qualitat de la zona on és més freqüent trobar-los, per ordre de més a menys sa. Les claus de color són: blau (òptim), verd (bo), groc (regular), taronja (dolent) i vermell (pèssim). Cal tenir present, però, que si en un tram trobem espècies pertanyents als últims colors no necessàriament significa que la zona no sigui sana, sinó que les espècies són més tolerants i poden viure en medis amb més contaminació.

Vam trobar-hi:

- Una larva de libèl·lula (*Calopterygidae*), de la família dels odonats, la qual indica una qualitat bastant bona de l'aigua. Té tres parells de potes a cada costat del cos, que és força allargat. Aquesta espècie és depredadora, obre una mena de màscara que presenta a la part facial i així pot caçar. La seva fitxa és de color verd. Segurament aquest tipus de larva no pertanyia a aquest tram de la riera, sinó que provenia de més amunt, però les pluges recents la poden haver desplaçat.
- Un tipus de gambes anomenades gammàrids (*Gammaridae*), crustaci que acostuma a viure en aigües de nivell de salut intermedi, corresponents al color groc.
- Els cargolins de barretina (mol·luscs), científicament denominats *ancils* (*Ancylidae*), que indiquen un nivell intermedi, i uns altres de més petits i de color negre.

Durant la sortida es va parlar força de les espècies invasores i de l'efecte que tenen sobre la flora i la fauna de la zona. Tot i que en aquest tram no localitzarem cap exemplar, a la riera de Vallvidrera hi ha una espècie anomenada cranc de riu americà o roig. És portador d'una malaltia causada per un fong i quan aquest animal es troba amb un cranc ibèric i



Card

competeixen per l'aliment, l'americà pot transmetre la malaltia a l'autòcton, que no hi està immunitzat. Això provoca la desaparició progressiva dels crancs del país.

A la vista de les dades obtingudes, es pot concloure que la qualitat de l'aigua d'aquest tram de la riera que passa per Molins de Rei és intermèdia. Cal destacar que està prou bé tenint en compte la proximitat al nucli potencial de contaminació que és la població.

5 TREBALL EXPERIMENTAL SOBRE LA RIERA

El treball experimental l'hem dividit entre les tasques de camp, és a dir, les realitzades durant les sortides a la riera, i el de laboratori. Cal ressaltar que els objectius inicials del nostre treball de camp eren molt diferents dels que han acabat sent. Això es deu al notable augment de coneixements que hem adquirit al llarg de les sortides formatives i reunions, a la millora en la metodologia i sobretot a la pràctica. Inicialment pensàvem que en les nostres exploracions a la riera agafaríem un parell de mostres de cadascun dels trams i que les duríem al laboratori, on analitzaríem els mateixos paràmetres que controlàvem de l'aquari (temperatura, duresa, nitrats i pH). Al final, els nostres objectius han adquirit un caràcter molt més professional. Es tractava d'anar a la riera i, a l'entorn dels tres punts de cada tram on agafàvem mostres, realitzar un estudi de la fauna, flora, característiques dels marges del riu, nivell de l'aigua, velocitat... i per descomptat mesurar paràmetres com ara la temperatura, la conductivitat i el pH, que havíem de fer *in situ* amb l'ajut de la interfície, per tal de garantir la màxima exactitud. Amb totes aquestes dades ja era possible fer un informe o una valoració més o menys realista



Malva

de la situació del tram del riu analitzat i pensar en possibles solucions en cas que es trobes en mal estat.

5.1 Materials generals per al treball experimental de camp

Una motxilla amb:

- Brúixola.
- Bolígraf.
- Llapis.
- Carpeta experimental.
- Fitxes de flora i fauna.
- Guia d'arbres i arbustos de la serra de Collserola.
- Guia de la flora i fauna dels Països Catalans.
- Pots de vidre.
- Cordill.
- Calculadora.
- Càmera de fotos.
- Bosses de plàstic de tancament hermètic.
- Pinceres.
- Tisores.
- Espàtula.
- Antimosquits i amoníac.
- Interfície.
- Sensors.
- Protocol de la riera (model a la pàg. següent).

TRAM NÚM.

MOSTRA NÚM.

Data:	
Riu:	
Tram:	
Terme municipal:	
Inspectors:	
Temps avui:	
Temps últimes 48 hores:	
Localització geogràfica:	
Altitud sobre el nivell del mar:	

PARÀMETRES GEOGRÀFICS:

L'aigua flueix	Sí			No									
Nivell habitual per a l'època de l'any	Sí		No		Més		Menys		Per què				
Amplada mitjana del canal (m)													
Fondària mitjana del canal (cm)													
Velocitat de l'aigua													
Cabal (m ³ /s)													
Amplada mitjana de la zona de ribera	Marge dret												
	Marge esquerre												
Color de l'aigua													
Olor de l'aigua													
Indicacions d'olis, escumes, impureses	Sí							No					
Presència de deixalles	Sí							No				Tipus	

Condicions de les vores del riu / Condicions generals:

	Esquerra	Dreta
Erosionades		
Amb vegetació		
Amb bosc		
Prats, gespes		
Platges		
Aiguamolls, pantans, llacs		
Talades		
Camí vora el riu		
Terra remenat		
Runes		
Zona d'accés per a persones		
Urbanitzades		
Canalitzades		

	Sí	No
Zones de corrent fort o ràpids		
Zones de corrent lent o basses		
Gorgs		
Illes		
Salts d'aigua		
Afluents		
Captacions d'aigua amb canonades		
Canals d'irrigació		
Resclosos		

Ús de les terres dels marges del riu:

	Sí	No
Industrial		
Residencial		
Comercial		
Zones protegides		
Àrees d'esbarjo		
Abocadors		
Àrees d'aparcament		
Agrícola		
Ferrocarril		
Carreteres		

PARÀMETRES FÍSICOQUÍMICS:

	<i>In situ</i>	Laboratori
Temperatura		
pH		
Transparència (1, 2, 3, 4)		
Conductivitat		
Nitrats		
Fosfats		
Amoni		
Duresa de l'aigua		
DQO		

PARÀMETRES BIOLÒGICS:

Fauna	Invertebrats	Planàries o triclàdides	
		Cucs o oligoquets	
		Sangoneres o hirudinis	
		Crustacis	
		Aràcnids	
		Libèl·lules i espiadimonis o odonats	
		Efimers o efemeròpters	
		Mol·luscs	
		Plecòpters	
		Megalòpters	
		Heteròpters	
		Escarabats o coleòpters	
		Tricòpters	
	Dípters		
	Vertebrats	Peixos	
Amfibis			
Rèptils			
Ocells			
Mamífers			
Flora			

5.2 Metodologia general

5.2.1 Trams de la riera establerts pel nostre grup

Per poder fer un bon estudi de qualsevol curs fluvial, en primer lloc s'ha de poder situar i conèixer el seu desenvolupament al llarg del territori. El nostre primer pas, doncs, fou buscar la situació geogràfica de la riera de Vallvidrera i el recorregut que té al llarg de la serra de Collserola. Ens va ajudar molt un tríptic del Projecte Rius anomenat "Participa en la gestió de la riera de Vallvidrera", en el qual hi havia un mapa de la trajectòria de la riera dividida per trams, segons els diferents estats de conservació que havien avaluat. La publicació va ser de d'una importància vital per a nosaltres, ja que ens va obrir el camí principal cap a l'estudi del nostre treball, quan encara només en teníem idees a pinzellades. Amb aquesta informació de base de la qual partíem, després podríem comparar els nostres resultats amb un estudi fet per professionals.

Paral·lelament, la nostra tutora ens va facilitar dos dossiers explicatius sobre les tasques de restauració i gestió de la riera, fets pel Consorci del Parc de Collserola, el Departament de Biologia de la Universitat de Barcelona i el Projecte Rius, anomenats *Restauració de l'espai fluvial de la riera de Vallvidrera* (al qual hem fet referència prèviament) i *Projecte de gestió participada de la riera de Vallvidrera. Informe final: resultats, participació i avaluació*. Aquests dossiers ens han estat molt útils sobretot pel fet de saber que el tema del nostre treball està viu, és a dir, és objecte d'estudis i projectes actuals i això ens va encoratjar.

Com s'ha explicat en l'apartat 2.5.1. Trams de la riera establerts en estudis previs, el Projecte Rius ja havia efectuat una divisió de la riera segons el seu estat de conservació. També hem fet esment de les zones on s'han fet intervencions atenent el pla de restauració de l'entorn, les quals estan explicades en el primer dossier del qual hem parlat. Una vegada visitades aquestes zones, les situarem en el nostre propi mapa, per saber quant recorregut englobaven i a quin o quins estats teòrics de conservació pertanyien. Això ens va permetre constatar que, en fer el projecte de restauració, no s'havien analitzat les aigües a la zona del bosc de ribera que precedeix les Planes, sector que nosaltres volíem incloure dins el nostre treball, fent especial atenció al pantà de Vallvidrera, el qual el trobàvem de gran interès. El pas següent fou seleccionar els nostres propis trams a partir del mapa que havíem obtingut de la riera, on es recollia la informació referent al seu estat de conservació.

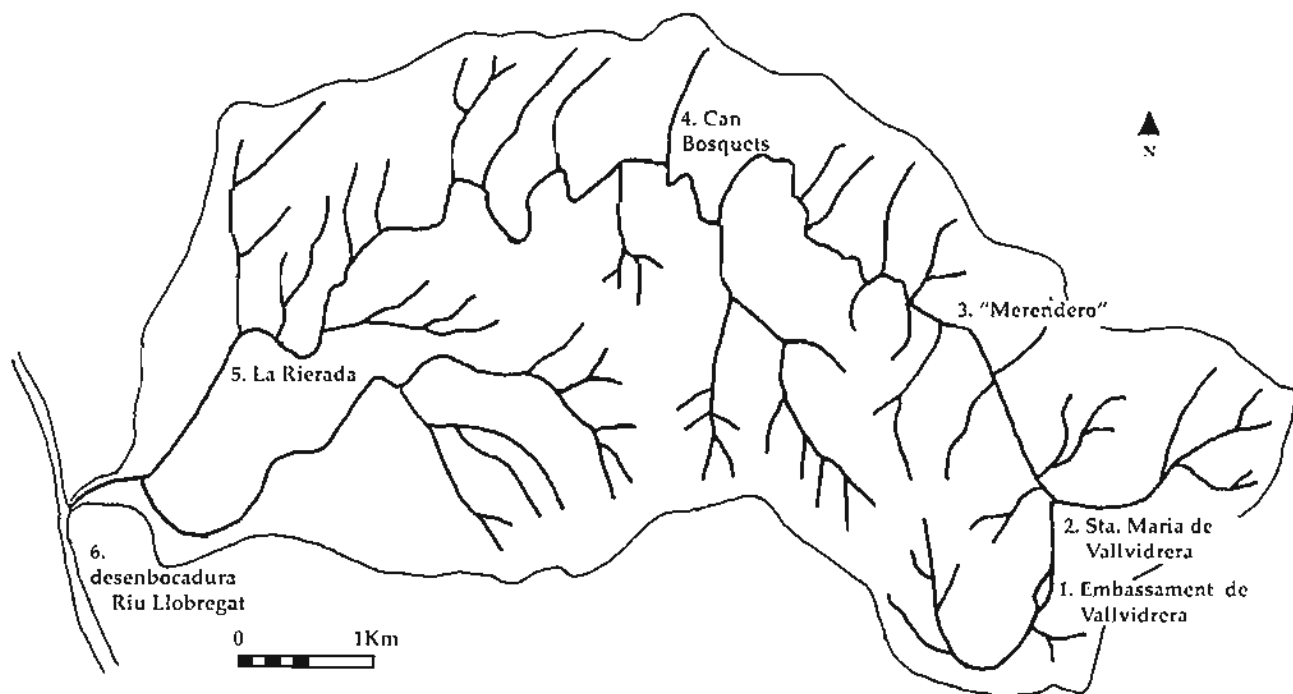
Encara que, arbitràriament i a l'efecte de l'estudi, diem que la riera de Vallvidrera neix a la desem-

bocadura del pantà, pel fet que aquest suposa una greu interrupció en el seu curs natural, la realitat és que la conformen dos corrents d'aigua que conflueixen a l'altura de l'església de Santa Maria de Vallvidrera: un provinent del sud-oest i l'altre de l'est. El primer drena l'anomenat sot de la Cua del Bacallà, on diversos petits torrents formen la llera principal definida cap a l'altura de Can Cuiàs, a la qual s'afegiran d'altres. Mirant el mapa i seguint aquest curs d'aigua en direcció nord, trobem el pantà i, un xic més enllà, l'antiga parròquia de Santa Maria de Vallvidrera. L'altre torrent, provinent de l'est, neix sota el Tibidabo, a l'indret anomenat el Coll de la Vinassa, i va descendint en direcció sud-oest alimentat amb aportacions d'aigua de petits afluents fins a arribar a l'església esmentada on aiguabarreja amb l'anterior.

Les limitacions de temps per portar a terme el treball ens feren descartar l'estudi del torrent de la Budellera i fins i tot el de la Cua del Bacallà, de manera que vam començar a l'embassament, ja que trobàvem de gran interès obtenir mostres d'aigua i analitzar la fauna i la flora del pantà de Vallvidrera, un indret preciós i peculiar. Des d'allà seguirem fins a la desembocadura, determinant els punts on farem mostres, els quals pertanyien a zones amb diferent estat de conservació. Segons el Projecte Rius, la riera està dividida en vuit trams de diferent qualitat d'aigua, cadascuna de les quals es dona dues ocasions. Per evitar reiteracions, vam decidir estudiar una zona de cada categoria (estat natural, bona, regular, dolenta i pèssima). Al final, però, ens en van sortir sis, repetint els àmbits d'excel·lent i pèssima conservació.

- **Primer tram:** el pantà de Vallvidrera.
- **Segon tram:** zona just passada la presa del pantà i abans d'arribar a l'església de Santa Maria de Vallvidrera.
- **Tercer tram:** zona del "Merendero" de les Planes.
- **Quart tram:** zona de Can Bosquets.
- **Cinquè tram:** la Rierada; zona de la riera coneguda popularment amb aquest nom, dins el municipi de Molins de Rei.
- **Sisè tram:** part més baixa i desembocadura de la riera al riu Llobregat.

En cadascun dels trams ens hem mogut en una zona compresa entre els 20 m mínims de llargària, com en el cas del segon, i els 160 m, al pantà. Dins aquest espai, hem pres una mitjana de tres mostres en diferents punts, més o menys equidistants, fixant-nos en les zones de diferent velocitat de corrent o canvi d'algun altre tipus de condició com, per exemple, la vegetació o l'orientació en el cas del pantà.



Trams de riu estudiats

5.2.2 Passos que cal seguir

Per poder fer un estudi dels diferents trams de la riera establerts, vam començar inspeccionant una mica les zones per tal de decidir quins punts eren els més adients. De cada tram de riera hem analitzat tres punts, cadascun corresponent a una mostra.

- En el tram 1, entorn del pantà, hem pres la primera mostra a l'extrem sud, és a dir, al seu inici, tant al juliol com a l'octubre; la segona mostra aproximadament al centre pel que fa a la seva longitud; i la tercera, just al costat de la presa.
- En el tram 2, hem agafat la primera mostra de l'aigua on surt de la canonada, sota el pantà. La segona i la tercera mostra les hem separat amb un interval de cinc metres cadascuna.
- En el tram 3, abans d'arribar al tram del Merendero, la riera creua la carretera que hi ha just després de la depuradora de les Planes, i ho fa per sota d'un pont. La primera mostra d'aquest tram l'hem agafat de l'aigua que en surt. La segona, uns set metres més enllà, i la tercera, passat el restaurant de La Font de les Planes, que es troba més avall del Merendero.
- En el tram 4, les mostres d'aigua de Can Bosquets han estat agafades en tres punts que presenten característiques morfològiques diferents. Als dos primers l'aigua va a més velocitat, però, a poca distància després del punt de la segona mostra, hi ha un salt que connecta el curs fluvial amb una bassa natural on l'aigua, si bé no està estancada, flueix molt més lentament. En aquest indret és on

hem agafat l'aigua de la tercera mostra.

- Pel que fa al tram 5, per accedir a la zona de la riera que volíem analitzar hem hagut de desplaçar-nos als afores del nucli urbà de Molins de Rei. És un àmbit força aïllat, passada una zona industrial i després d'una altra amb masies i camps de conreu.
- La desembocadura de la riera al riu Llobregat, tram 6, es troba després de creuar per sota de l'autopista. Hem agafat les mostres d'aigua en dues de les tres úniques basses existents que contenien aigua.

En cadascuna de les sortides de mostreig el nostre grup de treball ha seguit la metodologia que es podria resumir en les indicacions següents:

1. Agafem els FGC o un altre tipus de transport per dirigir-nos al tram de la riera desitjat.
2. Caminem fins al punt de la riera en concret que haurem escollit pel seu interès i seguint uns criteris de comoditat a l'hora de fer les anàlisis.
3. Preparem tot el material necessari.
4. Omplim el primer quadre del protocol en el qual consta la data, el riu, el tram, el terme municipal, els inspectors, el temps d'aviu i de les últimes 48 hores, la localització geogràfica i l'altitud sobre el nivell del mar.
5. Observem el curs del riu, fixant-nos si l'aigua flueix i si ho fa en la quantitat habitual per l'època de l'any.
6. Analitzem l'amplada i la fondària del canal.
7. Calculem la velocitat de l'aigua.
8. Calculem el cabal del riu.

9. Fem una aproximació de l'amplada mitjana de cadascun dels marges de la zona de ribera.
10. Mirem el color de l'aigua i la seva transparència.
11. Olorem l'aigua d'aquest mateix tram.
12. Ens fixem si hi ha presència d'olis o impureses al llarg del curs del riu igual que la presència de deixalles.
13. Fem una valoració de l'estat en què es troben les vores del riu (erosionades, amb vegetació, urbanitzades...).
14. També ens fixem en les peculiaritats físiques que presenta el tram escollit (gorgs, illes, salts d'aigua, rescloses...).
15. L'ús que es fa de les terres dels marges de la riera també és un aspecte important per valorar ja que pot repercutir de manera directa en el seu estat (zona industrialitzada, zona protegida, àrees d'esbarjo...).
16. Agafem els pots de vidre i escollim tres punts (separats per un mínim de 5 m) per agafar les mostres i els omplim.
17. Amb l'ajut de la interfície, comprovem la temperatura, el pH i la conductivitat de cadascuna de les mostres que hi ha als tres pots.
18. Tanquem les mostres i les guardem a la motxilla en un lloc protegit i tancat hermèticament.
19. A continuació passem a analitzar els paràmetres biològics començant per la presència de plantes que hi ha a la vora del tram del qual hem agafat la mostra. Aquesta anàlisi la fem amb l'ajut de guies de flora i en cas de dubte agafem una mostra de la planta i la posem en una bossa tancada hermèticament per identificar-la al laboratori.
20. Després analitzem la fauna seguint un esquema classificatori.
21. Per acabar l'anàlisi del tram del riu, ens fixem en el seu estat general de salut. Mirem si està sa, si mostra els primers símptomes de malaltia, si està malalt, greu o molt greu.
22. Recollim tot el material utilitzat i el guardem de nou a la motxilla.
23. Marxem a casa.

5.3 Paràmetres per determinar

El nostre treball de camp es basa prèviament en uns fonaments científics que ens serveixen de referència a l'hora de determinar paràmetres i fer una primera anàlisi de la situació del tram observat. Hem d'apuntar que molta part d'aquest apartat serà explicada més detalladament en la metodologia del laboratori.

5.3.1 Temperatura

La temperatura és un factor abiòtic molt important en relació amb les condicions de vida i super-

vivència dels éssers vius. Aproximadament la vida a la Terra és possible entre uns 20/30°C graus sota zero (en el cas d'algunes plantes, com a exemple de vida en situacions extremes) i uns +50°C. Si aquests límits se sobrepassen, els éssers vius tenen el perill de morir per congelació o a causa de la desnaturalització de les seves proteïnes. Hi ha organismes que per viure necessiten estar en unes temperatures quasi constants, mentre que d'altres es poden adaptar a la variabilitat de les condicions. D'aquests darrers diem que la seva amplitud de tolerància és més gran. Les aus i els mamífers tenen un rang força limitat de temperatura corporal per poder viure i, pel que fa a la temperatura ambient, poden suportar molt menys les condicions extremes que no pas les espècies vegetals.

L'aigua té una calor específica elevada i, com a conseqüència, li costa més variar de temperatura. És per això que, a l'aigua, les temperatures tenen tendència a ser més uniformes. De tota manera, la temperatura de l'aigua és crucial per a les espècies que hi viuen, ja que determina el ritme de la seva activitat, especialment en els peixos.

Els peixos són organismes estrictament aquàtics, de sang freda, també anomenats poiquilòterms. La seva temperatura varia en funció de la de l'aigua de l'entorn. En termes generals es diu que a major temperatura, major activitat: el ritme metabòlic s'accelera, és clar que sense sobrepassar uns límits determinats. Si la temperatura és massa alta, augmenta la demanda d'oxigen; això els causa nerviosisme i després esgotament. Si, al contrari, la temperatura descendeix massa, les espècies empal·lideixen, els surten taques vermelloses a les escates i les seves aletes es desfilen. El ritme de la seva natació disminueix i reaccionen de manera més lenta. Cada tipus de peix té una tolerància tèrmica concreta. Però per fer una mesura general i sobretot si ens referim a espècies d'aigua dolça, la temperatura òptima per a la vida aquàtica oscil·la entre els 22 i els 26°C.

Material utilitzat

- Interfície.
- Sensor de temperatura.
- Pot amb l'aigua per determinar.

Metodologia

1. Agafem la interfície i connectem el sensor de temperatura.
2. Introduïm el sensor dins del pot de vidre que conté l'aigua.
3. Anem movent, fent cercles, el sensor dins del pot (amb cura que no vessi aigua) fins que la interfície mostri el resultat.. Taula 1

Taula 1: Resultats de la temperatura presa el juliol i l'octubre de 2009.

TRAMS		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	23,95°C	25,45°C
	Mostra 2	23,65°C	25,37°C
	Mostra 3	24,56°C	24,56°C
Tram 2 Just després de la presa del pantà	Mostra 1	Sec	20°C
	Mostra 2	Sec	20°C
	Mostra 3	Sec	20°C
Tram 3 Merendero	Mostra 1	24,54°C	24,56°C
	Mostra 2	26,89°C	24,26°C
	Mostra 3	-	24,66°C
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	19,48°C	20,40°C
	Mostra 2	21,92°C	20,50°C
	Mostra 3	-	19,96°C
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	20,30°C	13,93°C
	Mostra 2	20,60°C	13,55°C
	Mostra 3	20,30°C	13,55°C
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	No mesurat	21,31°C
	Mostra 2	No mesurat	17,70°C

5.3.2 Conductivitat

La molècula d'aigua està formada per dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen: H₂O. La unió entre aquests tres àtoms és molt forta. La molècula és elèctricament neutra, de manera que aplicant-hi una diferència de potencial no aconseguim res. Amb la tensió suficient es pot arribar a trencar la molècula d'aigua i separar-la en ions H⁺ i OH⁻, que es desplaçarien i obtindríem un petit corrent elèctric. La seva baixa capacitat conductora d'electricitat fa que l'aigua pura es consideri un bon aïllant elèctric en el pla teòric. Però, paradoxalment, sabem que l'aigua natural, tal com la trobem normalment, és bona conductora de l'electricitat. Això es deu al fet que, en la natura, sempre conté impureses dissoltes en ella: sals, àcids i altres substàncies (HCl, NaOH, NaCl, Na₂CO₃, etc.). La seva gran capacitat dissolvent fa que sigui molt difícil obtenir una aigua absolutament pura. La mateixa aigua destil·lada d'alta qualitat conté algunes substàncies químiques dissol-

tes. Les molècules d'aquestes substàncies, fins i tot quan estan en concentracions molt baixes, permeten a l'aigua conduir electricitat molt millor, ja que se separen en ions lliures que es poden desplaçar. En aquesta situació, en aplicar una diferència de potencial, es crea un corrent elèctric, que es determina per la quantitat de ions en solució i la conductivitat augmenta quan creix la concentració de ions. La seva unitat de mesurament és el microsiemens per centímetre (µS/cm).

Conductivitat en diversos tipus d'aigües:

- Aigua pura: 0,055 µS/cm
- Aigua dolça: 1,0 µS/cm
- Aigua de mar: 52 µS/cm

Així doncs, la concentració de ions dissolts, és a dir, el contingut de sals en una mostra d'aigua és el màxim factor que determina la conductivitat elèctrica. Inversament es pot dir que, en analitzar una

Quadre de conductivitat que ens indica l'estat de les aigües depenent de la quantitat de µS/cm

Conductivitat (µS/cm)	Interpretació
< 100	Aigües poc mineralitzades. Sense risc de toxicitat. Aigua que amb tota seguretat no ha patit abocaments.
100-1000	Aigües mitjanament mineralitzades. Risc moderat de toxicitat. En certs casos es poden donar de manera natural en rius.
> 1000	Aigües molt mineralitzades, sovint afectades per abocaments d'aigües residuals. Alt risc de toxicitat. Aigua que es considera fora del límit de potabilització.

mostra, si és bona conductora elèctrica, ens indica que té un alt contingut de sals. La velocitat dels ions i la conductivitat elèctrica augmenten quan pugen la temperatura i la pressió de l'aigua. La concentració iònica -i, per tant, la conductivitat de l'aigua- depèn en gran part de les alteracions humanes, de la geologia de la conca (les conques calcàries presenten conductivitats més elevades que les de geologia silícica) i sempre indica la presència d'elements com el fluor, els sulfats, el calci, el magnesi, el potassi, els bicarbonats...

Material

- Interfície.
- Sensor de conductivitat.
- Pot amb l'aigua per determinar.

Metodologia

1. Agafem la interfície i connectem el sensor de conductivitat.
 2. Introduïm el sensor de conductivitat dins del pot de vidre.
 3. Esperem fins que la interfície marqui el resultat.
- Resultats Taula2

5.3.3 El pH i el pOH

El pH mesura el grau d'acidesa o basicitat d'una dissolució i és la sigla de "potencial d'hidrogen" (en llatí *pondus Hydrogenii* o *potentia Hydrogenii*: on *pondus* significa pes; *potentia*, potència; i *hydrogenii*, hidrogen). Aquest terme, així com el de pOH, el va introduir Sören Peter Sörensen (Havrebjerg, 1868 – Copenhaguen, 1939), un bioquímic danès que va definir el pH

com a: *logaritme decimal de l'invers de l'activitat dels ions oxoni [H₃O⁺] que hi ha en una substància:*

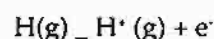
$$\text{pH} = -\log_{10} [a_{\text{H}_3\text{O}^+}]$$

on $a_{\text{H}_3\text{O}^+}$ és l'activitat d'H₃O⁺, que també es pot expressar mitjançant:

$$\text{pH} = -\log [a_{\text{H}^+}]$$

on a_{H^+} és l'activitat d'H⁺.

En una gran part d'aplicacions aproximades, el pH és donat com a $-\log [H^+]$, ja que, en dissolucions diluïdes, es pot aproximar la mesura de pH utilitzant la concentració molar del ió d'hidrogen, en comptes d'emprar l'activitat que presenta aquest ió. Les dues primeres formes de representar el significat del pH són diferents, però signifiquen exactament el mateix. És a dir, l'àtom d'hidrogen H és l'àtom més senzill i petit que existeix, format únicament per un protó i un electró. La seva energia o potencial de ionització, que és l'energia necessària per arrencar un electró d'un àtom en fase gasosa i en estat fonamental, és força elevada, així que l'àtom d'hidrogen cedeix amb bastant facilitat el seu electró a altres àtoms i queda constituït pel protó, simbolitzat per H⁺:

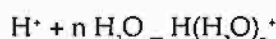


El seu potencial de ionització és bastant alt (1308 kJ mol⁻¹), però aquesta energia, expressada en

Taula 2: Resultats obtinguts de la conductivitat en les temporades de juliol i octubre.

TRAMS		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	2,39 µS	3,10 µS
	Mostra 2	2,39 µS	3,19 µS
	Mostra 3	2,39 µS	3,08 µS
Tram 2 Just després de la presa del pantà	Mostra 1	Sec	1,16 µS
	Mostra 2	Sec	1,17 µS
	Mostra 3	Sec	1,13 µS
Tram 3 Merendero	Mostra 1	4,04 µS	4,19 µS
	Mostra 2	4,76 µS	4,08 µS
	Mostra 3	-	5,30 µS
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	3,41 µS	3,32 µS
	Mostra 2	3,47 µS	3,19 µS
	Mostra 3	-	3,21 µS
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	4,67 µS	2,67 µS
	Mostra 2	2,82 µS	2,86 µS
	Mostra 3	2,93 µS	2,65 µS
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	No mesurat	2,95 µS
	Mostra 2	No mesurat	2,93 µS

quilojoules, es compensa amb l'energia del fenomen de la solvatació, en el qual un ió en dissolució queda envoltat per les molècules del dissolvent i roman així gràcies a les forces d'atracció mútues. Els cations (en aquest cas l' H^+) se solvaten fàcilment en medis polars, com en aquest cas l'aigua, les molècules de la qual tenen dos parells d'electrons sense enllaçar:



En presència d'aigua, el ió hidrogen o protó reacciona ràpidament i s'uneix a una molècula d'aigua formant el ió oxoni H_3O^+ , en el qual l'àtom d'oxigen està unit a dos àtoms d'hidrogen per enllaços covalents corrents, i amb l'altre hidrogen amb un enllaç covalent datiu on el parell d'electrons enllaçants els aporta únicament l'oxigen. Els ponts d'hidrogen faciliten el salt dels protons de molècula en molècula d'aigua.



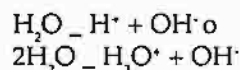
El pOH, com el pH, també mesura l'acidesa o la basicitat de les solucions. Està enunciat com a: *logarítmica negativa de l'activitat dels ions OH^- (hidròxid) en una solució.*

$$pOH = -\log_{10} [a OH^-]$$

De la mateixa manera que en el pH, en comptes del concepte "activitat" sovint s'utilitza el de "concentració":

$$pOH = -\log_{10} [OH^-]$$

Els ions OH^- provenen de la dissociació de l'aigua en solucions aquoses:



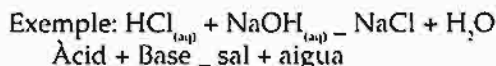
Arribats en aquest punt, però, sabem què és un àcid i què és una base?

Un àcid és una substància que té tendència a alliberar ions H^+ en dissolució aquosa. Com a característiques generals podem dir que tenen sabor agre o àcid, que modifiquen el color de determinats colorants vegetals (indicadors), que reaccionen amb molts metalls desprenent hidrogen, que reaccionen amb els carbonats i alliberen diòxid de carboni i que condueixen el corrent elèctric en dissolució aquosa. Els àcids

es classifiquen en hidràcids, formats per un no metall i hidrogen, com l' HCl (àcid clorhídric) i l' H_2S (àcid sulfhídric); i en oxoàcids, constituïts per un no metall, oxigen i hidrogen, com l' HNO_3 (àcid nítric) i l' H_2SO_4 (àcid sulfúric), per exemple. Productes habituals que contenen àcid són el suc de llimona, el vinagre, el sal-fumant domèstic...

Una base és una substància que té tendència a cedir ions OH^- també quan es troba en dissolució aquosa. Altres definicions diuen que les bases són substàncies que accepten protons i que són capaces de cedir parells d'electrons. Les bases presenten un gust amarg, tenen un tacte sabonós, no reaccionen amb els metalls, són irritants, també modifiquen el color de determinats pigments vegetals, però amb diferent color dels àcids i, de la mateixa manera que aquests, són conductores del corrent elèctric en dissolució. Una base es forma quan un òxid d'un metall reacciona amb aigua. Productes habituals que són bases: la sosa càustica, el bicarbonat, l'amoníac.

Els àcids i les bases es neutralitzen mútuament quan es barregen (per exemple, si una persona té acidesa d'estómac, es pot prendre bicarbonat, i així es redueix l'excés d'àcid clorhídric de l'estómac). En la reacció de neutralització, els H^+ dels àcids es combinen amb els OH^- de les bases i s'obté una sal + aigua.



L'escala del pH

L'escala del pH és la representació dels valors d'aquest en una recta numèrica que va des del nombre 0 fins al 14. Just a la meitat, el valor 7 correspon i representa les solucions neutres. El cantó esquerre, el qual va del 0 al 7, representa el sector dels àcids, mentre que la banda dreta indica la basicitat. Com més allunyat del centre està el valor cercat, més ens indica el caràcter àcid o bàsic d'una solució.

Quan el potencial de lliurar ions d'hidrogen s'incrementa en una substància, el valor del pH serà menor: un pH més baix ens indica una acidesa més alta. L'escala del pH, igual que la del pOH, és logarítmica. És a dir, els valors que separen cada unitat de l'escala no són iguals, ja que, si comencem des del nombre 14 (en el cas del pH), els valors s'incrementen multiplicats per 10 en cada unitat. Així, un pH 4 és deu vegades més àcid que un pH 5, però un pH 3 és cent vegades més àcid. Anàlogament, un pH 10 és deu vegades més bàsic que un pH 9, però un pH 11 ho és cent vegades més. Els valors s'incrementen en acidesa i basicitat, respectivament, de manera proporcional a la distància a què es troben del nombre 7 (el punt d'equilibri entre acidesa i alcalinitat).

mostra, si és bona conductora elèctrica, ens indica que té un alt contingut de sals. La velocitat dels ions i la conductivitat elèctrica augmenten quan pugen la temperatura i la pressió de l'aigua. La concentració iònica –i, per tant, la conductivitat de l'aigua– depèn en gran part de les alteracions humanes, de la geologia de la conca (les conques calcàries presenten conductivitats més elevades que les de geologia silícica) i sempre indica la presència d'elements com el fluor, els sulfats, el calci, el magnesi, el potassi, els bicarbonats...

Material

- Interfície.
- Sensor de conductivitat.
- Pot amb l'aigua per determinar.

Metodologia

1. Agafem la interfície i connectem el sensor de conductivitat.
 2. Introduïm el sensor de conductivitat dins del pot de vidre.
 3. Esperem fins que la interfície marqui el resultat.
- Resultats Taula2

5.3.3 El pH i el pOH

El pH mesura el grau d'acidesa o basicitat d'una dissolució i és la sigla de "potencial d'hidrogen" (en llatí *pondus Hydrogenii* o *potentia Hydrogenii*: on *pondus* significa pes; *potentia*, potència; i *hydrogenii*, hidrogen). Aquest terme, així com el de pOH, el va introduir Sören Peter Sörensen (Havrebjerg, 1868 – Copenhaguen, 1939), un bioquímic danès que va definir el pH

com a: *logaritme decimal de l'invers de l'activitat dels ions oxoni $[H_3O^+]$ que hi ha en una substància;*

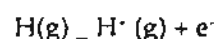
$$pH = -\log_{10} [a_{H_3O^+}]$$

on $a_{H_3O^+}$ és l'activitat d' H_3O^+ , que també es pot expressar mitjançant:

$$pH = -\log [a_{H^+}]$$

on a_{H^+} és l'activitat d' H^+ .

En una gran part d'aplicacions aproximades, el pH és donat com a $-\log [H^+]$, ja que, en dissolucions diluïdes, es pot aproximar la mesura de pH utilitzant la concentració molar del ió d'hidrogen, en comptes d'emprar l'activitat que presenta aquest ió. Les dues primeres formes de representar el significat del pH són diferents, però signifiquen exactament el mateix. És a dir, l'àtom d'hidrogen H és l'àtom més senzill i petit que existeix, format únicament per un protó i un electró. La seva energia o potencial de ionització, que és l'energia necessària per arrencar un electró d'un àtom en fase gasosa i en estat fonamental, és força elevada, així que l'àtom d'hidrogen cedeix amb bastant facilitat el seu electró a altres àtoms i queda constituït pel protó, simbolitzat per H^+ :

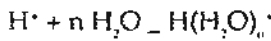


El seu potencial de ionització és bastant alt (1308 kJ mol^{-1}), però aquesta energia, expressada en

Taula 2: Resultats obtinguts de la conductivitat en les temporades de juliol i octubre.

TRAMS		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	2,39 μS	3,10 μS
	Mostra 2	2,39 μS	3,19 μS
	Mostra 3	2,39 μS	3,08 μS
Tram 2 Just després de la presa del pantà	Mostra 1	Sec	1,16 μS
	Mostra 2	Sec	1,17 μS
	Mostra 3	Sec	1,13 μS
Tram 3 Merendero	Mostra 1	4,04 μS	4,19 μS
	Mostra 2	4,76 μS	4,08 μS
	Mostra 3	-	5,30 μS
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	3,41 μS	3,32 μS
	Mostra 2	3,47 μS	3,19 μS
	Mostra 3	-	3,21 μS
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	4,67 μS	2,67 μS
	Mostra 2	2,82 μS	2,86 μS
	Mostra 3	2,93 μS	2,65 μS
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	No mesurat	2,95 μS
	Mostra 2	No mesurat	2,93 μS

quilojoules, es compensa amb l'energia del fenomen de la solvatació, en el qual un ió en dissolució queda envoltat per les molècules del dissolvent i roman així gràcies a les forces d'atracció mútues. Els cations (en aquest cas l'H⁺) se solvaten fàcilment en medis polars, com en aquest cas l'aigua, les molècules de la qual tenen dos parells d'electrons sense enllaçar:



En presència d'aigua, el ió hidrogen o protó reacciona ràpidament i s'uneix a una molècula d'aigua formant el ió oxoni H₃O⁺, en el qual l'àtom d'oxigen està unit a dos àtoms d'hidrogen per enllaços covalents corrents, i amb l'altre hidrogen amb un enllaç covalent datiu on el parell d'electrons enllaçants els aporta únicament l'oxigen. Els ponts d'hidrogen faciliten el salt dels protons de molècula en molècula d'aigua.



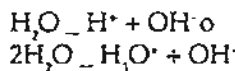
El pOH, com el pH, també mesura l'acidesa o la basicitat de les solucions. Està enunciat com a: *logaritme negatiu de l'activitat dels ions OH⁻ (hidròxid) en una solució.*

$$pOH = -\log_{10} [a OH^-]$$

De la mateixa manera que en el pH, en comptes del concepte "activitat" sovint s'utilitza el de "concentració":

$$pOH = -\log_{10} [OH^-]$$

Els ions OH⁻ provenen de la dissociació de l'aigua en solucions aquoses:



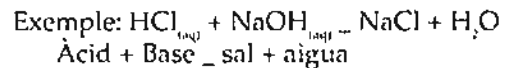
Arribats en aquest punt, però, sabem què és un àcid i què és una base?

Un àcid és una substància que té tendència a alliberar ions H⁺ en dissolució aquosa. Com a característiques generals podem dir que tenen sabor agre o àcid, que modifiquen el color de determinats colorants vegetals (indicadors), que reaccionen amb molts metalls desprenent hidrogen, que reaccionen amb els carbonats i alliberen diòxid de carboni i que condueixen el corrent elèctric en dissolució aquosa. Els àcids

es classifiquen en hidràcids, formats per un no metall i hidrogen, com l'HCl (àcid clorhídric) i l'H₂S (àcid sulfhídric); i en oxoàcids, constituïts per un no metall, oxigen i hidrogen, com l'HNO₃ (àcid nítric) i l'H₂SO₄ (àcid sulfúric), per exemple. Productes habituals que contenen àcid són el suc de llimona, el vinagre, el sal-fumant domèstic...

Una base és una substància que té tendència a cedir ions OH⁻ també quan es troba en dissolució aquosa. Altres definicions diuen que les bases són substàncies que accepten protons i que són capaces de cedir parells d'electrons. Les bases presenten un gust amarg, tenen un tacte sabonós, no reaccionen amb els metalls, són irritants, també modifiquen el color de determinats pigments vegetals, però amb diferent color dels àcids i, de la mateixa manera que aquests, són conductores del corrent elèctric en dissolució. Una base es forma quan un òxid d'un metall reacciona amb aigua. Productes habituals que són bases: la sosa càustica, el bicarbonat, l'amoniac.

Els àcids i les bases es neutralitzen mútuament quan es barregen (per exemple, si una persona té acidesa d'estómac, es pot prendre bicarbonat, i així es redueix l'excés d'àcid clorhídric de l'estómac). En la reacció de neutralització, els H⁺ dels àcids es combinen amb els OH⁻ de les bases i s'obté una sal + aigua.



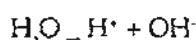
L'escala del pH

L'escala del pH és la representació dels valors d'aquest en una recta numèrica que va des del nombre 0 fins al 14. Just a la meitat, el valor 7 correspon i representa les solucions neutres. El cantó esquerre, el qual va del 0 al 7, representa el sector dels àcids, mentre que la banda dreta indica la basicitat. Com més allunyat del centre està el valor cercat, més ens indica el caràcter àcid o bàsic d'una solució.

Quan el potencial de lliurar ions d'hidrogen s'incrementa en una substància, el valor del pH serà menor: un pH més baix ens indica una acidesa més alta. L'escala del pH, igual que la del pOH, és logarítmica. És a dir, els valors que separen cada unitat de l'escala no són iguals, ja que, si comencem des del nombre 14 (en el cas del pH), els valors s'incrementen multiplicats per 10 en cada unitat. Així, un pH 4 és deu vegades més àcid que un pH 5, però un pH 3 és cent vegades més àcid. Anàlogament, un pH 10 és deu vegades més bàsic que un pH 9, però un pH 11 ho és cent vegades més. Els valors s'incrementen en acidesa i basicitat, respectivament, de manera proporcional a la distància a què es troben del nombre 7 (el punt d'equilibri entre acidesa i alcalinitat).

Càlcul del pH

L'aigua pura és una substància neutra: no és ni àcida ni bàsica. L'aigua està formada per molècules H_2O . Però part d'aquestes molècules estan dissociades en forma de cations H^+ o ions d'hidrogen, i d'anions OH^- , que també es diuen hidroxils. El fenomen s'anomena autoionització i es deu al caràcter amfòter de l'aigua. És per això que encara que l'aigua pura sigui molt mala conductora del corrent, amb instruments de mesura molt sensibles es pot veure una petita conductivitat. A l'aigua pura hi ha la mateixa quantitat de ions d'hidrogen que de ions hidroxils, encara que en conjunt n'hi ha poquíssims. Amb això podem veure que la reacció d'autoionització té lloc en un grau molt reduït.



Aquesta expressió representa l'equilibri dinàmic entre les molècules d'aigua i els seus ions. Les molècules d'aigua es dissocien, però a la vegada hi ha H^+ i OH^- que es tornen a ajuntar per formar-ne de noves.

Per saber el pH d'una dissolució a partir de la seva concentració de ions H^+ i de ions OH^- primer de tot hem de saber que p (de pH) és un operador matemàtic que significa $-\log$ de. En aquest cas, la utilitat de la sigla pH és la d'expressar concentracions d' H^+ d'una manera més senzilla i pràctica:

$$(pH = -\log [H^+]).$$

Se sap que, a 25°C, la concentració de ions H^+ i OH^- en l'aigua pura és d' $1 \cdot 10^{-7}$ M (mol/l) respectivament.

El producte de les concentracions molars d'aquests ions, constant a la temperatura mencionada, és l'anomenat producte iònic de l'aigua o K_w .

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-]$$

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 1 \cdot 10^{-14}$$

Continuem operant i afegim els logaritmes:

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$\log ([H^+] \cdot [OH^-]) = \log (1 \cdot 10^{-14})$$

$$\log [H^+] + \log [OH^-] = \log 10^{-14}$$

Canviem de signe:

$$-\log [H^+] - \log [OH^-] = -\log 10^{-14}$$

Aleshores:

$$K_w = -\log 10^{-14}$$

Operem amb logaritmes i passem a exponencial:

$$-\log_{10} 10^{-14} = X$$

$$\log_{10} 10^{-14} = -X$$

$$10^{-X} = 10^{-14} \quad X = 14$$

Finalment veiem que el producte iònic de l'aigua, és a dir, K_w , és igual a 14.

$$pH + pOH = 14$$

Un cop vist tot això, calcular el pH d'una dissolució és una tasca més senzilla.

Si sabem la seva concentració de ions H^+ , només es tracta de resoldre un logaritme.

Posem l'exemple de l'aigua pura, de la qual ja sabem que el seu pH és 7:

$$pH = -\log [H^+] = -\log 10^{-7}$$

$$\log 10^{-7} = -X; 10^{-X} = 10^{-7}; X = 7$$

Directament podríem haver emprat el nombre de l'exponent canviat de signe:

$[H^+] > 10^{-7}$ mols d' H^+ /litre _ pH < 7 (la dissolució és àcida)

$[H^+] = 10^{-7}$ mols d' H^+ /litre _ pH = 7 (la dissolució és neutra)

$[H^+] < 10^{-7}$ mols d' H^+ /litre _ pH > 7 (la dissolució és bàsica).

Mesura del pH

Els científics han dissenyat elèctrodes que són sensibles i responen selectivament a anàlisis específics en solució o fase gasosa. L'ús d'elèctrodes per mesurar potencials que donen informació química s'anomena potenciometria. El pH es mesura amb un elèctrode de vidre que és un elèctrode selectiu de ions, el qual respon discriminativament davant d'un ió. La característica més important d'aquest tipus d'elèctrodes és que comprenen una membrana prima que és capaç de reaccionar només amb el ió que es vol.

Per mesurar el pH normalment s'utilitzen uns aparells anomenats pH-metres, als quals van connectats els elèctrodes de vidre. El pH-metre és un potenciòmetre que pot mesurar el potencial elèctric quan circula un corrent extremament petit.

Cura i manteniment

Per mantenir un elèctrode de pH en bones condicions, s'ha de fer-ne un bon ús i s'ha de netejar acuradament a fi que no es descalibri ni s'atrofii. Els elèctrodes s'han d'aclarir amb aigua destil·lada entre mostres i per extreure l'excés d'aigua s'assequen curosament amb un paper absorbent. És recomanable no netejar l'elèctrode amb un drap ja que d'aquesta manera es podria carregar elèctricament. L'elèctrode sempre ha d'estar humit i, per desar-lo, se li ha de col·locar el tap, el qual sempre ha de portar una petita quantitat de solució de pH 7 (la mateixa amb la qual es calibra). No s'ha de desar mai en aigua destil·lada ja que es podria desionitzar.

Les interferències del color, la terbolesa, el clor o el material col·loïdal no afecten el bon funcionament de l'elèctrode; en canvi, si la membrana de vidre de l'elèctrode s'impregna de greix o de mate-

rial orgànic insoluble en aigua, que impedeix el bon contacte d'aquesta amb la mostra, la mesura pot sortir alterada.

Calibratge

Per obtenir unes mesures fiables, s'ha de calibrar l'elèctrode amb el pH-metre regularment. Això es realitza amb solucions reguladores de pH anomenades *buffers* de calibratge. Aproximadament l'acció del calibratge del pH-metre s'ha d'efectuar a la mateixa temperatura a la qual es mesura.

Material de laboratori

- La interfície.
- Sensor de pH.
- Paper absorbent.
- Flascó rentador.
- Una ampolla de solució de *buffer* de pH 7.
- Mostres d'aigua (en pots de vidre).

Metodologia

1. Primer de tot agafem l'elèctrode de pH i el connectem a la interfície.
2. Un cop connectat li traiem amb cura el tap amb tampó pH i l'introduïm dins del pot amb l'aigua que volem analitzar.
3. Esperem que la interfície doni el resultat.
4. Desconnectem l'elèctrode, el traiem de dins del pot i llavors el posem amb un potet amb aigua destil·lada per netejar-lo.
5. Finalment, posem el tap amb pH 7 a l'elèctrode i el guardem a la caixeta.

Resultats Taula 5

5.3.4 Terbolesa i transparència de l'aigua

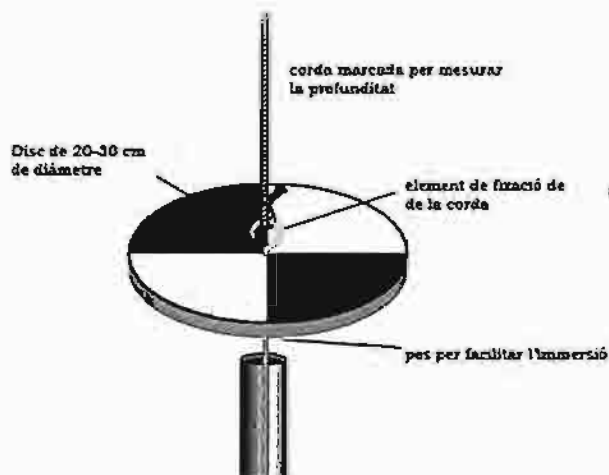
La terbolesa de l'aigua és un paràmetre relacionat amb el seu grau de transparència i qualitat. Com més tèrbola és l'aigua, menor és la seva qualitat. La transparència de l'aigua ve determinada per la quantitat de sòlids en suspensió que provenen de l'entorn immediat, siguin sediments arrossegats, alguna activitat biològica o bé agents contaminants abocats. Aquestes matèries en suspensió donen lloc a una pèrdua de transparència que dificulta la transmissió de llum dins la massa d'aigua. Com més sòlids en suspensió tingui, més bruta i tèrbola semblarà.

L'erosió de l'aigua sobre el terreny és la que aporta els sediments d'origen mineral, però també altres de diversos semblantment arrossegats. Una part dels sòlids en suspensió presents a l'aigua poden provenir de processos biològics, com és la descomposició de matèria orgànica o l'existència de compostos volàtils (com NH_3 o H_2S) generats gràcies a processos de reducció. Hi ha vegades, però, en què la terbolesa o manca de claredat de l'aigua pot estar causada justament per l'elevada concentració d'organismes com, per exemple, les algues, el fitoplàncton i les substàncies de l'humus provinent de la descomposició de la biomassa vegetal.

Els organismes aquàtics autòtrofs necessiten el llum solar per fer la fotosíntesi i són els que proporcionen l'oxigen necessari per a l'existència d'altres organismes. La zona de la superfície de l'aigua és la que està més il·luminada, però a mesura que ens anem endinsant, amb l'augment de profunditat, terbolesa i color, la llum va incidint en menor grau.

Taula 3: Mostra els resultats del pH als diferents trams en les dues temporades (juliol i octubre).

TRAMS		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	7,65	8,55
	Mostra 2	7,63	8,43
	Mostra 3	8,18	8,34
Tram 2 Just després de la presa del pantà	Mostra 1	Sec	7,16
	Mostra 2	Sec	7,39
	Mostra 3	Sec	7,46
Tram 3 Merendero	Mostra 1	7,88	7,45
	Mostra 2	7,9	7,69
	Mostra 3	7,7	7,49
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	7,49	7,47
	Mostra 2	8,18	7,53
	Mostra 3	-	7,12
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	7,54	7,61
	Mostra 2	7,71	7,18
	Mostra 3	7,94	7,75
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	No mesurat	6,88
	Mostra 2	No mesurat	7,67



Disc de Secchi per mesurar turbolença

En els ecosistemes aquàtics d'aigua dolça, com els rius i les rieres, les aigües més transparents acostumen a estar al primer tram, generalment en zones muntanyoses. Les aigües acostumen a estar més netes, hi ha menys partícules en suspensió i la velocitat i la força de l'aigua són majors, així que aquesta arrossega més els sediments. En trams més baixos, els sediments i les partícules en suspensió s'acumulen per l'acció del vent, el corrent, l'erosió dels marges o per abocaments. A part dels sediments i les partícules en suspensió, l'aigua pot ser tèrbola per l'abundància d'organismes aquàtics fotosintètics com el fitoplàncton.

La turbolença afecta la temperatura de l'aigua. Les partícules suspeses absorbeixen la llum del sol i això provoca que les aigües tèrboles siguin més calentes que les transparents. Una aigua més calenta redueix la concentració d'oxigen dissolt, ja que l'oxigen, com la majoria de gasos, es dissol millor en aigua freda que en aigua calenta. Aquest fet afavoreix la proliferació d'alguns organismes però també fa que d'altres no puguin sobreviure. Les partícules en suspensió dispersen la llum, d'aquesta manera disminueix l'activitat fotosintètica de plantes i algues, cosa que contribueix a baixar encara més la concentració d'oxigen a l'aigua. La manca d'oxigen pot provocar unes condicions d'andòxia incompatibles amb la vida. A més, les partícules suspeses també ajuden a l'adhesió de metalls pesants, pesticides i altres compostos tòxics.

Hi ha diversos mètodes utilitzats per mesurar la transparència de l'aigua. Aplicar un o altre depèn del tipus d'indret que es vulgui determinar: mar, llacs, rius... i s'ha de tenir en compte la profunditat del lloc que s'analitza.

Per a aigües poc profundes és suficient utilitzar els anomenats *discs de transparència*. Aquests són unes eines útils i senzilles d'utilitzar, encara que el resultat



Submergint un disc de Secchi

sempre tindrà un punt de subjectivitat. Aquests discs consisteixen en una cartilla circular dividida generalment en quatre parts iguals cadascuna de les quals és d'un color diferent, començant per un gris molt claret gairebé blanc i acabant en un gris de tonalitat fosca. Cadascuna de les divisions acolorides duu unes lletres escrites en diferents matisos de gris. El que s'ha de fer és col·locar la mostra d'aigua sota aquest disc i mirar en quin dels colors es veuen menys les lletres. El resultat serà el color que donarà el nivell de transparència de l'aigua: aigua transparent o gairebé, aigua lleugerament tèrbola, aigua tèrbola o aigua molt tèrbola.

Per a aigües més profundes es pot emprar un sistema força popular i utilitzat, l'anomenat *disc de Secchi*. Aquest disc és un cercle d'aproximadament uns 20 o 30 cm de diàmetre, encara que n'hi ha que poden arribar a fer 3 m, que està dividit en quatre seccions iguals pintades de blanc i negre intercalades. Aquesta base està lligada a un fil o corda graduada. Aleshores, quan el disc es posa a l'aigua, es va submergint gradualment i, un cop ja no es pot distingir a l'aigua, es pren la mesura de la profunditat a la qual s'ha deixat de veure. A continuació, se submergeix una mica més i després es torna a pujar, també a poc a poc. Quan tornem a veure el disc, tornem a enregistrar la profunditat que marca la corda. Un cop fet això ja es pot recollir.

Aquestes dues mesures de profunditat, si és que no coincideixen, ens serveixen per fer la mitjana i establir un valor de profunditat en el qual el disc de *Secchi* es perd de vista, que dependrà de la transparència de l'aigua analitzada. Aquesta eina, però, té dos inconvenients principals: el primer és que, si l'utilitzem en una zona on hi hagi moltes plantes aquàtiques i algues, el disc es deixarà de veure de seguida, no per la turbolença de l'aigua, sinó a causa de l'extensa cobertura vegetal. El segon és que, per poder utilitzar-la, s'ha de fer des d'una embarcació o des d'un moll.

Taula 4: Grau de transparència de l'aigua

TRAMS		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	1-2	1
	Mostra 2	1	1
	Mostra 3	1	1
Tram 2 Just després de la presa del pantà	Mostra 1	Sec	1
	Mostra 2	Sec	1
	Mostra 3	Sec	1
Tram 3 Merendero	Mostra 1	1	1
	Mostra 2	2	1
	Mostra 3	2	1
Tram 4 Can Busquets	Mostra 1	1	1
	Mostra 2	1	1
	Mostra 3	-	1
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	2	2
	Mostra 2	1	2
	Mostra 3	1	2
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	No mesurat	1
	Mostra 2	No mesurat	1

Material

- Pot amb l'aigua que cal determinar.
- Cercle indicador de transparència i terbolesa.

Metodologia emprada

1. Agafem el pot de vidre amb l'aigua i el col·loquem sobre un fons blanc on hi hagi un cercle amb quatre números que indiquen els graus de transparència que pot tenir l'aigua.
2. Cada número indica un grau de transparència de l'aigua. Si, per exemple, hi veiem el número 1, significa que l'aigua presenta el grau màxim de transparència.

Resultats Taula 4**5.3.5 Velocitat**

La velocitat és una magnitud vectorial que mesura el desplaçament d'un cos per unitat de temps. Des del punt de vista de la física la velocitat s'entén com una força que actua sobre una massa, resultant el treball realitzat com el temps que tarda aquesta massa a recórrer una distància determinada. En el Sistema Internacional d'Unitats la velocitat es mesura en m/s.

La velocitat es representa mitjançant un vector (\vec{v}), el qual té quatre elements implícits:

- El punt d'aplicació: és la posició del punt mòbil.
- El mòdul: és la longitud del vector.
- La direcció: és el curs de la recta en el qual es troba el vector i el de totes les seves paral·leles.
- El sentit: pot ser positiu o negatiu, ja que cada direcció admet dos sentits.

La velocitat a la qual circula l'aigua d'un riu, riera, torrent, etc., depèn, en primer lloc, del pendent del perfil longitudinal i de la quantitat d'aigua que és transportada. Aquests dos factors van gairebé sempre associats al tram on ens trobem. Generalment, al curs alt l'aigua circula a gran velocitat per la major inclinació del terreny (encara que la quantitat d'aigua és menor) i, a mesura que anem descendant, la velocitat de l'aigua va disminuint fins a arribar a la desembocadura (aquí hi ha més quantitat d'aigua).

La velocitat de l'aigua, però, també va associada a la configuració de la llera, és a dir, a la seva amplitud, profunditat i rugositat. Aleshores, podem dir que com més pendent, més quantitat d'aigua (sempre que es mantingui dins dels marges de la llera i no hi hagi desbordaments), més amplitud, profunditat i menys rugositat, més alta serà la velocitat de circulació de l'aigua.

Per parlar de l'efecte que té la velocitat de l'aigua sobre la morfologia del llit del riu hem de tenir en compte que la velocitat és un factor molt lligat al cabal.

L'acció geològica de l'aigua depèn de l'energia cinètica del seu curs, que va canviant al llarg del seu recorregut. L'energia potencial entre dos punts del curs està en funció del desnivell existent entre ells; per tant, té a veure amb el pendent de cada tram. El flux d'aigua es produeix mitjançant una transformació contínua d'aquesta energia potencial en energia cinètica o de moviment.

L'energia cinètica i la velocitat de l'aigua varien al llarg del curs. Les irregularitats del llit del riu ofe-

Taula 5: Resultats de la velocitat.

TRAMS		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	0 m/s	0 m/s
	Mostra 2	0 m/s	0 m/s
	Mostra 3	0 m/s	0 m/s
Tram 2 Just després de la presa del pantà	Mostra 1	Sec	0,075 m/s
	Mostra 2	Sec	0,054 m/s
	Mostra 3	Sec	0,039 m/s
Tram 3 Merendero	Mostra 1	0,24 m/s	0,16 m/s
	Mostra 2	0,32 m/s	0,14 m/s
	Mostra 3	0,15 m/s	0,32 m/s
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	0,3 m/s	0,25 m/s
	Mostra 2	0,25 m/s	0,2 m/s
	Mostra 3	0,02 m/s	0,033 m/s
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	0,044 m/s	0,042 m/s
	Mostra 2	0,384 m/s	0,125 m/s
	Mostra 3	0,09 m/s	0,355 m/s
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	No mesurat	0 m/s
	Mostra 2	No mesurat	0 m/s

reixen una resistència al pas de les aigües, que s'anomena rugositat. Una part de l'energia cinètica és utilitzada en superar el fregament que implica. La resta s'inverteix en l'erosió de la llera i en el transport de materials que han estat arrencats i dels que van caient a poc a poc dels vessants a causa de la gravetat.

El flux d'aigua pot ser laminar o turbulent segons la seva forma de velocitat. En el flux laminar, les seccions o fils d'aigua es desplacen paral·lelament, essent més ràpida aquella part de l'aigua que es trobi al centre del corrent ja que no tindrà tant de fregament. Aquest tipus de flux és característic de cursos d'aigua estables i uniformes.

En el flux turbulent, l'aigua té trajectòries més complexes i desiguals, formant remolins. Les seves mides són variables i, en el fons de la llera, aquests remolins poden tenir eixos horitzontals mentre que vora els marges adopten eixos verticals. Molta part de l'erosió dels rius es deu als moviments helicoidals dels remolins i aquests se solen trobar a zones on el pendent és més marcat i la llera més rugosa.

Material

- Metre (8 m i 5 m).
- Tap de suro.
- Cronòmetre.
- Calculadora.

Metodologia

1. Agafem el metre i mesurem 10 m d'un tram accessible del riu.
2. Un membre del grup situat al lloc inicial escollit

és l'encarregat de tirar el tap de suro i donar la senyal a un altre membre per començar a cronometrar.

3. A la vegada, un tercer membre, que està situat al final del recorregut prèviament traçat, s'encarrega de recollir el tap i donar la senyal de l'aturada del cronòmetre.

Resultats Taula 5

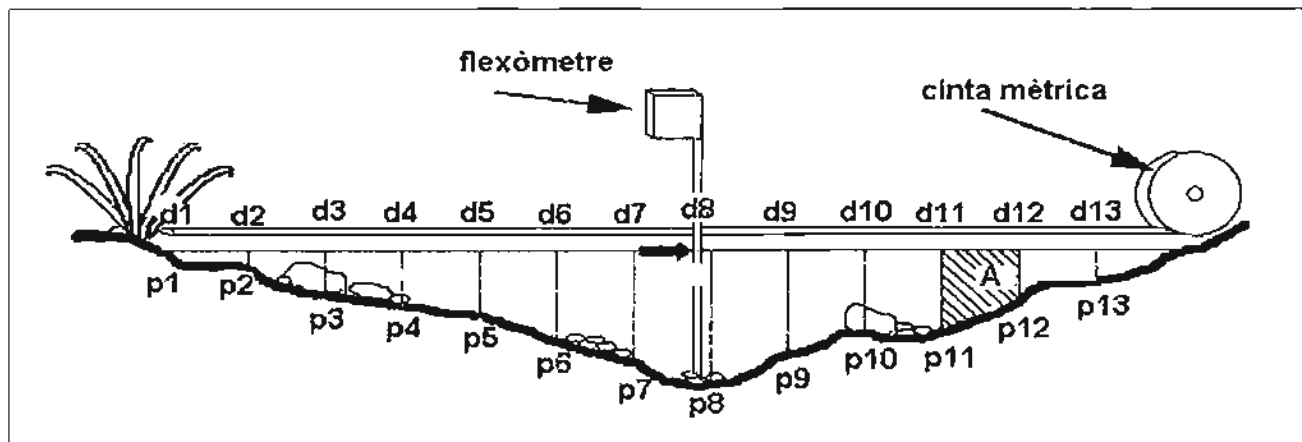
5.3.6 Cabal

El cabal és la quantitat de fluid que porta un curs d'aigua per unitat de temps. Aquesta quantitat de fluid es pot expressar en unitats de massa, però gairebé sempre s'utilitza la mesura del volum. El cabal es calcula mitjançant metres cúbics per segon i s'utilitza la fórmula següent:

$$Q = A v$$

On Q fa referència al cabal, A representa l'àrea d'una secció transversal del curs fluvial i v , la velocitat mitjana de l'aigua. La fórmula ens indica que, per poder conèixer el cabal, hem de calcular l'àrea d'una secció transversal del riu, mesurada en m^2 , i multiplicar-la per la velocitat de l'aigua que passa per aquesta secció, en m/s .

Hi ha dues maneres bàsiques de calcular el cabal. Primer de tot hem de saber que la secció d'un riu no és rectangular i que per calcular-ne l'àrea, a part de calcular-ne la longitud, no ens podem limitar a prendre una única mesura de profunditat. Així mateix, tampoc ens podem conformar només amb una



Sistema de mesurament emprat per calcular els cabals

mesura de velocitat per, a partir de l'àrea, calcular el cabal. De la mateixa manera que els rius i altres corrents d'aigua tenen un perfil longitudinal del qual parlarem més endavant, també tenen molts perfils transversals diferents, un per a cada petita variació de morfologia de la seva llera a mesura que s'avança en el seu recorregut. És difícil definir, per tant, el perfil transversal d'un determinat punt i aleshores ho és també calcular-ne l'àrea. Però per fer-ho podem procedir de les dues maneres següents.

Per començar, hem de col·locar una cinta mètrica de vora a vora del curs d'aigua, de manera que quedi perpendicular al corrent. Aleshores, dividint l'amplada en intervals regulars, amb un flexòmetre o pal graduat es prenen mesures de profunditat entre cada divisió d'aquests intervals d'amplada. Així, imaginàriament es dibuixaran subseccions. Per calcular l'àrea d'aquestes subseccions es multiplicarà l'amplada de cada interval per la mitjana de les profunditats que es troben a ambdós costats de l'interval. Després sumariem l'àrea de cada subsecció per obtenir l'àrea total de la secció del riu i la multiplicariem per la velocitat mitjana de l'aigua obtinguda.

Encara que basant-se en el mateix procediment, una altra manera que resulta més senzilla i ràpida és calcular l'àrea de la secció prenent algunes mesures de profunditat, fent-ne la mitjana i multiplicant-la per l'amplada del canal. Aquesta àrea resultant es multiplicaria a la seva vegada per la mitjana de dues o tres velocitats, les quals es prendrien: una a la zona on visiblement es veu que l'aigua circula més lentament, una altra a la zona on ho faci més ràpidament i una última presa a l'atzar (per determinar la velocitat s'utilitza un objecte surant).

En el cas de la riera de Vallvidrera, com que és un curs d'aigua poc profund i no té gaires irregularitats pel que fa a la morfologia de la seva llera, hem utilitzat aquest segon mètode que, com s'ha dit, resulta

menys costós però, en basar-se en el mateix procediment, permet obtenir uns resultats bastant fiables.

El càlcul del cabal d'un curs d'aigua es pot fer en valor absolut o relatiu. El cabal absolut d'un riu en un punt determinat és la mitjana de totes les mesures preses en aquest mateix punt. A la vegada, el cabal relatiu s'obté a partir de l'absolut, ja que es relaciona amb tota l'extensió de la seva conca o amb tota l'extensió del riu estudiada. En comptes d'expressar-se en m^3/s com passa amb el cabal absolut, el cabal relatiu s'expressa en l/km^2 .

La capacitat de transport d'un corrent és la màxima quantitat de materials que aquest pot transportar per a un determinat cabal i velocitat. Aquesta capacitat és major com més cabal es transporti i a més velocitat es faci. Aquesta idea és teòrica; la quantitat real de sediments que el riu transporta en un moment determinat s'anomena càrrega. Les forces que intervien en el desplaçament de la càrrega són la gravetat, la força d'atracció del corrent i les forces helicoidals dels possibles remolins.

La manera com es transportin els materials depèn de la seva mida i el seu pes. Els fragments més pesants es desplaçaran arrossegant-se o per rodolament. Els materials una mica més lleugers, com ara les graves, es desplaçaran per saltació i, després, els materials més fins i petits es traslladaran dins el flux per suspensió, com els llims i les argiles. S'han de tenir en compte també les argiles presents al fons de la llera, encara que un cop arrancades són molt lleugeres de transportar gràcies a la seva naturalesa altament cohesiva. Per últim, els materials solubles en aigua i les sals constituiran les substàncies transportades en dissolució.

Un fet molt important que cal considerar és la relació entre aquestes variables de la capacitat de transport i la càrrega. Si la capacitat de transport supera la

Taula 6: Resultats del cabal als diferents trams i en les dues temporades.

TRAMS		JULIOL (m ³ /s)	OCTUBRE (m ³ /s)
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	8500	8500
	Mostra 2	8500	8500
	Mostra 3	8500	8500
Tram 2 Just després de la presa del pantà	Mostra 1	Sec	0,0051
	Mostra 2	Sec	0,0062
	Mostra 3	Sec	0,0022
Tram 3 Merendero	Mostra 1	0,017	0,0475
	Mostra 2	0,012	0,04
	Mostra 3	0,008	0,0748
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	-	0,0014
	Mostra 2	-	0,0022
	Mostra 3	-	0,06
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	0,023	0,0116
	Mostra 2	0,03	0,1281
	Mostra 3	0,04	0,0932
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	No mesurat	-
	Mostra 2	No mesurat	-

càrrega, el curs d'aigua erosionarà el terreny. Si és al contrari, si la capacitat de transport és més petita que la càrrega real, aleshores es produirà sedimentació.

Per estudiar tots els fenòmens que afecten el recorregut d'un curs d'aigua és molt important partir d'una representació anomenada *perfil longitudinal* que ens permet determinar els diferents trams (alt, mitjà i baix) i, d'aquesta manera, analitzar els processos d'erosió i sedimentació en cada un d'ells, aplicant els coneixements sobre el cabal i la velocitat de les aigües.

El perfil longitudinal és la manera com es representa l'alçada sobre el nivell del mar en cada punt de tot el recorregut d'un riu. Tots els rius tenen un perfil longitudinal hipotètic anomenat *perfil d'equilibri*, en el qual l'energia de l'aigua només seria la necessària per vèncer el fregament, no hi hauria ni erosió ni sedimentació. Però aquest perfil només és teòric, ja que un riu sempre està en constant activitat i sempre hi ha zones amb més capacitat de transport que càrrega o bé a l'inrevés.

El règim fluvial el determinen les variacions del cabal d'un curs d'aigua durant un any. També fa referència a la quantitat d'aigua diària, mensual i anual detectada durant un llarg període de temps. La definició s'anirà fent més precisa a mesura que es vagin afegint dades. El procés es fa dia a dia, prenent el cabal màxim i mínim i fent-ne la mitjana. Aleshores es torna a fer la mitjana quan s'han obtingut els resultats de tot un mes i es fa de la mateixa manera amb les mitjanes dels mesos i dels anys.

El cabal ecològic és un concepte més modern i fa referència al cabal mínim que podrien presentar els

cursos d'aigua per poder mantenir l'entorn ecològic (ressaltant l'àmbit biològic) en bones condicions.

Material

- Metre (8 m i 5 m).
- Calculadora.

Metodologia emprada

Per fer el càlcul del cabal en diferents punts de la riera, el nostre grup ha utilitzat el segon mètode explicat. Un cop triada una secció:

1. Primer es prenen mesures de profunditat, a continuació se'n fa la mitjana aritmètica.
2. Seguidament es mesura l'amplada del canal.
3. Es calcula l'àrea de la secció.
4. Es prenen mesures de la velocitat d'aquest punt de la riera (amb unes dues o tres és suficient) i se'n calcula la mitjana.
5. Un cop fet això només resta multiplicar l'àrea de la secció per la velocitat de l'aigua en la mateixa zona. Resultats Taula 6

5.3.7 Color de l'aigua

El color de l'aigua és una propietat física que mesura la capacitat d'absorció de radiacions de l'espectre visible de la llum. El color de l'aigua pot ser indicatiu de la presència de contaminants a l'aigua i també afecta el seu aspecte.

El color de l'aigua és d'un blau tan tènue que en petites quantitats no s'aprecia. Cal una massa important d'aigua per poder-ne observar la coloració. El color de l'aigua es deu a l'absorció selectiva de la llum.

Taula 7: Resultats de la transparència.

TRAMS		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	transparent	transparent
	Mostra 2	transparent	transparent
	Mostra 3	-	transparent
Tram 2 Just després de la presa del pantà	Mostra 1	sec	transparent
	Mostra 2	sec	transparent
	Mostra 3	sec	transparent
Tram 3 Merendero	Mostra 1	verdosa	transparent
	Mostra 2	verdosa	transparent
	Mostra 3	verdosa	transparent
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	transparent	transparent
	Mostra 2	transparent	transparent
	Mostra 3	transparent	transparent
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	transparent	transparent
	Mostra 2	transparent	transparent
	Mostra 3	transparent	transparent
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	no mesurat	transparent
	Mostra 2	no mesurat	transparent

Quan la llum travessa l'aigua, aquesta absorbeix les radiacions de l'espectre electromagnètic corresponents a la llum vermella i, per tant, la llum que la travessa la veiem blava (que és el color complementari al vermell). Dit d'una altra manera, si traiem a la llum natural blanca les radiacions corresponents al vermell, el color resultant seria el blau. Per això, com més volum d'aigua, més quantitat d'absorció presenta un feix de llum travessant-la, i més blau es veu. Per exemple, al mar, l'aigua és d'un to blau turquesa a la superfície, però amb la profunditat passa a un blau molt fosc, fins que tota la llum és absorbida per la massa aquosa. En canvi, l'aigua d'un riu o d'una mostra d'aigua, de quantitats molt més petites que al mar, la veiem transparent. Una mostra d'aigua en estat pur la veuríem incolora, però les substàncies que hi són presents li proporcionen certes tonalitats. La coloració d'una aigua natural que no està contaminada es deu sobretot a la presència de substàncies orgàniques i compostos.

A continuació es mostra un quadre amb els compostos biològics de coloració característica:

COLOR	COMPOST
Vermellós	Ferro dissolt.
Groguenc	Tanins (substàncies complexes amb presència de fenols).
Verd	Pigments de les algues que contenen.
Negre	Interacció de CO_2 amb sòls que presenten manganès.

Material

- Pot de vidre amb l'aigua per determinar.
- Disc de transparència.

Metodologia

1. Agafem el pot de vidre amb l'aigua per determinar i el posem sobre un fons blanc.
2. Determinem el color que s'hi aprecia.

Resultats Taula 7

5.3.8 Olor de l'aigua

L'olor de l'aigua permet, a primera vista, distingir entre una aigua contaminada i una que no n'està. Quan una aigua fa olor es deu a la presència de substàncies químiques com el clor, els fenols, el magnesi, el calci, el sodi, el coure, el ferro i el zinc, i a matèries orgàniques en descomposició.

La manca d'oxigen dissolt a l'aigua provoca la mort dels organismes aeròbics que hi habiten. Quan moren, la seva descomposició fa que desprenguin males olors i l'aigua pot tornar-se putrefacta.

La causa de la mala olor, però, també es pot deure a la presència de compostos procedents d'aigües residuals o d'abocaments industrials. Alguns compostos amb olors reconeixibles són les amines, que produeixen olor a peix; les diamines, que fan olor a carn putrefacta, o l' H_2S , que produeix la típica olor a ous podrits.

Material

- Pot de vidre amb aigua per analitzar.

Taula 8: Olor de l'aigua.

TRAMS		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	inodora	inodora
	Mostra 2	inodora	inodora
	Mostra 3	inodora	inodora
Tram 2 Inici de la riera	Mostra 1	sec	inodora
	Mostra 2	sec	inodora
	Mostra 3	sec	inodora
Tram 3 Merendero	Mostra 1	claveguera	claveguera suau
	Mostra 2	claveguera i ous podrits	ous podrits
	Mostra 3	claveguera	claveguera
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	inodora	inodora
	Mostra 2	inodora	inodora
	Mostra 3	-	inodora
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	inodora	inodora
	Mostra 2	inodora	inodora
	Mostra 3	inodora	inodora
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	no mesurat	inodora
	Mostra 2	no mesurat	inodora

Metodologia

1. Destapem el pot amb l'aigua que volem analitzar.

2. Olorem l'aigua.

3. La relacionem amb alguna olor coneguda.

Resultats Taula 8

5.3.9 Indicacions d'olis i escumes

La presència d'olis i escumes indica una contaminació de l'aigua. Els més problemàtics són els d'origen mineral, obtinguts per destil·lació fraccionada del cru de petroli. També s'hi inclouen les emulsions utilitzades com a refrigerants i anticorrosius en els processos d'acabat mecànic, en els processos de reducció de seccions de metalls en fred i en altres processos de conformat de plàstics. Estan constituïts principalment per hidrocarburs i contenen en major o menor proporció aigua, metalls, clor, fòsfor, compostos de sofre, fenols i diversos additius. La seva importància mediambiental ens la dona la seva forta persistència en el medi, ja que no són biodegradables. Per aquest motiu necessiten un tractament especial.

En el cas del pantà, la zona on gairebé sempre es concentra la contaminació per olis i escumes és a la part del seu naixement, a la banda oposada de la presa, ja que és on hi ha menys volum d'aigua. També s'ha de tenir en compte la direcció d'on bufa el vent, que en aquestes aigües estancades arrossegaria la contaminació en una direcció o altra.

Material

- Una bona vista.

Metodologia

- Per observar olis o escumes a l'aigua simplement cal observar-ne la superfície.

5.3.10 Paràmetres biològics

Els humans tendim a interferir contínuament en el cicle de l'aigua d'aquells cursos que ens són propers, de manera que ben sovint alterem les seves característiques fisicoquímiques i biològiques. És per això que, quan volem fer-ne ús, ens cal sotmetre-les a controls de qualitat que seran diferents depenent de l'ús que se'ls vulgui donar i segons els resultats les haurem de depurar. Per fer aquests controls ens basem en l'anàlisi de determinats paràmetres i índexs que ens permeten veure l'alteració de les seves característiques. Els paràmetres es classifiquen en físics, químics i biològics.

L'anàlisi dels paràmetres biològics consisteix fonamentalment a fer un control de l'aigua a través de la informació que ens proporciona la presència o absència de determinats organismes vius. Molts d'ells tenen una sensibilitat especial a la contaminació, de manera que en el cas d'un abocament són els primers afectats i desapareixen; això comporta que els símptomes siguin molt més visibles, ja que ben sovint les substàncies nocives es dissolen de manera que esdevenen poc apreciables. Hi ha molts éssers vius que s'utilitzen com a indicadors de la qualitat de l'aigua. Uns dels més utilitzats són el macroinvertebrats de fons, per la facilitat de la seva identificació, ja que amiden entre pocs mil·límetres i alguns centímetres.

Es comptabilitzen els microorganismes (majoritàriament invertebrats i certes espècies d'algues, diatomees) i es classifiquen en funció del significat que la seva presència o absència ens aporta. Els estudis estan basats en el nombre d'organismes significatius i quantitativament determinables, en els canvis de condicions de la seva existència i dels seus efectes, en la identificació sistemàtica i enumeració estadística de les poblacions. Per exemple, s'ha de conèixer la forma dels patògens hídrics i determinar la seva presència i origen, la magnitud i oscil·lació del seu nombre, el curs del seu cicle vital i l'índex de supervivència. Per completar l'anàlisi microbiològica de les aigües potables també es fan anàlisis que ens indiquen la presència de salmonel·les, estafilococs patògens, bacteriòfags fecals i etnovirus.

Els animals i les plantes són els primers a mostrar símptomes de malaltia o de mal estat quan l'aigua del riu no compleix les condicions necessàries perquè puguin dur a terme un bon desenvolupament. Són organismes molt vulnerables als canvis. El nivell de tolerància no és el mateix per a totes les espècies, tant animals com vegetals. Utilitzem certes espècies com a model indicador de la qualitat o de l'estat de l'aigua. Hi ha animals i plantes que únicament es troben en les aigües ben conservades, mentre que d'altres són resistents a condicions no tan bones.

L'ús dels macroinvertebrats com a indicadors biològics és un sistema molt generalitzat ja que ens aporta unes dades molt fidedignes i fàcilment identificables. Ha permès obtenir valors de l'estat biològic de la riera com, per exemple, els estudis de mostra dels índexs IBMWP i FBILL juntament amb l'Écostrimed.

5.3.10.1 El procés d'autodepuració natural

Una de les facultats més interessants del medi aquàtic és el seu poder per regenerar l'equilibri dels seus elements físics, químics i biològics, quan la contaminació no és excessiva, mitjançant l'autodepuració. Els paràmetres biològics tenen en aquest procés un paper important, ja que els responsables de la digestió de la matèria orgànica són els bacteris que la transformen en matèria inorgànica. Aquesta servirà com a nutrient per a les algues, augmentant així la seva activitat fotosintètica i enriquint amb oxigen l'aigua. També són responsables d'aquesta autodepuració animals com els oligoquets i les larves de dípters. La concentració de matèria orgànica no ha de superar mai els 0,5 g per litre.

L'autodepuració es produeix en zones inferiors del tram del riu en el qual s'ha produït un vessament o una contaminació. Al llarg del procés es relacionen els paràmetres fisicoquímics i els biològics mitjan-

çant reaccions. Els sòlids en suspensió procedents del vessament es van sedimentant, les substàncies solubles es dilueixen i la matèria orgànica és oxidada pels organismes aerobis. Tot i així, hi ha certes substàncies inorgàniques que poden perdurar a la riera molt de temps com a contaminants residuals i limitar d'aquesta manera els usos de l'aigua fluvial.

Al llarg del procés d'autodepuració dividim el règim fluvial en quatre grans zones segons el tipus de contaminació que han patit i segons la fase de depuració amb pobladors (flora i fauna) i característiques fisicoquímiques que han sofert.

Per ordre d'aparició, les quatre zones són:

- **Zona de degradació:** és aquella que es troba immediatament aigües avall del tram on s'ha produït l'abocament. A simple cop d'ull ja s'observa la mala qualitat de l'aigua (aspecte brut, mala olor...). Les formes de vida més delicades no sobreviuen, a diferència de les més resistents, que perduren. En aquesta zona és on comença el procés de descomposició bacteriana, la qual consumeix oxigen. D'aquesta manera disminueix el nivell d'oxigen i augmenta la DQO.
- **En la zona de descomposició activa (zona sèptica)** les aigües apareixen ennegrides, amb escumes i putrefactes. El nivell d'oxigen continua sent molt baix i la DBO, alta. Els paràmetres biològics prenen especial rellevància ja que la descomposició anaeròbia que té com a resultat el despreniment de gasos pren un paper molt important. Els organismes vius d'aquesta zona s'anomenen polisaprobis.
- **Zona de recuperació.** Es fan palesos els primers indicis de recuperació de l'aspecte natural del règim fluvial. Reapareixen els vegetals i l'aigua s'aclareix. Aquesta millora es deu fonamentalment a la major presència d'oxigen dissolt (en barrejar-se aire-aigua o procedent de l'activitat fotosintètica) que ajuda a degradar els compostos contaminants. Els animals tornen a establir-se en aquesta zona.
- **Zona d'aigües netes,** tram que ja es considera totalment recuperat. Les característiques fisicoquímiques i la presència d'animals i vegetals són les corresponents al règim fluvial. Tot torna a la normalitat.

5.3.10.2 L'índex de macroinvertebrats a la riera de Vallvidrera

Els organismes macroinvertebrats, amb la seva presència o absència, ens donen molta informació per poder determinar la qualitat biològica del sistema, atès que reflecteixen la qualitat de l'aigua durant

Taula 9: Paràmetres biològics.

Tram	Macroinvertebrats	
Tram 1: Pantà	Aràcnids	~ Aranya
	Libèl·lules i espiadimonis	- Libèl·lula blava
	Mol·luscs	- Físids
	Efímers o efemeròpters	- Bètids
	Hemeròpters	- Barquers petits o corxíds - Sabaters o gèrríds
Tram 2	Cucs o oligoquets	- Lumbrícids
Tram 3: Merendero	Aràcnids	- Aranya
	Planàries o triclàdides	- Abelles - <i>Pieris rapae</i> - Blaveta de la ginesta - Papallona reina
	Libèl·lules i espiadimonis	- Libèl·lula blava
Tram 4: Can Bosquets	Aràcnids	- Aranya
	Planàries o triclàdides	- Cria de papallona - Abelles - Pugó blanc - Mosquits
	Libèl·lules i espiadimonis	- Libèl·lula blava
	Mol·luscs	- Ancils - Hidròbids - Físids
Tram 5: Molins de Rei	Planàries o triclàdides	- Grogueta - Papallona del margall - Blaveta de la ginesta - <i>Conopteryx cleopatra</i> - <i>Pieris rapae</i>
	Libèl·lules i espiadimonis	- Larva de calopterígid
	Mol·luscs	- Ancils - Limneíds
	Heteròpters	- Barquers petits o corxíds
	Escarabats o coleòpters	- Larva d'escrivans
	Crustacis	- Gammàrids
Tram 6. Desembocadura	Planàries o triclàdides	- Papallona del margall - Blaveta de la ginesta
	Mol·luscs	- Físids
	Efímers o efemeròpters	- Bètids



Treballant al laboratori

un cert període de temps ja que actuen com a indicadors constants d'aquesta qualitat pel sol fet que el curs d'aigua és el seu hàbitat natural.

La figura XX mostra el quadre que hem utilitzat a l'hora d'identificar els macroinvertebrats presents en cada tram de la riera. El color que acompanya cada animal és un indicador de la qualitat de l'aigua que aquest és capaç de tolerar. Així, la presència d'un animal amb un color vermell (ens indica que suporta una aigua de baixa qualitat) acostuma a dir-nos que el tram analitzat disposa d'una aigua de baixa qualitat que teòricament es corroborarà en la resta d'anàlisis dels paràmetres fisicoquímics; el mateix passarà en el cas oposat, el de tenir color verd (ens indica que l'animal només pot viure en unes condicions molt bones i sense cap mena de contaminació).

Materials

- Salabret.
- Pinzell.
- Safates.
- Fitxes de macroinvertebrats.

Metodologia

- Agafem les safates i les submergim parcialment dins de l'aigua que se situa a les vores del riu.
- Amb cura removem la terra que es troba al voltant.
- Traiem les safates i les situem en un lloc estable per iniciar l'anàlisi.
- Amb l'ajuda dels pinzells anem separant la sorra dels animals.

- Quan trobem un animal l'agafem amb el pinzell i el posem dins d'un pot petit amb aigua.
- Resultats Taula 9

6 TREBALL EXPERIMENTAL DE LABORATORI

6.1 Objectius generals

El treball de laboratori també va tenir uns plantejaments inicials que foren modificats i ampliat a mesura que adquiríem més coneixements sobre el tema. De la mateixa manera que el contacte amb el Projecte Rius i el posterior aprenentatge ens va resultar molt enriquidor quant a la part experimental de la riera, també va ser-ho en facilitar-nos informes i protocols ja establerts que explicaven com determinar els paràmetres químics de laboratori. El més difícil ha estat portar-ho a la pràctica.

Aprendre a treballar i saber orientar-se en un laboratori, ser metòdic, tenir cura del material i adquirir la pràctica per a l'elaboració de solucions i reactius, ha estat una part importantíssima d'aquest apartat. Amb l'ajuda de la nostra tutora, vam preparar els reactius necessaris per fer els procediments de determinació de cada paràmetre i a continuació vam procedir a fer els diferents muntatges i veure els valors que ens anaven donant, tot comparant-los i enraonant sobre ells.

Per a la recollida de dades de cada paràmetre hem utilitzat un protocol com el que es mostra a continuació:

ANÀLISIS QUÍMIQUES AL LABORATORI:

Paràmetre: _____

Persona que ha fet l'anàlisi: _____

MOSTRA	Resultat 1	Resultat 2	Data
Punt 1: Pantà de Vallvidrera			
1-1			
1-2			
1-3			
Punt 2: Tram just després de la presa			
2-1			
2-2			
2-3			
Punt 3: Merendero			
3-1			
3-2			
3-3			
Punt 4: Can Bosquets			
4-1			
4-2			
4-3			
Punt 5: Molins de Rei			
5-1			
5-2			
5-3			
Punt 6: Desembocadura			
6-1			
6-2			
Observacions			

6.2 Paràmetres per determinar

6.2.1 Amonis

El ió amoni és un catió poliatòmic carregat positivament, de fórmula NH_4^+ . Prové de la protonació, és a dir, de l'addició d'un protó (H^+) a la molècula d'amoniàc (NH_3).

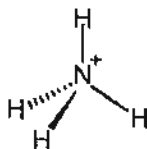
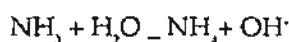


Fig. 3: Estructura de l'amoni (NH_4^+). Viquipèdia.

L'amoniàc és un compost químic nitrogenat format per un àtom de nitrogen i tres àtoms d'hidrogen. La seva fórmula és NH_3 . La molècula no és plana, sinó que té la forma d'un tetràedre amb un vèrtex vacant. Això es deu a la formació d'orbitals híbrids sp^3 . A temperatura ambient, és un gas incolor d'olor molt forta. La gent està familiaritzada amb la seva olor per l'ús que es fa de l'amoniàc en sals aromàtiques, detergents i altres productes de neteja o per l'orina.

L'amoniàc, encara que sigui gasós, es dissol fàcilment en l'aigua, comportant-se com una base. L'aigua té caràcter amfòter, és a dir que pot actuar com a base o com a àcid. Amb l'amoniàc, l'aigua es comporta com a àcid. Amb la reacció es forma el ió amoni (NH_4^+) que té un àtom d'hidrogen en cada vèrtex del tetràedre:



Al l'aigua, doncs, la majoria de l'amoniàc es transforma en amoni. El ió amoni resultant pot reaccionar amb qualsevol altra base, regenerant de nou la molècula d'amoniàc neutra. En dissolució aquosa, el grau en què l'amoniàc forma el ió amoni depèn del pH de la dissolució. Com més alt és el pH de l'aigua, és a dir, com més bàsica és l'aigua, més quantitat d'amoniàc o de ió amoni hi trobem.

Importància dels amonis i de l'amoniàc en aigua

La determinació de la concentració de ió amoni en una mostra d'aigua permet avaluar la qualitat de l'aigua. L'amoni, en quantitats adequades, no és tòxic per als organismes perquè no penetra els teixits dels animals. Contràriament, l'amoniàc lliure sí que és tòxic. Produïx irritació a la pell dels organismes i, per ingestió, destrueix els conductes gàstrics. L'amoni, en concentracions molt altes, causa danys al riu, ja que interfereix en el transport d'oxigen a la sang i afecta la proteïna hemoglobina, encarregada de portar l'oxigen des dels òrgans respiratoris fins als teixits. En ai-

gua dolça, els valors d'amoni no han d'excedir els 0,5 mg d'amoniàc lliure per litre d'aigua. Normalment els nivells més alts d'amoniàc es detecten a l'estiu i a la primavera.

Importància del nitrogen

Els éssers vius tenen una certa proporció de nitrogen en la seva composició química, a fi de poder produir aminoàcids, proteïnes i ADN. El nitrogen representa més o menys el 4% del pes sec de la matèria vegetal, i aproximadament el 3% del pes del cos humà. És un component dels excrements animals, habitualment en forma d'urea, àcid úric o amoni. Aquests compostos derivats del nitrogen són nutrients essencials per a totes les plantes, les quals són incapaces de fixar el nitrogen atmosfèric, com s'explica més endavant.

Origen de l'amoniàc a l'aigua

A la natura, l'amoniàc apareix produït per l'acció de bacteris, sobretot en la descomposició de plantes i animals, així com en les dejeccions d'aquests darrers. Però també pot provenir dels adobs artificials que s'apliquen al sòl de conreu. De fet, el 80% d' NH_3 que es manufactura s'utilitza com a fertilitzant, el qual conté compostos d'amoni, bàsicament sals. La seva funció és subministrar nitrogen a les plantes. Però l'amoniàc que està al sòl agrícola pot arribar als rius per mitjà de les pluges. Com també el procedent de deixalles domèstiques, ja que es troba present en aliments, begudes, productes de neteja, refrigerants i altres. L'amoniàc és reciclat com a part del cicle del nitrogen, que s'explica a continuació.

Cicles biogeoquímics

Un cicle biogeoquímic és una ruta per la qual un element químic o molècula es mou a través tant dels components biòtics com abiòtics d'un ecosistema. L'element o molècula és reciclat, tot i que en alguns llocs poden haver reserves on l'element és acumulat durant un període llarg de temps. Els elements, compostos químics i altres formes de la matèria passen d'un organisme a l'altre i d'una part de la biosfera a l'altra per mitjà dels cicles biogeoquímics.

Algunes de les substàncies que circulen mitjançant cicles són: l'aigua, el nitrogen, el carboni, el fòsfor, el potassi, el sofre, el magnesi, el calci, el sodi, el clor i també altres metalls, com el ferro i el cobalt, que són necessaris per als éssers vius, encara que en quantitats molt petites. Els components biològics dels cicles biogeoquímics inclouen els productors, els consumidors i els detritívors, és a dir, aquells animals que s'alimenten de matèria en descomposició, com els bacteris descomponedors. Com a resultat del treball dels detritívors, les substàncies inorgàniques s'alliberen dels compostos orgànics i retornen al sòl o a l'aigua.

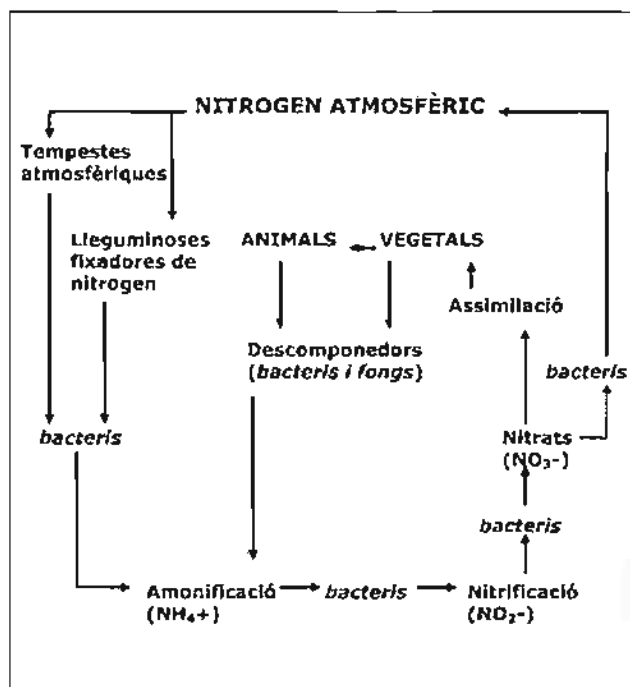
Des de l'aigua o el sòl, els mateixos materials inorgànics passen als teixits dels productors (vegetals) i d'ells als consumidors i després als detritívors, a partir dels quals retornen altre cop als productors i es repeteix el cicle.

Cicle del nitrogen

La major part del nitrogen de la Terra es troba a l'atmosfera en forma de gas (N_2) i representa aproximadament el 78% del total de l'aire respirable. Com s'ha dit, tots els organismes depenen del nitrogen per a la producció de biomolècules com ara les proteïnes i els àcids nucleics, però el nitrogen de l'atmosfera (N_2) no pot ser assimilat directament pels organismes vius a causa del fort enllaç triple entre els dos àtoms que formen la molècula. Per tant, depenen forçosament del nitrogen combinat present en els minerals del sòl o de l'aigua. Conseqüentment, tot i l'abundància del nitrogen a l'atmosfera, la deficiència d'aquest al sòl és una causa freqüent de limitació del creixement de les plantes. El procés pel qual circula es defineix com a cicle del nitrogen.

El cicle del nitrogen és un dels processos biogeoquímics més importants en què es basa l'equilibri de la composició de la biosfera. Està format per processos biològics i abiòtics que permeten el subministrament d'aquest element als éssers vius. Els processos principals que componen el cicle del nitrogen són:

- Fixació del nitrogen.
- Amonificació del nitrogen.
- Nitrificació.
- Assimilació del nitrogen.
- Desnitrificació.



Cicle del nitrogen

Alguns microorganismes, i en especial els bacteris, fan un paper important en les transformacions del nitrogen. En els processos on intervien els microorganismes, la velocitat ve determinada per factors ambientals com la temperatura, la humitat i la disponibilitat de recursos per als microorganismes.

Fixació del nitrogen

La fixació del nitrogen és el procés pel qual l' N_2 és transformat en amoni, NH_4^+ . És essencial, perquè és l'única manera per la qual els organismes poden obtenir N_2 de l'atmosfera. La fixació del nitrogen pot ser per procediments diferents:

Fixació abiòtica: la fixació natural pot passar per processos químics espontanis, com l'oxidació produïda per l'acció de llampecs, focs forestals o erupcions de lava. L'alta energia produïda per aquests fenòmens naturals pot trencar els enllaços triples de les molècules d' N_2 de l'atmosfera i formar òxids de nitrogen (NO_2). Aquesta substància pot reaccionar fàcilment per originar el ió amoni.

La fixació biològica la realitzen tres grups de diazòtrofs:

1. Bacteris gramnegatius de vida lliure al sòl, de gèneres com *Azotobacter*, *Klebsiella* o el *Rhodospirillum rubrum*, del gènere *Rhodospirillum*.
2. Bacteris simbiòtics d'algunes plantes, que viuen de manera endosimbiòtica en nòduls de les arrels. Els bacteris reben hidrats de carboni i un ambient favorable de la planta a canvi de part del nitrogen que aquests li proporcionen. El procés per transformar nitrogen en amoni requereix molta energia i condicions anòxiques. Aquest grup de bacteris fixadors inclou moltes espècies del gènere *Rhizobium* i acostuma a mantenir la relació simbiòtica a les arrels de plantes lleguminoses com, per exemple, pesoleres, faveres, mongeteres o trèvols, encara que també els podem trobar en plantes dels gèneres *Alnus*, *Casuarina*, *Myrica* o *Gunnera*.
3. Cianobacteris de vida lliure o simbiòtica. Els cianobacteris de vida lliure són molt abundants al plàncton marí i constitueixen els principals fixadors al mar. Alguns gèneres de cianobacteris fixadors simbiòtics són: *Anabaena*, que és un gènere d'alga verda-blava de reproducció sexual, autòtrofa, que té una clorofila dispersa i comuna en aigua dolça, encara que també es troba en aigües salades i hàbitats terrestres. Suporta condicions ambientals extremes i pot viure en plantes del gènere *Azolla*. *Nostoc*, un gènere de cianobacteris d'aigua dolça que formen colònies esfèriques compostes de filaments i que creixen dins del grup de plantes *Anthocerotophyta* i d'altres.

En el darrer segle, els humans s'han convertit en fonts de nitrogen a través d'accions com la combustió de combustibles fòssils, l'ús de fertilitzants nitrogenats sintètics i el cultiu de llavors modificades per tal que fixin nitrogen.

Amonificació

L'amonificació és un altre procés mitjançant el qual s'obté amoni al medi i es basa en la conversió de grups amino (-NH₂) o imino (-NH-), presents a la natura, en NH₄⁺. Gran part del nitrogen present al sòl prové de la descomposició de materials orgànics. Inicialment el nitrogen en organismes es troba en forma de compostos, com proteïnes, aminoàcids o àcids nucleics. Aquests compostos es poden trencar fàcilment en molècules més senzilles per l'acció de microorganismes al sòl, principalment bacteris i fongs. Aquests microorganismes utilitzen inicialment aminoàcids per al seu propi consum i deixen el nitrogen excendent en forma de ió amoni. El procés s'anomena amonificació i pot ser de dos tipus:

Amonificació per excés de nitrogen: els animals, amb excés de nitrogen, se'n desfan en forma de diferents compostos:

- Els organismes aquàtics produeixen directament amoniac (NH₃), que en dissolució es converteix en NH₄⁺.
- Els animals terrestres produeixen: urea (NH₂)₂CO, que és molt soluble en aigua i es concentra a l'orina; i compostos nitrogenats insolubles com l'àcid úric o la guanina, que són purines. Això passa sobretot en els excrements d'aus i insectes, que no disposen d'un subministrament garantit d'aigua. A mesura que els bacteris descomponedors hi actuen, el nitrogen adquireix la forma d'amoni.

L'amonificació per mineralització del nitrogen es produeix quan els éssers vius moren i la seva matèria orgànica entra en putrefacció per l'acció d'uns bacteris i fongs anomenats descomponedors, ja siguin aeròbics o anaeròbics, que transformen una part significativa del nitrogen contingut a l'organisme mort en amoni. Aquest amoni pot ser introduït a l'aigua o al sòl, depenent de l'hàbitat dels organismes en descomposició.

Nitrificació

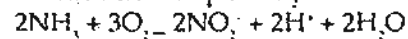
La nitrificació és el procés mitjançant el qual l'amoni NH₄⁺ passa a ser nitrit (NO₂⁻) i després nitrat (NO₃⁻) a causa d'oxidacions. Aquest procés requereix la presència d'oxigen i es deu a l'acció de microorganismes aeròbics, anomenats bacteris nitrificants, que utilitzen l'oxigen molecular (O₂) com a oxidant. Obtenen l'oxigen del CO₂ atmosfèric, així que són organismes autòtrofs. Aquest procés proporciona

energia als bacteris, de la mateixa manera que els heteròtrofs oxiden aliment orgànic a través de la respiració cel·lular per tal d'obtenir energia. La nitrificació, doncs, només es pot donar en ambients rics en oxigen, com les aigües que flueixen o en capes superficials dels sòls i els sediments. Encara que les plantes poden utilitzar directament l'amoni, la major part del nitrogen és assimilat per les plantes sota la forma de nitrats. Una vegada produïts, els nitrats (NO₃⁻) són absorbits immediatament per les arrels de les plantes.

Els ions d'amoni tenen càrrega positiva i, conseqüentment, s'enganxen a les partícules del sòl que tenen càrrega negativa. El ió nitrat, però, té càrrega negativa, no es manté a les partícules del sòl i pot ser absorbit. Si els nitrats no fossin absorbits fàcilment per les plantes, la fertilitat al sòl disminuiria i això portaria a un enriquiment de nitrat a les aigües fluvials.

La nitrificació consta de dues reaccions seguides:

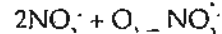
- Nitritació: NH₄⁺ a NO₂⁻



amoniac oxigen ió nitrit ió hidrogen aigua

La realitzen els bacteris dels gèneres *Nitrosomonas* i *Nitrosococcus*.

- Nitratació: NO₂⁻ a NO₃⁻



La realitzen bacteris del gènere *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrospina* i *Nitrosovibrio*.

Assimilació

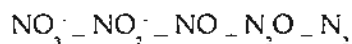
Una vegada el nitrogen és dins de la cèl·lula vegetal en forma de nitrats, aquests són reduïts a nitrits (NO₂⁻) i, posteriorment, a amoni (NH₄⁺). Aquestes reaccions estan catalitzades pel nitrat reductasa (NR) i el nitrit reductasa (NiR). Aquest procés s'anomena assimilació i, contràriament a la nitrificació, requereix energia. Els ions d'amoni formats es transfereixen a compostos que contenen carboni, per integrar-se en molècules d'aminoàcids i d'altres orgànics nitrogenats que necessiten les plantes. Els animals obtenen el nitrogen que necessiten alimentant-se de vegetals o d'altres animals que ja tenen molècules orgàniques compostes de nitrogen. Quan els organismes moren, són descompostos pels bacteris i fongs, i el cicle torna a començar.

Desnitrificació

Encara que el cicle del nitrogen sembla complet, el sòl perd constantment nitrats que són separats del cicle. Alguns processos, com la recol·lecció de plantes, l'erosió del sòl, el foc i l'aigua que circula, poden fer disminuir el nitrogen disponible per les plantes. Per exemple, el nitrogen al sòl pot ser arrossegat per l'acció de la pluja. També es perden nitrats com a resultat de l'activitat de certs tipus de bacteris del sòl. Sense prou oxigen, aquests bacteris descomponen els

nitrats, fan retornar el nitrogen en forma de gas a l'atmosfera i utilitzen l'oxigen per a la seva pròpia respiració. Aquest procés es coneix amb el nom de desnitrificació. La desnitrificació es produeix en sòls poc drenats, és a dir que estan poc airejats i que no permeten fer sortir l'aigua que hi ha quedat acumulada. La realitzen alguns bacteris heteròtrofs, com l'espècie *Pseudomonas fluorescens*, per tal d'obtenir energia, i també bacteris autòtrofs.

El procés forma part d'un metabolisme característic en què la respiració és anaeròbica, és a dir, sense presència d'oxigen. En aquest cas és el nitrat el que actua com a oxidant, i no l'oxigen, com correspon a la respiració aeròbica. A continuació es mostra la reacció de la reducció de del ió nitrat (NO_3^-) a nitrogen molecular o diatòmic (N_2) i, en menys grau, a òxid de nitrogen (I) (N_2O):



L'òxid de nitrogen (N_2O) i el monòxid de nitrogen (NO) són gasos importants per al medi ambient. Els òxids de nitrogen contribueixen a la formació d'smog, un tipus de contaminació que es presenta en forma de boira. Reaccionen sota condicions de radiació solar i resulten substàncies oxidants, molt irritants, sobretot a les mucoses i els ulls, que produeixen un envelliment prematur dels pulmons i tenen un efecte corrosiu sobre la vegetació. El monòxid de nitrogen (NO) és un gas d'efecte hivernacle que contribueix als canvis climatològics globals.

Importància de la fixació i la desnitrificació del nitrogen

Els compostos nitrogenats són substàncies molt solubles en aigua, cosa que fa que siguin arrossegades fàcilment per les aigües d'escorrentia i acabin al mar. Si només existís el procés de fixació, hi hauria el perill que tot el nitrogen atmosfèric, amb les degudes transformacions, acabés dissolt al mar. Les masses oceàniques serien riques en nitrogen, però l'aire esdevindria irrespirable, les terres continentals no en tindrien i acabarien com a deserts biològics. Per això la fixació del nitrogen es complementa amb la desnitrificació, i ambdós processos junts formen el cicle del nitrogen.

La desnitrificació és fonamental perquè el nitrogen torni a l'atmosfera i no acabi dissolt als mars. La fixació permet que el nitrogen gasós, procedent de l'aire, es transformi en compostos nitrogenats que després poden ser assimilats pels organismes en la cadena tròfica. Evidentment això comporta pèrdues de N_2 en l'atmosfera terrestre, les quals es compensen a través de l'alliberament que produeix la desnitrificació. L'excés de nitrats en l'aigua n'afavoreix

l'eutrofització i en disminueix la potabilitat. És per aquest motiu que les estacions depuradores d'aigües residuals incorporen els processos de desnitrificació i són una font de retorn del N_2 gasós.

L'ús d'amoní i l'eutrofització

L'agricultura intensiva ha comportat un ús abusiu d'adobs nitrogenats a fi de millorar els rendiments de les collites. Tanmateix, una part dels compostos aportats tendeixen a ser lixiviats per l'abundància de rec i transportats a les capes inferiors del sòl, des d'on poden passar als aqüífers subterranis i contaminar-los. Però l'acció de la pluja també tendeix a arrossegar-los superficialment i conduir-los als rius i al mar, en forma d'amoní. La part que acaba en els cursos fluvials pot suposar un excés de nutrients per a les plantes aquàtiques i generar processos d'eutrofització.

Metodologia per a la determinació de la presència d'amoníac en l'aigua

La presència d'amoníac en l'aigua es pot determinar amb el reactiu de Nessler, encara que nosaltres hem preferit utilitzar el segon mètode explicat.

• Mètode 1: Determinació amb el reactiu de Nessler

- Material
- Balança.
- Espàtula.
- Vidre de rellotge.
- Proveta.
- Vas de precipitats.
- Embut de decantació.
- Tub d'assaig.
- Pipeta.
- Aigua destil·lada.
- Reactius.
- Clorur de mercuri (HgCl_2).
- Iodur de potassi (KI).
- Hidròxid de sodi (NaOH).

Procediment per preparar el reactiu de Nessler: es pesen 6 grams de clorur de mercuri (HgCl_2) en una balança. Es dissolen amb una mica d'aigua calenta dins d'un vas de precipitats. Després es posa la dissolució en una proveta i s'afegeix més aigua calenta fins a arribar als 50 cm^3 de solució. Es pesen 7,4 grams de iodur de potassi (KI) en una balança. Es dissol de la mateixa manera en 50 cm^3 d'aigua. Es barregen totes dues solucions i es deixa refredar. Posteriorment es decanta la solució resultant amb un embut de decantació. S'hi afegeixen 5 grams més de iodur de potassi i aigua. Es pesen 20 grams de NaOH i es dissolen en poca aigua. S'afegeix el NaOH a la dissolució. Es deixa reposar, es decanta i es guarda en un recipient de vidre de color fosc.

Taula 10: Presència d'amoniac a l'aigua.

TRAM		AMONIAC (NH ₃) (mg/l)	
		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1	Mostra 1	-	0
	Mostra 2	0,2	0,87
	Mostra 3	0,2	0,25
Tram 2	Mostra 1	-	0
	Mostra 2	-	0
	Mostra 3	-	0,4
Tram 3	Mostra 1	0,2	0,15
	Mostra 2	1	0,15
	Mostra 3	-	0,05
Tram 4	Mostra 1	0	0
	Mostra 2	-	0
	Mostra 3	-	0
Tram 5	Mostra 1	3	0
	Mostra 2	-	0
	Mostra 3	-	0
Tram 6	Mostra 1	-	0
	Mostra 2	-	0,5

Procediment per determinar la presència d'amoniac: mesurem 10 ml de l'aigua per analitzar amb una proveta. Mesurem 1 ml de reactiu de Nessler amb una pipeta. Afegim aquests 10 ml d'aigua i el mil·lilitre de reactiu en el tub d'assaig i esperem 5 minuts. L'aparició del color groc indica la presència d'amoniac lliure a l'aigua.

• **Mètode 2. Test d'amoni amb dissolucions ja preparades**

Material

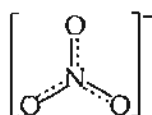
- Tub d'assaig.
- Pipeta.
- Dues solucions ja preparades (X i Y).

Procediment:

1. Afegim 5 ml d'aigua per analitzar amb una pipeta en un tub d'assaig.
2. Hi afegim 8 gotes de cada solució preparada.
3. Sacsegem el tub d'assaig.
4. Esperem 3 minuts i comprovem el color amb una escala de valors. Resultats Taula 10.

6.2.2 Nitrats

Els nitrats són compostos formats per un àtom de nitrogen (N) i tres àtoms d'oxigen (O) i el seu símbol químic és NO₃. En química inorgànica els nitrats són sals de l'àcid nítric i en química orgànica són els èsters d'aquest mateix àcid amb alcohols.



Formació dels nitrats

Els nitrats resulten de la degradació dels compostos nitrogenats de la matèria orgànica com les proteïnes i la urea. D'aquesta descomposició pot sortir amoniac o amoni, els quals, en presència d'oxigen i per l'acció d'uns bacteris anomenats nitrobàcters, són oxidats i passen a formar els nitrats, que constitueixen una part del cicle del nitrogen.

Existeix també una altra manera natural per la qual es poden formar els nitrats: quan hi ha fortes tempestes i es generen descàrregues elèctriques, es poden arribar a formar òxids de nitrogen a partir del nitrogen i l'oxigen presents a l'aire. Aleshores, amb l'aigua de la pluja es crea l'àcid nítric que, en entrar en contacte amb substàncies bàsiques del medi terrestre, formarà nitrats.

L'acció humana pot originar nitrats de manera no natural gràcies a processos de combustió a altes temperatures, on es generen òxids de nitrogen. A partir d'aquí, i de la mateixa manera que s'acaba d'explicar, els òxids de nitrogen passen a formar nitrats pel contacte amb bases del medi.

Actualment, la majoria de nitrats s'obtenen per via sintètica de l'àcid nítric, que s'aconsegueix oxidant amoniac en l'aire en presència d'un catalitzador de platí. La barreja de gasos que es produeix aquí és absorbida per l'aigua i es produeix l'àcid nítric, a partir del qual es produiran els nitrats per fer fertilitzants. L'àcid nítric concentrat s'utilitza en indústries de tints i explosius.

Com afecten els nitrats en la vida i la contaminació que produeixen

Gràcies a la propietat que tenen les plantes de convertir els nitrats en compostos orgànics nitrogenats, com els aminoàcids, els nitrats són una part importantíssima dels adobs. Però com que nombroses plantes emmagatzemen els nitrats a les fulles (generalment les parts que són verdes), pot passar que, en escalfar-se, hi hagi organismes que els redueixin i aquests nitrats passin a ser nítrits. El principal perill dels nitrats per a la vida animal és que es poden convertir en nítrits, substàncies veritablement nocives, ja que a partir d'ells hi ha mecanismes mitjançant els quals es produeixen unes substàncies cancerígenes anomenades nitrosamines.

Les plantes joves tenen més nitrats que les adultes i la quantitat de nitrats en les plantes disminueix en baixar la lluminositat. Els nitrats de sodi, potassi, calci i amoni s'utilitzen com a fertilitzants que proporcionen nitrogen per al creixement de les plantes. Bona part dels nitrats que actualment es troben en aigües subterrànies són originats per l'ús abusiu de fertilitzants, siguin naturals (fems, purins) o artificials (químics), i també pels sistemes sèptics de les aigües residuals de producció humana. Els fertilitzants nitrogenats que no són absorbits per les plantes tendeixen a acabar en el sistema hídric. En els darrers anys s'ha observat que, a causa de la intensificació de l'agricultura i la ramaderia, en determinades comarques i municipis les aigües fluvials i subterrànies tenen uns nivells molt més alts de nitrats, que poden arribar a centenars de mil·ligrams per litre. Actualment la Comunitat Europea ha establert que el contingut màxim perquè una aigua pugui ser considerada potable és de 50 mg/l. Això significa que una part de la població catalana pot estar exposada al consum d'aigua potable amb valors de nitrats per sobre del límit acceptat, amb els riscos que això comporta.

Els nivells de nitrats en l'aigua es poden mesurar de dues maneres: tenint en compte la quantitat de nitrogen present o mesurant la quantitat de nitrogen a la vegada que d'oxigen. De la primera manera, el nivell màxim de nitrats en aigua potable és de 10 mg/l nitrat -N i, de la segona, el nivell màxim és de 50 mg/l nitrat -NO₃. Si els nivells de nitrat -NO₃ es troben per sota d'aquest últim valor, es considera quelcom normal. Els humans obtenim els nitrats del consum de vegetals, però si els nivells en l'aigua sobrepassen els 50 mg/l, aleshores la font principal del seu aportament seria l'aigua que bevem.

Ara com ara, els nitrats són la font principal de contaminació difusa tant de les aigües superficials com de les subterrànies. La contaminació difusa és l'abocament de substàncies nocives a l'aigua en àm-

plies superfícies o nombrosos punts dispersos la detecció i control dels quals acostumen a ser costosos. Aquesta contaminació prové majoritàriament d'activitats agrícoles i ramaderes, però també de les indústries, la mineria i els abocadors descontrolats. A les depuradores d'aigües residuals té lloc un procés de nitrificació/desnitrificació en el qual alguns microorganismes, en condicions anaeròbiques, redueixen els nitrats a nitrogen elemental directament.

Els nitrats es troben en moltes plantes alimentàries, com l'enciam o els espinacs. Els microorganismes presents en l'intestí humà també en produeixen i, a més, també obtenim nitrats de l'aigua de boca. Però, contràriament al que pugui semblar, les aportacions de nitrats al cos humà per part d'aquests factors són petites i no causen problemes de salut, ja que una mínima part d'aquests es converteix en nítrits, els veritablement nocius. Amb això hem de suposar, és clar, que els valors de concentració de nitrats a l'aigua sempre es troben dins dels límits establerts. Els productes carnis aporten un tant per cent molt baix de nitrats en la dieta però, en canvi, alguns d'aquests productes contenen entre el 60 i el 90% dels nítrits que consumim entre tots els aliments.

Aleshores, d'on ve el perill? L'aportació extraordinària de nitrats a través de la ingesta continuada d'aigua amb concentracions excessives pot causar problemes digestius, debilitat, mal de cap, depressions. Si les concentracions són molt elevades, llavors es pot produir la "malaltia dels bebès blaus", motivada per la presència de metahemoglobinèmia a la sang. Aquesta malaltia és causada per l'excessiva conversió d'hemoglobina a metahemoglobina, quan la primera s'oxida de Fe²⁺ a Fe³⁺ en força major proporció a la capacitat dels enzims per reduir-la. El problema de la metahemoglobina és que no és capaç d'enllaçar-se amb l'oxigen i, per tant, de transportar-lo en la sang. En totes aquelles persones que pateixen problemes respiratoris, cardíacs o anèmia, la hipòxia i els seus símptomes poden aparèixer amb menors concentracions de metahemoglobina. Tot i que la malaltia es pot donar a qualsevol edat, afecta els infants menors de sis mesos en concentracions molt més baixes, i es manifesta amb símptomes de son profunda, vòmits i diarrees. Aquesta malaltia també es pot desenvolupar per raons que no són causa dels nitrats o d'altres substàncies tòxiques, sinó per deficiències enzimàtiques congènites. L'alta concentració de nitrats també pot significar la presència d'altres contaminants perillosos com ara pesticides i bacteris.

Gràcies a la importància d'analitzar la concentració de nitrats a l'aigua de l'aquari de l'institut, al laboratori ja disposàvem d'un kit d'instruccions i de test de nitrats. Aquest fet ens va agilitar molt el procés

Taula 11: Presència de nitrats a l'aigua.

TRAM		NITRATS (mg NO ₃ /l)	
		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1	Mostra 1	5	0
	Mostra 2	0	0
	Mostra 3	0	0
Tram 2	Mostra 1	Sec	10
	Mostra 2	Sec	40
	Mostra 3	Sec	40
Tram 3	Mostra 1	160	0
	Mostra 2	160	15
	Mostra 3	-	45
Tram 4	Mostra 1	20	2
	Mostra 2	-	5
	Mostra 3	-	0
Tram 5	Mostra 1	0	0
	Mostra 2	0	0
	Mostra 3	20	0
Tram 6	Mostra 1	No mesurat	0
	Mostra 2	No mesurat	0

ja que per determinar aquest paràmetre químic no necessitàvem preparar cap reactiu.

Materials

- Una gradeta.
- El nombre de tubs d'assaig de totes les mostres que teníem.
- L'envàs de solució test núm. 1 i núm. 2.
- Un aparell agitador per als tubs d'assaig i la carta amb l'escala de colors que es correspon amb les diferents concentracions de nitrats.

Metodologia

1. Primer de tot, agafem tants tubs d'assaig com mostres d'aigua teníem i els col·loquem ordenadament en una gradeta, després d'haver-los marcat adequadament per tal d'identificar-los i saber a quin tram corresponia cadascun.
2. Per analitzar cada mostra, omplim un tub d'assaig net amb 5 ml d'aigua per analitzar.
3. A continuació hi afegim 10 gotes de l'envàs núm. 1 de Nitrat (NO₃) Test Solution. Aquest envàs l'hem de mantenir cap per avall i en posició vertical per tal que les gotes siguin el més uniformes possible.
4. Tapem el tub d'assaig i el removem per tal que les dues solucions es barregin.
5. Agitem el segon envàs de Nitrat (NO₃) Test Solution.
6. Hi afegim 10 gotes d'aquest envàs.
7. Removem i agitem fortament el tub d'assaig durant un minut.
8. Per obtenir el resultat, és a dir, la concentració de nitrats presents en les mostres, ens esperem aproximadament 5 minuts i, passat aquest temps, lle-

gim el resultat de l'anàlisi comparant el color de la solució amb l'escala de colors de la carta *Nitrat Color Card*.

Per tal d'observar amb més precisió la coloració que adoptava cada mostra, havíem de comparar-les amb l'escala de colors en una zona clara i ben il·luminada. Les unitats del resultat de la concentració de nitrats en l'aigua són mg/l. Resultats Taula 11

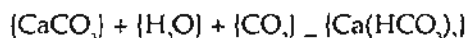
6.2.3 Duresa de l'aigua

La duresa o grau hidromètric és un paràmetre químic de la qualitat de l'aigua i es defineix com la concentració de certs compostos minerals en l'aigua. Aquests compostos són principalment sals de magnesi i calci, i en menor proporció el ferro, l'alumini, l'estronci, el manganès i altres metalls. La duresa total es defineix com la suma de les concentracions de tots els cations presents a l'aigua. Tenint en compte que el contingut de calci i magnesi és molt més elevat que la resta de cations, normalment s'entén com a duresa total la suma de les concentracions de Ca²⁺ i Mg²⁺, i s'expressen com a mg/l de carbonat de calci (CaCO₃), ja que aquest és el compost majoritari. A banda de la duresa total, també podem parlar de duresa càlcica per referir-nos al contingut total de sals de calci, o de duresa magnèsica per al contingut total de sals de magnesi. Existeixen dos tipus de duresa: la duresa temporal (o de carbonats) i la duresa permanent (o no carbonatada).

Duresa temporal

La duresa temporal es deu als bicarbonats i carbonats de calci i magnesi. Es pot eliminar bullint l'aigua

o afegint-hi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (hidròxid de calci), que produeix una precipitació del ió Ca^{2+} en forma de carbonat de calci $\text{Ca}(\text{CO}_3)$, i del ió Mg^{2+} en forma d'hidròxid de magnesi $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Si posem en contacte aigua amb excés de CO_2 i pedra calcària (CaCO_3), n'obtenim hidrogencarbonat de calci, que és més soluble en aigua.



La fletxa en els dos sentits indica que aquesta reacció és reversible. La reacció inversa té lloc quan escalfem l'aigua. Això es deu als factors següents: el bicarbonat de calci és menys soluble en aigua calenta que en aigua freda. Així, quan bullim l'aigua, el bicarbonat de calci es converteix en carbonat de calci (per pèrdua de CO_2) i precipita CaCO_3 . Aquest s'elimina per filtració, deixant l'aigua menys dura. Els carbonats també poden precipitar quan disminueix la concentració d'àcid carbònic i, per tant, també en disminueix la duresa temporal. Si l'àcid carbònic augmenta, s'incrementa la solubilitat de fonts de carbonats, com les pedres calcàries, i així la duresa temporal augmenta.

Duresa permanent

Contràriament al que hem vist pel que fa a la duresa temporal, la duresa permanent no pot ser eliminada mitjançant l'ebullició de l'aigua. Cal afegir carbonat de sodi o calç a l'aigua, o bé filtrar l'aigua a través de zeolites naturals o artificials que absorbeixen els ions metàl·lics que produeixen la duresa i alliberen ions sodi. La duresa permanent és sovint causada per la presència de sulfats, clorurs i nitrats de calci dissolts a l'aigua, que són més solubles com més augmenta la temperatura.

Mesura de la duresa de l'aigua

Hi ha diverses maneres d'avaluar la duresa de l'aigua: mg CaCO_3 /l o ppm de CaCO_3 (mil·ligrams de carbonat de calci [CaCO_3] en un litre d'aigua):

- Grau alemany (Deutsche Härte, °dH): equival a 17,9 mg CaCO_3 /l d'aigua.
- Grau americà: equival a 17,2 mg CaCO_3 /l d'aigua.
- Grau francès (°f): equival a 10 mg CaCO_3 /l d'aigua.
- Grau anglès (°e) o grau Clark: equival a 14,3 mg CaCO_3 /l d'aigua.

Classificació de la duresa de l'aigua

Aigua tova	0-75 mg/litre
Aigua poc dura	75-150 mg/litre
Aigua dura	150-300 mg/litre
Aigua molt dura	>300 mg/litre

La majoria de subministraments d'aigua potable tenen una mitjana de 250 mg/l de duresa. Els nivells superiors a 500 mg/l són indesitjables per a l'ús domèstic, com expliquem més endavant. La duresa de l'aigua és un factor, entre d'altres, per determinar la qualitat de l'aigua:

Qualitat de l'aigua	mg CaCO_3 /litre
Bona	Fins a 150
Mitjana	De 151 a 300
Acceptable	De 301 a 500
Dolenta	De 501 a 600
Molt dolenta	Més de 600

Causes de la duresa

La duresa de l'aigua ve determinada sobretot per la composició del terreny per on flueix l'aigua. Així, com més calcària sigui la zona, més dura serà l'aigua. Per exemple, aigües que procedeixin de sòls rics en calç, silicats, guix o dolomita seran dures. En canvi, l'aigua tova sol trobar-se en terrenys rics en granit o pissarra, però també pot sortir de fonts de gres, ja que les roques sedimentàries solen ser pobres en calci i magnesi. Altres minerals que fan que l'aigua sigui tova són l'arsènic, el basalt i la torba.

A Espanya, la major part del territori presenta aigües dures. L'aigua que arriba al consumidor ha estat tractada per potabilitzar-la i fer-la apta per al consum humà. A la meitat est i sud del país, l'aigua és més dura que al nord o a l'oest. També hem de tenir en compte que un terreny amb un sòl més carbonatat tendirà a tenir un pH més bàsic. En canvi, els sòls pissarrencs o granítics tenen un pH més àcid.

Eliminació de la duresa

Els processos per eliminar la duresa de l'aigua depenen de si la duresa és temporal o permanent. Es pot recórrer a l'ebullició en el cas que la duresa sigui produïda pels carbonats de calci i magnesi. Si la duresa és produïda pels nitrats, clorurs i sulfats de calci, és a dir, és permanent, es pot afegir carbonat de sodi o calç a l'aigua o bé filtrar-la a través de resines o zeolites naturals o artificials que absorbeixen els ions metàl·lics que produeixen la duresa de l'aigua i desprenen ions de sodi.

Per eliminar la duresa de l'aigua també s'utilitzen diversos productes com, per exemple, els tripolifosfats, els quals actuen formant complexos de calci i magnesi que són solubles en aigua. Un inconvenient dels tripolifosfats, però, és que quan arriben a les aigües residuals estimulen el creixement excessiu de les algues, i això pot incrementar l'eutrofització.

Importància de la duresa

La determinació de la duresa de l'aigua és important perquè les aigües dures malmeten els aparells domèstics i industrials. La presència de calci i magnesi a l'aigua pot provocar dipòsits de carbonats en conduccions de rentadores, calderes o planxes. En disminuir el diàmetre de les canonades, l'eficiència de les calderes i els aparells domèstics es redueix i això provoca un increment del cost d'escalfar aigua per a usos domèstics entre un 15% i un 20%. Encara, com que l'aigua dura conté una quantitat apreciable de ions de calci i magnesi en dissolució, quan aquests interaccionen amb el sabó es formen precipitats. Per tant, l'aigua dura provoca problemes per formar escuma al sabó, per exemple, en rentar la roba. D'aquest fenomen deriva el nom: antigament s'anomenava aigua dura aquella amb la qual era difícil netejar. A més, l'aigua dura té gust desagradable per al consum i afecta la cocció de determinats aliments, per exemple, els llegums.

Les aigües dures resulten perilloses quan permeten la solució de metalls en canonades antigues, normalment fetes de plom. Les partícules de plom dissoltes són tòxiques per al cos humà. En casos extrems, la duresa de l'aigua impedeix el desenvolupament correcte de plantes i animals. La majoria d'organismes que viuen als rius prefereixen una aigua tova o mig dura. Per a les plantes aquàtiques, la duresa de l'aigua òptima és de 30-80 mg CaCO₃/litre. Tanmateix, la duresa de l'aigua és beneficiosa en aigua de rec, ja que el Ca²⁺ i el Mg²⁺, que són ions alcalinoterris, tendeixen a flocular (a produir agregats) les partícules col·loïdals del sòl. Com a resultat, aquests agregats de partícules sòlides augmenten la permeabilitat del sòl a l'aigua, factor que és molt beneficiós a països com el nostre, on l'aigua escasseja. Per altra banda, l'absència de duresa, és a dir, l'aigua molt tova, la fa no aplicable directament al consum humà. A més, l'aigua tova ataca el formigó i altres derivats del ciment.

Fins al moment, no es coneix amb certesa quins efectes té la duresa de l'aigua en l'home. Tot i això, es creu que no té cap efecte perjudicial per a la seva salut. Alguns estudis fets en persones han demostrat que existeix una petita relació entre el consum d'aigua tova i les malalties cardiovasculars. L'Organització Mundial de la Salut (OMS) ha revisat els estudis i ha arribat a la conclusió que les dades no eren prou evidents per recomanar un nivell de duresa determinat. Però una revisió posterior feta per František Kožíšek, de l'Institut Nacional de la Salut Pública de la República Txeca, dona algunes recomanacions per als nivells màxims i mínims de calci (40-80 mg/l) i de magnesi (20-30 mg/l) en l'aigua potable. L'OMS ha determinat com a concentració màxima de duresa total desitjable els 100 mg CaCO₃/litre i com a concentració límit, 500 mg/litre.

Determinació de la duresa

Materials

- Balança.
- Vidre de rellotge.
- Espàtula.
- Proveta de 100 ml.
- Vas de precipitats.
- Pipeta Pasteur.
- Embut.
- Matràs aforat de 1000 ml.
- Morter.
- Aigua destil·lada.
- Clorur amònic (NH₄Cl).
- Hidròxid d'amoni (NH₄OH).
- Carbonat de calci (CaCO₃).
- Àcid clorhídric (HCl_{aq}).
- EDTA.
- Clorur de magnesi.
- Reactiu negre d'eriocrom.
- Clorur sòdic.
- Etanol.

Metodologia

Dissolucions que cal preparar:

- Dissolució amortidora de pH 10.
- Indicador negre d'eriocrom T.
- Reactiu EDTA (àcid etilendiaminatetraacètic).
- Dissolució de calci per estandarditzar el reactiu EDTA.

Dissolució de pH 10

1. Amb una balança, pesem 6,8 grams de clorur amònic sòlid.
2. Mesurem 57 ml de dissolució concentrada d'hidròxid d'amoni en una proveta.
3. Barregem la dissolució d'hidròxid d'amoni amb el clorur amònic en un vas de precipitats o erlenmeyer.
4. Diluïm la dissolució amb aigua fins a arribar a un litre en un matràs aforat.

Indicador negre d'eriocrom T

1. Pesem un gram del reactiu en una balança.
2. Pesem 200 grams de clorur sòdic.
3. Triturem el clorur sòdic en un morter.
4. Per tal de preparar el reactiu líquid, pesem 0,25 grams del reactiu anterior en una balança. Tot seguit ho barregem amb 50 ml d'etanol.

Aquest indicador també es pot adquirir preparat.

Reactiu (sal d'EDTA)

1. Pesem 4 grams del reactiu d'EDTA.
2. Pesem 0,10 grams de clorur de magnesi.
3. Posem tots dos compostos en un matràs aforat i afegim aigua destil·lada fins arribar a un litre.

Taula 12: Duresa de l'aigua.

TRAM		DURESIA (mg CaCO ₃ /l)	
		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1	Mostra 1	236	239
	Mostra 2	295	252
	Mostra 3	277	257
Tram 2	Mostra 1	Sec	357
	Mostra 2	Sec	352
	Mostra 3	Sec	241
Tram 3	Mostra 1	213	232
	Mostra 2	231	225
	Mostra 3	-	230
Tram 4	Mostra 1	243	245
	Mostra 2	-	254
	Mostra 3	-	261
Tram 5	Mostra 1	277	293
	Mostra 2	-	30
	Mostra 3	-	131*
Tram 6	Mostra 1	No mesurada	282
	Mostra 2	No mesurada	273

Dissolució de calci per estandarditzar el reactiu EDTA:

1. Pesem 1 gram de carbonat de calci pur.
2. Preparam una dissolució d'àcid clorhídric amb aigua (1:3).
3. Barregem una petita quantitat d'aquesta dissolució amb el carbonat de calci.
4. Aboquem la dissolució en un matràs aforat i completem amb aigua destil·lada fins a arribar a un litre.
5. Aquesta dissolució de calci té un mil·ligram de carbonat de calci per cada ml.

Estandarditzar la dissolució d'EDTA

- Bureta.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Vas de precipitats.
- Aigua destil·lada.
- Pipeta.
- Provena de 100 ml.
- Dissolució de carbonat de calci.
- Dissolució de pH 10.
- Dissolució de negre d'eriocrom T.

Per poder utilitzar el reactiu EDTA primer cal determinar exactament la seva concentració. Ho fem a partir de la dissolució de carbonat càlcic, la concentració de la qual coneixem exactament.

Metodologia

1. Afegim en una bureta la solució d'EDTA.
2. Col·loquem l'erlenmeyer sota la bureta, on afegim 25 ml de la dissolució de carbonat de calci, 25 ml d'aigua destil·lada, 2,5 ml de pH 10 i

3 gotes de la dissolució de negre d'eriocrom. Veiem que la solució es torna d'un color rosat.

3. Hi aboquem l'EDTA gota a gota fins que la solució es torni de color blavós.
4. Anotem el volum d'EDTA gastat.
5. Repetim l'operació i fem la mitjana dels dos volums d'EDTA.

Càlculs

Com que coneixem la concentració de la dissolució de carbonat de calci (1 mg de CaCO₃/ml), podem saber els mil·ligrams de carbonat de calci que s'han posat a l'erlenmeyer. Hi hem posat 25 ml de la dissolució de calci, que equivalen a 25 mg de CaCO₃.

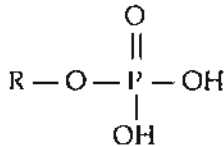
Hem gastat 22 ml d'EDTA fins que la solució ha canviat de color. Així, es necessiten 22 ml d'EDTA per 25 mg de CaCO₃. Fent la divisió ens dona que cada gram de CaCO₃ equival a 0,88 ml d'EDTA.

Procediment

1. Omplim la bureta de 25 ml amb EDTA.
2. Posem, en un erlenmeyer sota la bureta, 25 ml d'aigua per analitzar, 25 ml d'aigua destil·lada, 2,5 ml de dissolució amortidora pH 10 i 3 gotes d'indicador negre d'eriocrom.
3. Hi afegim l'EDTA gota a gota fins que la dissolució passi a color blau.
4. Ho repetim dos cops i fem la mitjana.
5. Els càlculs es limiten a efectuar una regla de tres amb la informació que tenim (1g CaCO₃ equival a 0,88 ml EDTA). Resultats Taula 12

6.2.4 Fosfats

Una de les maneres més comunes de trobar el fòsfor en la natura és en forma de fosfats. Els fosfats són èsters de l'àcid fosfòric en química orgànica o sals d'aquest mateix àcid en química inorgànica. Un fosfat, tant si parlem en termes de química orgànica com d'inorgànica, està constituït per un àtom de fòsfor unit a quatre àtoms d'oxigen en forma de tetràedre.



Trobem molts fosfats que no són solubles en aigua a temperatura i pressió estàndards, però sí que ho són els fosfats de sodi, de potassi, de rubidi, de calci i d'amoni.

En les dissolucions aquoses diluïdes, i segons les condicions d'acidesa del medi, els fosfats poden existir en quatre formes diferents: en medis fortament bàsics predomina el ió fosfat (PO_4^{3-}); en medis feblement bàsics té major presència el ió hidrogen fosfat (HPO_4^{2-}); en medis feblement àcids trobem principalment el ió dihidrogen fosfat, i en medis fortament àcids trobem l'àcid fosfòric. El ió fosfat pot formar ions polimèrics com el difosfat (o pirofosfat) $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ i com el trifosfat $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$.

El fòsfor

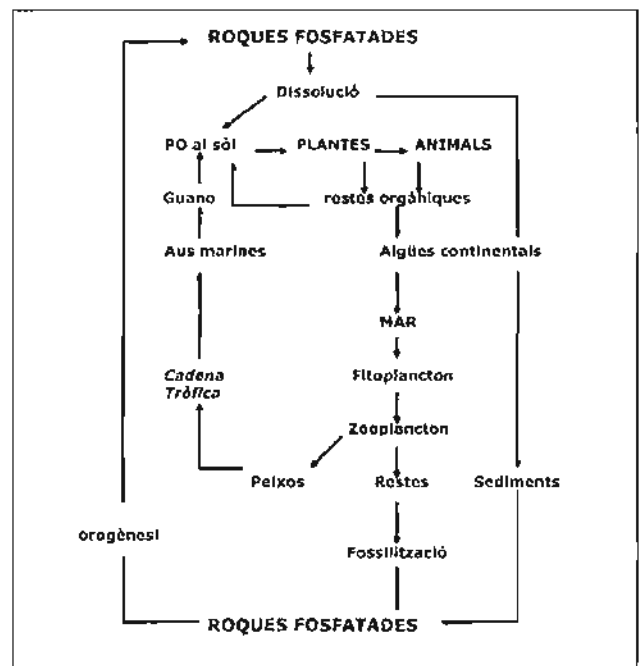
El fòsfor (P) és un element químic no-metall que no es pot trobar a la natura com a element lliure, a causa de la seva alta radioactivitat. El fòsfor s'oxida espontàniament en contacte amb l'oxigen i emet llum, produint la fosforescència. Aquest element apareix al nostre planeta formant part de molts minerals, dels ossos i de les dents dels organismes superiors. També entra en la composició del DNA, del RNA, de l'ATP i dels fosfolípids de les membranes cel·lulars. El fòsfor presenta diverses formes al·lotròpiques, les quals tenen diferents propietats. L'al·lotropia és una propietat que tenen alguns elements químics de presentar-se en diferents formes en un mateix estat físic, en aquest cas cristal·litza de diferents maneres. Les més comunes són el fòsfor blanc i el fòsfor vermell, però també n'hi ha de negre i de violeta, per exemple.

Pel que fa a la composició de la matèria viva, està considerat com un dels sis bioelements primaris, juntament amb el carboni, l'oxigen, l'hidrogen, el nitrogen i el sofre. Tots són indispensables per a la vida i formen les biomolècules orgàniques, és a dir, els glúcids, els lípids, les proteïnes i els àcids nucleics.

El cicle del fòsfor

A la superfície de la Terra, el fòsfor es troba bàsicament en forma del mineral apatita, el qual, amb altres minerals, forma la roca fosforita. Els jaciments més importants es troben al Sàhara i els països exportadors més importants són el Marroc, Rússia i els Estats Units. Gràcies a la meteorització química, les roques fosfatades desprenen ions d'hidrogen fosfat (HPO_4^{2-}), que són transportats en dissolució per l'aigua. Una part d'aquests ions precipiten al sòl com a fosfat càlcic, mentre que la resta arriba al mar. A la llarga, la part precipitada al sòl es dissol i és absorbida per les plantes. El ió hidrogen fosfat que les plantes han incorporat passa a constituir principalment fosfolípids, ATP i àcids nucleics. D'aquesta manera, aquests van a parar als animals. En el cas dels vertebrats, una part del fòsfor precipita en forma d'apatita, que és el component inorgànic més important dels ossos.

Quan els éssers vius terrestres moren, els organismes descomponedors corrompen els seus cossos i alliberen el fòsfor com a ió hidrogen fosfat; una part és retinguda pel sòl i la resta va a parar al mar, on precipita una petita fracció. La major part la incorpora el fitoplàncton, i així se'n pot aprofitar la cadena alimentària. Del fitoplàncton passa al zooplàncton, després als peixos i finalment als ocells marins. En morir tots aquests individus s'aporta fòsfor al fons oceànic, on s'acumulen grans quantitats que formen roques fosforites. Un cop arribat aquest punt, el fòsfor queda, en part, fora de l'abast dels ecosistemes, perquè està dipositat al fons marí. De tota manera, el cicle del fòsfor no queda interromput, però sí que s'alenteix molt, ja que s'ha d'esperar que es dugui a terme una



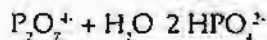
Cicle del fòsfor

orogènesi, que és un procés geològic molt lent, perquè aquestes roques fosforites aflorin a la superfície.

En l'agricultura, per poder adobar els camps de conreu, a més d'aprofitar-se els jaciments minerals de fosforites, es pot fer servir el guano, que són les dejeccions riques en fòsfor que els ocells marins, sovint els pelicans, han anat deixant a les zones costaneres al llarg del temps.

El fòsfor en els organismes

En els sistemes biològics, el fòsfor es troba en forma de fosfats inorgànics lliures en solució i s'anomenen així per distingir-los dels fosfats que formen part d'èsters. Aquests fosfats inorgànics (Pi) s'obtenen per la hidròlisi del pirofosfat (PPi):

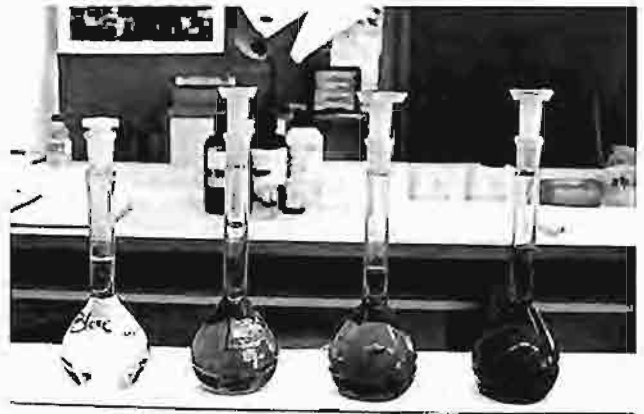


A més, com hem comentat breument abans, en els organismes també trobem els fosfats en forma d'adenosinafosfats, com en el cas de l'AMP, l'ADP i l'ATP. Els grups fosfats s'obtenen per la hidrolització d'aquests dos darrers compostos. En els organismes, els fosfats són els anions intracel·lulars més abundants, importantíssims per a l'emmagatzemament d'energia i el bon funcionament del metabolisme. El fòsfor (la forma més comuna del qual són els fosfats) també és un element indispensable per a la bona funció dels nervis i músculs, per mantenir el calci en equilibri, per a la utilització de nombroses vitamines del complex B, per fer de tampó de molts fluids corporals i per a l'excreció dels ronyons de ions d'hidrogen.

Els fosfats en l'aigua

El fòsfor normalment també es troba a l'aigua en forma de fosfats, i prové principalment dels adobs, els fertilitzants i els detergents. Els fosfats arriben a l'aigua a partir de l'escolament agrícola, els abocaments d'aigües negres i els residus industrials.

Com passa amb els nitrats, els fosfats són nutrients per als vegetals, ja que n'afavoreixen el creixement. En el cas de les algues, si aquest creixement és desmesurat, i encara que en un principi les algues aportin oxigen per a la vida aquàtica, la seva proliferació pot acabar essent perjudicial. En morir les algues, els bacteris descomponedors han de consumir molt oxigen i aquest es va esgotant. La falta d'oxigen provoca unes condicions d'anòxia al fons que fan incompatible la vida dels peixos i d'altres organismes que viuen a l'aigua. Aleshores es multipliquen els microorganismes anaerobis que descomponen la matèria orgànica sense necessitat d'oxigen però que desprenen metà, àcid sulfúric i altres substàncies d'olor i gust desagradable, que poden ser tòxiques. És el procés d'eutrofització, ja esmentat.



El color mostra les diferents concentracions de fòsfor a l'aigua

Es pot concloure que els fosfats, si bé són necessaris per a la nutrició de les espècies vegetals, en grans concentracions a l'aigua poden portar a situacions d'eutrofització, en les quals es produeix la coloració verdosa típica, per l'excessiva proliferació de les espècies vegetals.

Nivell de fosfats (ppm)	Qualitat de l'aigua
0,0-1,0	excel·lent
1,1-4,0	bona
4,1-9,9	acceptable
10 o més	dolenta

Material

- Provetes.
- Pipetes.
- Pipetes Pasteur.
- Vasos de precipitats.
- Matràs aforat d'1 L i de 100 cm³.
- Balança electrònica.
- Cullereta.
- Embuts.

Metodologia

Els fosfats es poden determinar a partir del complex fosfomolibdic que és susceptible de determinació colorimètrica. Per a la determinació s'han de netejar els recipients que cal utilitzar amb dissolució diluïda de clorhídric i mai amb detergents que tinguin fosfats (millor no utilitzar cap detergent).

Dissolucions per preparar:

1. Dissolució 2,5 M (aprox.) de sulfúric. Es prepara a partir de 140 ml d'àcid concentrat (densitat 1,84) i diluint a 1 litre.
2. Dissolució al 4% de molibdat amònic.
3. Dissolució d'àcid ascòrbic: 17,6 g per litre. La dissolució no és gaire estable i seria convenient preparar-la cada dia.

Taula 13: Resultats dels fosfats.

TRAM		FOSFATS (mg de fòsfor/l)	
		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1	Mostra 1	Sense quantitat apreciable de fòsfor	0-0,4
	Mostra 2	Sense quantitat apreciable de fòsfor	0-0,4
	Mostra 3	-	0-0,4
Tram 2	Mostra 1	-	0,4
	Mostra 2	+ 2	0,4
	Mostra 3	+ 2	0,4
Tram 3	Mostra 1	0,8	+2
	Mostra 2	-	+2
	Mostra 3	-	+2
Tram 4	Mostra 1	0,8	0,4
	Mostra 2	0,8	0,4
	Mostra 3		0,4
Tram 5	Mostra 1	0,8	0-0,4
	Mostra 2	0,8	0-0,4
	Mostra 3	0,4	0-0,4
Tram 6	Mostra 1	-	0-0,4
	Mostra 2	-	0-0,4

4. Dissolució de tartrat doble d'antimoni i potassi: 0,274 g per litre.

5. Dissolució mare de fòsfor: 0,877 g de fosfat monopotàssic dessecat dissolt en 1 litre d'aigua. La dissolució té 0,2 g/l de fòsfor. A partir d'aquesta dissolució es prepara la dissolució filla, diluint 1/100 l'anterior. Aquesta dissolució té 2 mg/l de fòsfor.

A partir de les dissolucions anteriors, es prepara el reactiu necessari per obtenir el color:

Dissolució	Volum que s'ha de mesclar (ml)
Àcid sulfúric 2,5 M	400
Molibdat amònic	120
Àcid ascòrbic	240
Tartrat d'antimoni i potassi	40

Preparació de la corba de calibrat

Utilitzem una sèrie de matrassos aforats de 100 ml. Aquests matrassos ens serviran de patró per conèixer la quantitat de fòsfor en una mostra d'aigua. Enumerem cada matràs i hi posem el contingut de la taula següent:

Número del matràs	Blanc	1	2	3
Dissolució de fòsfor 2 mg/l (ml)	0	4	8	20
Aigua destil·lada (ml)	80	76	72	60
Reactiu per obtenir el color (ml)	16	16	16	16
Aigua fins a enrasar (ml)	100	100	100	100
Correspondència en mg/l de fòsfor	0	0,4	0,8	2

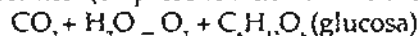
Procediment d'anàlisi de les mostres

- En un matràs aforat de 100 ml aboquem 80 ml d'aigua per analitzar juntament amb 16 ml del reactiu revelador del color.
- Enrasem fins a 100 ml amb aigua destil·lada. Esperem uns 15 minuts.
- Obtenim el resultat del contingut de fòsfor a partir de la corba de calibrat que hem preparat anteriorment. Així, per exemple, si un matràs ens surt de color blau molt intens, sabrem que el seu contingut en fòsfor serà de 2 mg de fòsfor/litre (corresponent al matràs 3). Resultats Taula 13

6.2.5 OD (oxigen dissolt)

L'oxigen dissolt és la quantitat d'oxigen que està barrejat amb l'aigua. L'oxigenació de l'aigua s'aconsegueix per difusió de l'aire de l'entorn, gràcies als salts o ràpids pels quals passa l'aigua, o bé com a producte de la fotosíntesi que realitzen algues i altres plantes.

Fotosíntesi (en presència de llum i clorofil·la):



L'oxigen, com la majoria de gasos, es pot dissoldre en líquids encara que en una proporció molt petita. La solubilitat de l'oxigen a l'aigua depèn de la pressió i la temperatura. Segons la llei de Henry, a temperatura constant, la solubilitat d'un gas en un líquid és proporcional a la pressió del gas sobre el líquid:

$$C = K \cdot P$$

En la fórmula, C és la concentració molar del gas dissolt al líquid, P la pressió i K equival a la constant de Henry. La majoria de gasos obeeixen la llei d'Henry, com l'oxigen a l'aigua, però si el gas reacciona amb l'aigua resulten solubilitats o concentracions superiors a les que dona l'equació anterior. Per exemple, a una pressió d'1 atm (101.325 Pa) i una temperatura de 20°C, en un litre d'aigua es dissolen 0,0434 g d'oxigen; a una pressió de 10 atm (1.013.250 Pa), a la mateixa temperatura, la quantitat d'oxigen dissolt en un litre d'aigua és 0,434 g, és a dir, deu vegades superior. La solubilitat de l'oxigen en aigua augmenta amb la pressió parcial i disminueix amb l'augment de temperatura.

Importància de l'OD

L'oxigen és un element necessari per tal de proveir qualsevol forma de vida aeròbica; per tant, la seva presència és essencial en rius. Les plantes verdes i alguns bacteris poden captar l'oxigen directament de l'aigua o d'altres compostos que continguin oxigen. Ho fan a través de la fotosíntesi o processos similars. La quantitat d'oxigen dissolt a l'aigua que necessita un organisme depèn de la seva espècie, del seu estat físic, de la temperatura de l'aigua, dels contaminants presents a l'aigua, etc.

L'oxigen afecta un vast nombre d'indicadors, no només bioquímics, també estètics com l'olor, la claredat de l'aigua i el sabor. Així doncs, el nivell d'oxigen dissolt és important com a mesura de qualitat de l'aigua. Generalment, un nivell més alt indica aigua de major qualitat. Si els nivells són massa baixos, alguns peixos i altres organismes no poden sobreviure. En morir els organismes, la matèria orgànica que es genera és consumida per bacteris, que utilitzen oxigen. La descomposició de matèria orgànica pot acabar amb l'oxigen dissolt a l'aigua.

Els nivells d'oxigen dissolt a l'aigua normalment varien de 0-18 ppm (parts per milió) o 0-9 mg/litre d'aigua. Com menys concentració d'oxigen, menys possibilitats de vida aquàtica existeixen. Els nivells inferiors a 5 mg/l suposen un perill per a la vida aquàtica i els que continuen sota 1-2 mg/l poden causar la mort de molts organismes en poques hores. Alguns estudis científics suggereixen que la quantitat mínima necessària per a una gran

població de la mateixa espècie de peixos és de 7-8 ppm.

El total dels gasos concentrats en l'aigua no ha d'excedir el 110 per cent. Les concentracions per damunt d'aquest nivell poden ser perilloses per a la vida aquàtica. La presència d'un excés provoca una malaltia poc comuna anomenada "malaltia de la bombolla de gas". Les bombolles d'aire produeixen un bloqueig del flux de la sang en els vasos sanguinis dels peixos i els causen la mort. Les bombolles externes, anomenades emfisemes, poden ser vistes en aletes, a la pell o en altres teixits. Els invertebrats aquàtics també estan afectats per la malaltia de les bombolles de gas.

Paràmetres que influeixen en l'OD

Matèria orgànica: el principal factor que contribueix als canvis en els nivells d'OD és el creixement de residus orgànics. Com s'ha dit, la descomposició de residus orgànics consumeix oxigen i es concentra sobretot a l'estiu, quan els animals aquàtics necessiten més oxigen.

Temperatura: l'oxigen en estat gasós, com la majoria de gasos, es dissol més fàcilment en l'aigua a temperatura més baixa. Així doncs, l'aigua més freda és més rica en oxigen. Es pot observar una diferència entre els nivells d'OD en un mateix lloc si s'analitza l'aigua al matí quan és freda i es repeteix l'anàlisi una tarda d'un dia assolellat quan l'aigua és més calenta. De la mateixa manera, també és observable la diferència entre els nivells d'OD entre l'aigua d'un riu a l'hivern i a l'estiu. Igualment, depenent de la profunditat de l'aigua, s'obtenen valors diferents d'OD (l'aigua més superficial és més calenta que la més profunda).

Velocitat del cabal: la velocitat del cabal també fa augmentar els nivells d'OD, ja que l'aire queda atrapat sota l'aigua i l'oxigen és dissolt. Semblantment influeix la rugositat de fons.

6.2.6 DBO (demanda biològica d'oxigen)

La demanda biològica d'oxigen, també anomenada demanda bioquímica d'oxigen o DBO, és un paràmetre que mesura la quantitat d'oxigen que els microorganismes, especialment bacteris, aeròbics o anaeròbics, fongs o plàncton, consumeixen durant la degradació de matèria orgànica present a l'aigua. De fet, la DBO també ens indica la matèria susceptible de ser consumida o oxidada per mitjans biològics. La DBO s'utilitza per determinar el grau de contaminació de l'aigua.

La descomposició de matèria orgànica

Els microorganismes s'encarreguen de descompondre la matèria orgànica, ja siguin restes de plantes, menjar, fulles, excrements o animals morts presents a l'aigua. Els bacteris aeròbics utilitzen molta part de l'oxigen dissolt a l'aigua durant el procés de descomposició. Això fa disminuir la seva disponibilitat pels altres organismes aquàtics que també en necessiten. Si hi ha moltes restes orgàniques, hi ha molts bacteris descomponent-les i la DBO és alta. Els nivells de la DBO disminueixen a mesura que la matèria orgànica és consumida.

Paràmetres que influeixen en la DBO

La temperatura influeix en els nivells de DBO, en tant que com més calenta és l'aigua, menys oxigen dissolt té. D'aquí que en augmentar la temperatura, també ho faci la DBO. Alhora, quan la temperatura de l'aigua s'incrementa, la velocitat de la fotosíntesi que fan les plantes també ho fa. Quan això passa, les plantes creixen més de pressa, moren i són descompostes pels bacteris. Per tant, augmenta la matèria orgànica en putrefacció, procés que consumeix oxigen i fa pujar el nivell de DBO. Les aigües calentes, doncs, en general presenten una DBO més alta que les fredes.

Els nitrats i els fosfats en l'aigua també poden contribuir a arrossegar a l'alça els nivells de DBO, ja que són nutrients per a les plantes i poden fer que aquestes creixin ràpidament i, com en l'exemple anterior, augmenti la matèria orgànica i la necessitat d'oxigen per a la seva descomposició.

Quan els nivells de DBO són alts, els nivells d'OD (oxigen dissolt) disminueixen, ja que l'oxigen disponible a l'aigua és consumit pels bacteris. La falta d'oxigen fa que peixos i altres organismes aquàtics exigents no puguin sobreviure. Llavors poden aparèixer i tornar-se nombrosos alguns macroinvertebrats, com les sangoneres, que toleren les baixes concentracions d'oxigen dissolt.

Determinació de la DBO

Es necessiten cinc dies per tal de completar la prova de DBO. El mètode es basa a mesurar l'oxigen consumit per una població microbiana en condicions en què s'han inhibit els processos fotosintètics de producció d'oxigen i hi ha prou matèria orgànica per afavorir el desenvolupament dels microorganismes. El nivell de DBO es determina comparant el nivell d'OD d'una mostra d'aigua acabada d'agafar amb el nivell d'OD de la mateixa mostra després de ser incubada a les fosques durant cinc dies a 20°C. La diferència entre els dos nivells d'OD representa la quantitat d'oxigen que es necessita per a la descomposició de qualsevol material orgànic en aquella mostra, i és una bona aproximació del nivell de la DBO.

Gairebé sempre la DBO es calcula transcorreguts cinc dies (DBO₅) i s'expressa en mg O₂/litre. Però també s'empra una incubació durant 21 dies, que es coneix com a DBO₂₁. Quan es parla de DBO, si no s'especifica expressament, es considera que es refereix a la DBO₅. La diferència entre una i l'altra és que en la DBO₅ l'oxidació de matèria orgànica s'ha completat entre un 60% i un 70%, mentre que transcorreguts 21 dies (DBO₂₁) assoleix entre un 95% i un 99%.

La determinació de la DBO és aplicable en aigües superficials continentals (rius, llacs, aqüífers, etc.), aigües residuals o qualsevol aigua que pugui contenir una quantitat apreciable de matèria orgànica. No té gaire sentit en aigües potables a causa del valor tan baix que se n'obtidria. En aigües domèstiques, la DBO oscil·la entre 100 i 350 mg/l d'O₂. En aigües residuals, depèn del grau de contaminació de l'aigua, però sol superar els 10.000 mg d'O₂/l.

6.2.7 DQO (demanda química d'oxigen)

La demanda química d'oxigen és la quantitat d'oxigen dissolt necessari per oxidar tota la matèria orgànica biodegradable i no biodegradable existent en una mostra d'aigua que és susceptible de ser consumida durant el procés. Gairebé sempre es considera només l'oxidació de la matèria orgànica, però hem de tenir present que la matèria inorgànica que hi pugui haver present també pot ser subjecte d'aquesta oxidació. No obstant això, els compostos inorgànics oxidables representen una ínfima part. La matèria orgànica predomina i en aquest cas és de major interès.

Aquest paràmetre s'expressa en mg O₂/l i s'utilitza per determinar la contaminació orgànica que hi ha a l'aigua de rius, llacs, aqüífers o aigües residuals, tant municipals com industrials. És un factor important que cal controlar dins les diferents normatives d'abocaments, per intentar que les aigües estiguin en les millors condicions possibles i així no malmetre el medi ambient. La determinació de la DQO també es duu a terme en centrals elèctriques, en la indústria química, en la indústria del paper, en bugaderies i en nombrosos estudis mediambientals.

La majoria dels sòlids de l'aigua, tant els que es troben en suspensió com els que són filtrables en aigües residuals, tenen una naturalesa orgànica. Aquesta matèria orgànica prové dels animals, de les plantes i també de les activitats humanes relacionades amb la síntesi dels compostos orgànics. La matèria orgànica generalment està formada per compostos de carboni, hidrogen i oxigen. Moltes vegades també hi observem la presència de nitrogen i altres elements força comuns com el fòsfor, el sofre i el ferro. Els principals

compostos orgànics que podem trobar a l'aigua són les proteïnes, els greixos, els olis i els hidrats de carboni. Uns tractaments fisicoquímics utilitzats per a la reducció de la DQO són l'electrocoagulació i l'ozó.

Per poder estudiar el dany que causen les aigües residuals contaminants es poden utilitzar diverses tècniques, i una d'elles és la DQO, que mesura la quantitat d'oxigen necessari per oxidar les substàncies reductores de la matèria orgànica que hi ha a l'aigua. Disposem de diferents mètodes per detectar i reduir la DQO de l'aigua. Per a la seva determinació, un dels mètodes més utilitzats és el del dicromat potàssic ($K_2Cr_2O_7$). Aquest es duu a terme quan les aigües que es tracten són residuals. Un altre mètode també força utilitzat és el de permanganat potàssic ($KMnO_4$). En el present treball hem utilitzat el segon. S'aplica a aigües relativament netes. Utilitzant aquests mètodes, es mesura tant la matèria orgànica biodegradable pels microorganismes, com la matèria orgànica no biodegradable i la matèria inorgànica oxidable per agents químics.

La determinació de la DQO amb dicromat potàssic es duu a terme en un medi àcid, amb l'ajuda de catalitzadors i en presència de sulfat de plata (Ag_2SO_4) i de sulfat de mercuri ($HgSO_4$). El dicromat de potassi oxida la matèria orgànica i la inorgànica presents en la mostra reduint-se de Cr^{6+} a Cr^{3+} . Aquesta determinació s'ha de fer a una temperatura elevada ($150^\circ C$) i cal esperar entre una i dues hores. Un cop passat aquest temps, el dicromat potàssic es valora amb sal de Mohr, utilitzant com a indicador la ferroïna. La dissolució varia de color i passa de verda a vermella.

La DQO va lligada estretament a la demanda bioquímica d'oxigen (o DBO), vista anteriorment. La DBO només fa referència a la matèria orgànica biodegradable i la DQO tant a la biodegradable com a la no biodegradable. Els valors d'aquesta última, per tant, acostumen a ser més alts que els de la DBO. Aleshores, en el cas que resultin ser molt més alts, significa que una part important de la matèria orgànica de l'aigua no és fàcilment biodegradable. Generalment, en les aigües industrials acostuma a haver-hi una concentració més alta de substàncies no biodegradables. En analitzar qualsevol aigua, els valors de la DBO i la DQO haurien de tenir una relació estable, la qual és indicativa de la qualitat de l'aigua. La relació que hi ha entre els valors de DBO i de DQO d'unes mateixes aigües ens permeten saber-ne la procedència. A més, segons el resultat, es pot saber si és convenient dur a terme un tractament fisicoquímic d'aquestes aigües, segons el seu estat:

- Si la relació $DBO_5/DQO < 0,5$: ens trobem davant de residus industrials.
- Si la relació $DBO_5/DQO < 0,2$: els residus són industrials, poc biodegradables i és convenient establir-hi tractament.



Reactius necessaris per a determinar la DQO

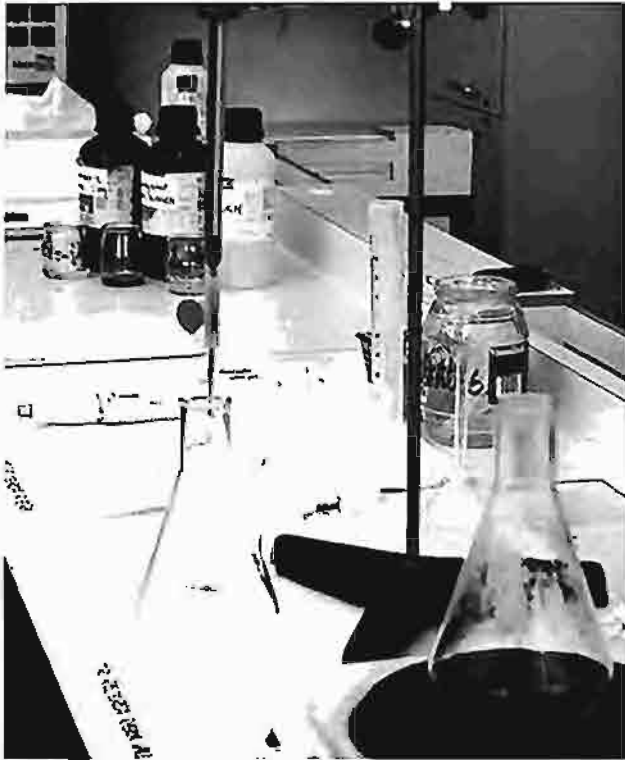
- Si la relació $DBO_5/DQO > 0,5$: els residus són municipals i més biodegradables. Aquestes aigües, doncs, es poden tractar utilitzant mètodes biològics.

Material

Material de laboratori
1 bureta de 25 ml
1 proveta de 100 ml
2 pipetes de 10 ml i 1 pipetejador
1 pipeta de 5 ml
1 vas de precipitats de 100 ml
1 matràs erlenmeyer de 500 ml per a matèria orgànica amb dues boles de vidre
1 rellotge
1 pinça doble per a valoracions
1 suport
1 placa calefactora
1 pinces i un tros de cuir
Reactius
Permanganat potàssic 4 0,002M $KMnO_4$
Àcid sulfúric 2 4 1/3 en pes H_2SO_4
Àcid oxàlic 2 2 4 0,005M $H_2C_2O_4$

Metodologia

1. Mesurem amb una proveta 50 ml d'aigua de la mostra i els posem al matràs erlenmeyer per a matèria orgànica. Comprovem que hi hagi les dues boles de vidre.
2. Hi afegim 2,5 ml d' H_2SO_4 1/3 i 5 ml de $KMnO_4$ 0,002M.
3. Escalfem amb la placa calefactora i, a partir de quan arrenqui el bull, deixem durant 10 minuts. Mentrestant omplim la bureta amb la solució de $KMnO_4$ 0,002M i l'engrasem.
4. A continuació traïem l'erlenmeyer de la placa calefactora amb unes pinces i hi afegim 5 ml d'àcid oxàlic $H_2C_2O_4$ 0,005M. Aleshores es produeix una decoloració.



Fent la determinació del DQO

5. Després agafem l'erlenmeyer amb el cuir, per no cremar-nos, i deixem caure gota a gota el KMnO_4 , fins que aparegui de color rosat.
6. Per últim, anotem el volum de KMnO_4 gastat.

Càlculs

Els càlculs es fan a partir de la quantitat de permanganat afegit. La podem conèixer fent tota la determinació, ja que és la mateixa quantitat d'oxàlic que hi haurem afegit. Comencem afegim una quantitat de permanganat potàssic a la mostra d'aigua de la riera. Després hi aboquem una quantitat d'àcid oxàlic, que ha de ser capaç de reaccionar amb el total de permanganat afegit, però que només reaccionarà amb la quantitat de permanganat sobrant, és a dir, la que no ha reaccionat abans amb l'aigua. Sabem que la quantitat d'oxàlic que no ha reaccionat és la mateixa que la de permanganat que sí que ho ha fet, per tant, ja tenim la quantitat de permanganat potàssic que ha reaccionat i podem fer els càlculs.

Un cop sabem el volum de permanganat potàssic que ha reaccionat, el passem a mols amb l'ajut de la molaritat. Així podrem establir la relació entre els mols d'oxigen i els mols de permanganat (relació: 4 mols - 5 mols). D'aquesta manera obtenim el nombre de mols d'oxigen i a partir de la massa molar podem passar el volum a massa. Un cop tenim la massa, la deixarem en mg i la dividirem entre el volum (en litres) de mostra agafada per tal d'obtenir mg d'oxigen/l mostra. Resultats Taula 14



Afegint el permanganat a la solució

6.2.8 Paràmetres biològics al laboratori

Al laboratori també vam observar microorganismes al microscopi.

Material

- Portaobjectes i cobreobjectes.
- Pipeta Pasteur.
- Espàtula.
- Microscopi.
- Aplicació Motic de l'ordinador.
- Fitxes per a microorganismes.

Metodologia

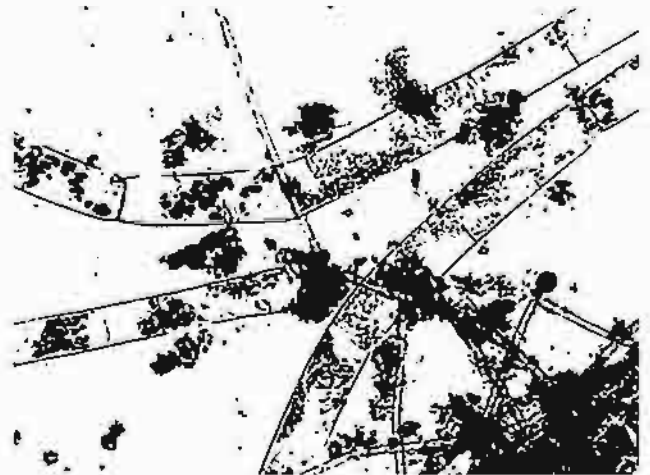
1. Agafem una mica d'aigua de les mostres amb una pipeta Pasteur i la posem en un portaobjectes.
2. Amb l'ajuda d'una espàtula, hi afegim també unes quantes algues.
3. Amb una mica de paper traïem les restes d'aigua.
4. Ho cobrim amb un cobreobjectes.
5. Ho posem al microscopi.
6. Enfoquem el microscopi amb l'augment adequat.
7. A través de l'aplicació Motic a l'ordinador, podem veure el que veiem al microscopi a la pantalla de l'ordinador.
8. Comparem el que observem amb les fitxes de laboratori.

Taula 14: Resultats de la Demanda de Química d'Oxigen.

TRAM		dqo (mg O ₂ /l)	dqo (mg O ₂ /l)
		JULIOL	OCTUBRE
Tram 1	Mostra 1	19,68	9,44
	Mostra 2	11,2	7,68
	Mostra 3	11,2	8,8
Tram 2	Mostra 1	Sec	6,4
	Mostra 2	Sec	6,18
	Mostra 3	Sec	3,2
Tram 3	Mostra 1	20,8	9,28
	Mostra 2	24,8	9,12
	Mostra 3	18,4	9,6
Tram 4	Mostra 1	10,72	6,24
	Mostra 2	8,96	5,12
	Mostra 3	-	4
Tram 5	Mostra 1	-	17,6
	Mostra 2	11,04	11,2
	Mostra 3	7,2	13,6
Tram 6	Mostra 1	No mesurada	12,8
	Mostra 2	No mesurada	12



Fent la determinació del DQO



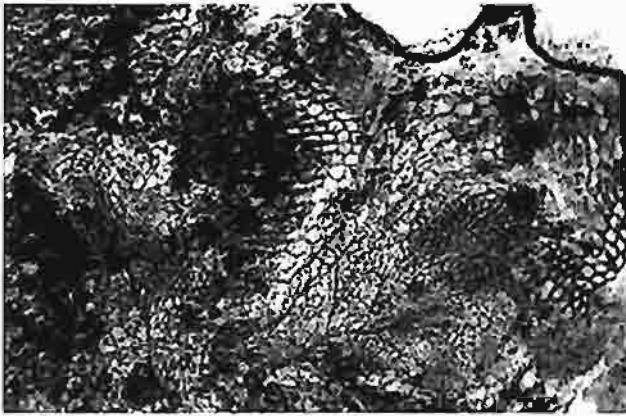
Afegint el permanganat a la solució



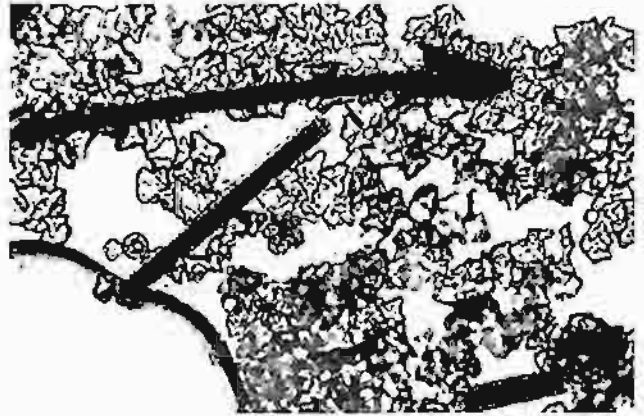
Afegint el permanganat a la solució



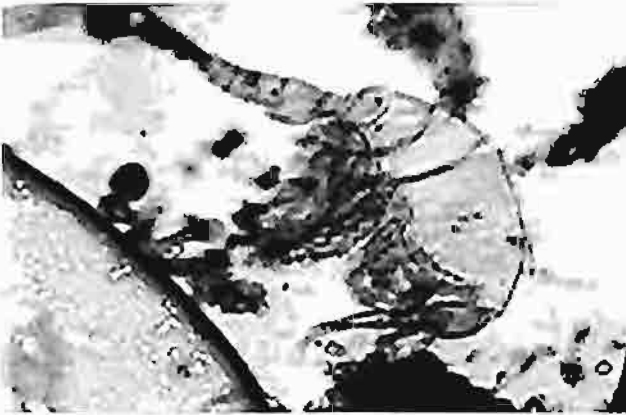
Afegint el permanganat a la solució



Afegint el permanganat a la solució



Afegint el permanganat a la solució



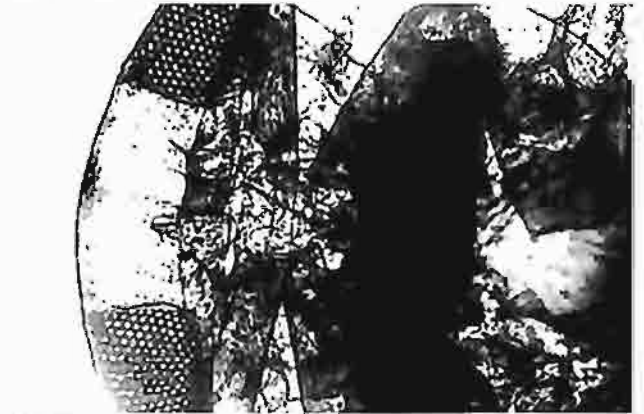
Afegint el permanganat a la solució



Afegint el permanganat a la solució



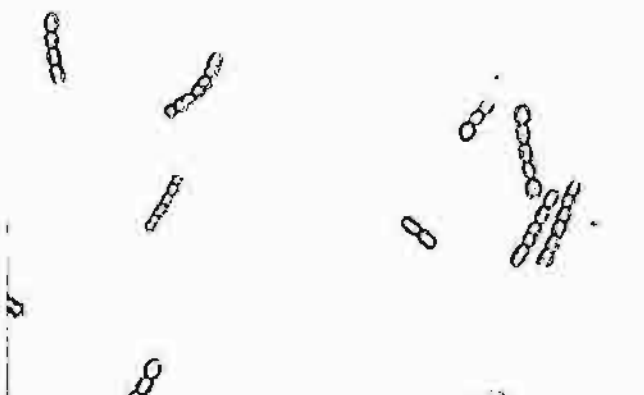
Afegint el permanganat a la solució



Afegint el permanganat a la solució



Afegint el permanganat a la solució



Afegint el permanganat a la solució

7 RESULTATS I ANÀLISI DE RESULTATS

Per poder analitzar, comparar i contrastar els resultats que hem obtingut dels paràmetres mesurats al camp i al laboratori, s'han de tenir en compte diversos aspectes. En primer lloc, s'ha de saber que tots ells depenen, en gran mesura, de l'estació i el punt de la riera on han estat agafades les mostres. Al juliol, no ens va ésser possible agafar mostres del segon tram, la zona que hi ha just després de la presa del pantà, ja que no hi havia aigua. Del tram de la desembocadura tampoc vam aconseguir mostres perquè a principis d'estiu no teníem massa segur si inclouríem aquesta zona dins del nostre treball o no. Durant l'estiu, però, ho repensàrem i ens vam adonar que aquesta és una zona de vital importància que havíem de tenir en compte si volíem fer un estudi complet de la riera.

Cap a principis de setembre vam començar a fer el segon mostreig als diferents trams. Malgrat que a finals d'agost va haver-hi aproximadament una setmana de pluges, la sorpresa va ser nostra quan veiérem que al segon tram, que havia estat sec durant gairebé tot l'estiu, hi havia aigua suficient per agafar-ne mostres, analitzar-les i estudiar-ne la flora i la fauna. En canvi, a la zona de Molins de Rei on al juliol havíem agafat les mostres corresponents al tram 5 ens vam trobar que no hi havia aigua. I va passar el mateix amb la desembocadura: estava seca. Davant aquest imprevist, vam decidir tornar-hi més endavant, que fou ben entrat el mes d'octubre i, gràcies a les abundants pluges de la tardor, poguérem recollir aigua de les mostres que ens faltaven.

En analitzar els resultats, vam parlar de dues temporades, les de juliol i d'octubre, i en aquesta última incloem els resultats de les mostres que vam agafar al setembre. És important ressaltar aquest fet ja que, encara que setembre i octubre els considerem com un tot, hi va haver un descens de temperatures i, a principis d'aquest últim mes, una setmana de pluges intenses. Aquest canvi de condicions climàtiques influeix molt en els resultats que tenim entre un mes i l'altre, principalment a causa del descens de temperatures i del fet que les mostres venien de l'aigua de les recents precipitacions. De la mateixa manera que s'han de tenir en compte aquests aspectes climàtics i meteorològics, també hem de tenir presents les diferents zones per on passa la riera, si s'acosta més a un nucli urbà o si està més endinsada en la muntanya, cosa que afecta la qualitat de les aigües i determina, principalment, els paràmetres que hem pogut analitzar al laboratori: els amoníacs, els nitrats, els fosfats, la duresa de l'aigua i la DQO.

En el nostre treball només hem recollit mostres d'aigua en dues èpoques diferents d'un mateix any.

Per tant, tampoc disposem de gaires mostres d'un mateix tram i diferent moment, fet que també fa més difícil extreure'n conclusions molt concretes. Tot i això, s'ha de tenir present que els resultats que s'obtenen del mesurament d'una mostra d'aigua en particular (en el cas que estiguin dins dels marges teòrics aconsellats) no són tan importants com les variacions que es poden observar durant un període determinat de temps. Aleshores només ens hauríem de sorprendre si aquests canvis fossin molt freqüents i exagerats.

A continuació, passarem a analitzar cada paràmetre per mesos i trams, fixant-nos en els gràfics que hem elaborat a partir de les dades recollides. Veurem que la part que representa els resultats de juliol no està completa, ja que ens falten les dades dels trams 2, 5 i 6.

7.1 Resultats de paràmetres físicogeològics

JULIOL

El dia que vam agafar mostres del pantà, és a dir, del tram 1, el cel es trobava ennuvolat i veníem d'uns dies de pluges. La rellevància de la climatologia és molt important i s'ha de tenir en compte a l'hora de valorar els resultats obtinguts dels diversos paràmetres, ja que alguns es veuen influïts de manera directa per aquest factor. El fet que hagi plogut afecta el transport dels microorganismes cap a trams inferiors i influeix en l'oxigenació de l'aigua. També en l'augment de cabal i les conseqüents variacions dels altres paràmetres físics, com la velocitat, que provoca una major erosió i transport de sediments, etc. Unes mostres d'aigua agafades després d'un període de pluges poden ser més tèrboles a causa del moviment patit durant els dies recents, però alhora presentaran uns valors químics pràcticament idonis. En aquest tram l'aigua no fluïa perquè es troba embassada. El nivell de l'aigua era l'habitual per a l'època de l'any.

El segon tram, en aquesta temporada, es trobava sec a causa del poc cabal que sortia del conducte.

Les anàlisis del tercer tram les vàrem efectuar quatre dies després de les anteriors; la climatologia havia canviat considerablement. Estàvem en ple juliol i feia molt sol. L'aigua fluïa i el nivell era similar al dels altres cops que hi havíem anat. L'amplada d'aquest tram, per culpa de la delimitació del mur del Merendero, és variable. En aquest tram el canal no era gaire profund. Pel que fa a la resta, teníem una velocitat aproximada de 0,20 m/s.

Al tram de Can Bosquets, hi vam anar un dia ennuvolat. L'aigua fluïa. El canal presentava una amplada mitjana d'un metre i mig, i una fondària

JULIOL	Tram 1			Tram 2			Tram 3			Tram 4			Tram 5			Tram 6		
Data	10/7/2009			10/07/09			14/7/09			12/7/09			11/7/09			-		
Temps avui	Ennuvolat			Ennuvolat			Sol			Sol			Ennuvolat			-		
Temps últimes 48h	Pluges			Pluges			Sol			Ennuvolat			Ennuvolat			-		
L'aigua flueix (sí/no)	No			estava sec			Sí			Sí			Sí			-		
Nivell habitual per l'època de l'any (sí/no, més/menys, perquè)	No. És una mica superior de l'habitual per les pluges dels últims dies.			estava sec			Sí			Sí			Sí			-		
	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	
Amplada mitjana del canal (m)	15	20	20	sec	sec	sec	2,48	1,98	2,87	1,24	2,65	1,15	2,2	2,7	3	-	-	
Fondària mitjana del canal (cm)	155	300	420	sec	sec	sec	9	11	5	6	8,5	9,5	8	27	6	-	-	
Velocitat aigua (m/s)	0	0	0	sec	sec	sec	0,24	0,32	0,15	0,3	0,25	0,02	0,04	0,42	0,09	-	-	
Cabal (m ³ /s)	-	-	-	sec	sec	sec	0,017	0,012	0,008	0,0016	0,0024	0,07	0,023	0,03	0,04	-	-	
Amplada mitja de la ribera (m)	Marge dret	15	15	15	sec	sec	sec	4	4	10	>15	>15	>15	>20	>20	>20	-	-
	Marge esquerre	20	20	20	sec	sec	sec	1	0,5	>15	>15	>15	>15	>15	>10	>10	-	-

OCTUBRE	Tram 1			Tram 2			Tram 3			Tram 4			Tram 5			Tram 6		
Data	31/8/09			2/9/09			6/9/09			3/9/09			24/10/2009			24/10/2009		
Temps avui	Ennuvolat			Ennuvolat			Sol			Sol			Sol			Sol		
Temps últimes 48h	Ennuvolat			Pluges			Ennuvolat			Pluges			Pluges			Pluges		
L'aigua flueix (sí/no)	No			Sí			Sí			Sí			Sí			No		
Nivell habitual per l'època de l'any (sí/no, més/menys, perquè)	Sí			No. Hi ha aigua però no massa ja que no ha plogut a l'estiu.			No. Malgrat les pluges de finals d'agost, continua havent-hi poca aigua.			Sí			Creiem que no, que hi ha més aigua de l'habitual ja que durant l'última setmana ha plogut molt.			No era el nivell habitual perquè només hi havia aigua estancada.		
	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 1	Mostra 2	
Amplada mitjana del canal (m)	15	20	20	1,7	1,2	1,4	2,70	2,20	3,20	0,9	1,4	9,5	2,5	2,4	2,6	2	2	
Fondària mitjana del canal (cm)	150	200	300	4	2,5	4	11	13	7,3	6	8	18,42	11	43	10,5	27	25	
Velocitat aigua (m/s)	0	0	0	0,075	0,054	0,039	0,16	0,14	0,32	0,25	0,2	0,033	0,042	0,125	0,355	0	0	
Cabal (m ³ /s)	-	-	-	0,0051	0,0062	0,0022	0,0475	0,04	0,0748	0,0014	0,0022	0,06	0,0116	0,1281	0,0902	-	-	
Amplada mitja de la ribera (m)	Marge dret	15	15	15	2	2	2	5	5	10	>15	>15	>15	>5	>5	>5	>2	>2
	Marge esquerre	20	20	20	>5	>5	>5	2	1	>15	>15	>15	>15	>10	>10	>10	>5	>5

superior als altres dos trams anteriors (uns 7 cm). La riera té uns marges amples, amb vegetació.

El mostreig del cinquè tram el vam realitzar abans d'haver fet el dels trams 3 i 4 perquè en presentar-se un dia ennuvolat vam pensar que ens era més convenient anar a la zona de Molins de Rei, de més fàcil accés. En els trams previs, en cas de presentar-se pluja, la possibilitat de fer-hi una determinació correcta i rigorosa es veuria dificultada a causa dels forts pendents fangosos. L'amplada d'aquest tram era d'uns 2 metres aproximadament, i la fondària variava molt dependent de la zona de mostreig, com

també variava la velocitat en aquests punts. Els marges del canal eren molt amples.

OCTUBRE

Passant a la segona temporada de mostreig, vam tornar als quatre primers trams el mes de setembre, i als últims trams a l'octubre. Al pantà el dia era ennuvolat, com havia passat els dos dies anteriors. Les dades no varien gaire respecte a les preses durant la temporada de juliol.

Al segon tram, analitzat un dia ennuvolat, l'aigua fluïa, a diferència de la temporada anterior, ja



La presa de l'embassament de Vallvidrera



La riera mig canalitzada en la zona dels "merenderos" de Les Planes

que havia plogut els dos dies anteriors, però com que no ho havia fet amb intensitat, tot i haver-hi aigua, no n'hi havia gaire. L'amplada mitjana del canal era d'un metre i mig aproximadament, sense que el canal fos especialment profund. La velocitat de l'aigua era lenta i els marges de ribera no gaire amples.

Al tercer tram, al Merendero, vam observar que l'aigua fluïa amb facilitat i que l'amplada del riu augmentava. El tram presentava velocitats diferents depenent del punt que estudiàvem, igual que la fondària. L'amplada d'ambdós marges presentava grans variacions d'un cantó a l'altre. Mentre que al marge dret era aproximadament d'uns cinc metres, a l'esquerra variava considerablement entre els valors d'un, dos i més de quinze metres.

El quart tram es tracta d'un espai bastant aïllat, sense massa contacte humà excepte la masia que es troba al costat, Can Bosquets. Cal dir que és un dels espais més ben conservats. Els marges de ribera eren molt amples, mentre que la llera de la riera era estreta fins arribar al gorg, on, després d'haver caigut pel petit salt d'aigua, es produïa un gran eixamplament. Els diferents punts, doncs, mostren diferents velocitats i amplades del llit del riu.

El mostreig del cinquè tram de la riera, el que es troba als afores de Molins de Rei, es va fer un dia assolat. Com que es tracta del mostreig realitzat després d'una setmana de pluges intenses (ja que al setembre estava sec), trobem un nivell de l'aigua molt superior a l'habitual; fins i tot l'aigua ocupava part del marge del riu i del camí per on passàvem per tal d'arribar-hi. L'amplada mitjana del canal era d'uns dos metres i la fondària era de les més grans que vam trobar, exceptuant les del pantà. El flux de l'aigua era, per tant, elevat i constant i provocava una alta velocitat.

En el sisè i últim tram de la riera, la presa de mostres es va fer el mateix dia que la del tram ante-

rior, amb idèntiques condicions climàtiques. Tenint en compte l'elevat percentatge de precipitacions, calia esperar que el nivell de l'aigua fos molt alt. No obstant això, només vam trobar aigua estancada formant un curs de petites basses. Això probablement sigui degut al fet que en aquest tram, que discorre prop del nucli de Molins de Rei, tingui captacions.

En tractar-se de paràmetres físicogeològics, no hem trobat grans diferències entre els resultats del juliol i de l'octubre. De tota manera, com ja s'ha esmentat anteriorment, hi ha hagut canvis més significatius en els resultats dels últims dos trams, presos a finals d'octubre. Les condicions climàtiques havien canviat completament, les temperatures havien baixat i havia plogut força en dies anteriors. Per tant, trobem que en els trams analitzats l'octubre hi havia molta més aigua i, aleshores, la fondària i la velocitat de l'aigua van augmentar.

JULIOL

En el primer tram estudiat, el pantà, l'aigua era transparent i inodora en totes les mostres analitzades. De tota manera, hi havia indicacions d'olis i escumes sobretot a la part de l'inici del pantà, on hi ha menys fondària, sense saber-ne la procedència.

El segon tram no va poder ser estudiat adequadament per la manca d'aigua.

Al tercer tram, corresponent al Merendero, l'aigua era lleugerament verdosa i feia olor a claveguera. A més, vam trobar-hi indicacions d'olis i escumes i nombroses deixalles escampades, sobretot restes de menjar i plàstics. La brossa prové de la gent que sovint dina en aquesta zona, on, a banda de l'àrea de lleure, hi ha un restaurant. Malauradament, la gent no té cura de l'entorn i acostuma a tirar les deixalles sense ser conscient del perjudici que això causa a la riera. Aquest fet s'accentua amb el bon temps, que és quan més afluència de públic hi ha.

		Color de l'aigua		Olor de l'aigua		Indicacions d'olis, escumes, impureses		Presència de deixalles	
		Juliol	octubre	Juliol	octubre	Juliol	octubre	Juliol	octubre
Tram 1 Pantà de Vallvidrera	Mostra 1	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	Sí	No	Sí	No
	Mostra 2	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	Sí	No	No	No
	Mostra 3	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	No	Sí	No	Sí: sola de sabata
Tram 2 Inici de la riera	Mostra 1	Sec	Transparent	-	Inodora	-	No	-	No
	Mostra 2	Sec	Transparent	-	Inodora	-	No	-	No
	Mostra 3	Sec	Transparent	-	Inodora	-	No	-	Sí: bossa de plàstic
Tram 3 Merendero	Mostra 1	Verdós	Transparent	Claveguera	Suaü claveguera	Sí (escumes)	Sí però menys que l'altre cop	Sí: plàstics, menjar, etc	Sí: pneumàtics, menjar...
	Mostra 2	Transparent verdós	Transparent	Claveguera i ous podrits	Ou podrit	No	Sí	Sí: bosses, plàstics...	Sí: plàstics i papers
	Mostra 3	Verdós	Transparent	Claveguera	Claveguera	No	Sí	Sí: menjar, rodes...	Sí: roba, sabates...
Tram 4 Can Bosquets	Mostra 1	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	No	No	No	Sí: plàstics, papers de caramels...
	Mostra 2	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	No	No	No	Sí: burilles, plàstics
	Mostra 3	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	No	No	No	Sí: plàstics i teles
Tram 5 Molins de Rei	Mostra 1	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	No	No	No	No
	Mostra 2	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	No	No	No	No
	Mostra 3	Transparent	Transparent	Inodora	Inodora	No	No	No	No
Tram 6 Desembocadura	Mostra 1	No mesurat	Transparent	-	Inodora	-	No	-	Sí
	Mostra 2	No mesurat	Transparent	-	Inodora	-	No	-	Sí: plàstics

En arribar al quart tram, la riera havia millorat el seu estat i presentava unes condicions força bones; l'aigua era transparent, inodora; no hi havia indicacions d'olis ni d'escumes ni tampoc presència de deixalles. Fins i tot hi havia gent que es banyava al gorg, aprofitant la calor del dia.

En condicions semblants a les del quart tram, al cinquè, a Molins de Rei, l'aigua era transparent i no semblava estar gens contaminada. Al juliol encara no preveïem la desembocadura com a sisè i últim tram per estudiar.

OCTUBRE

En arribar al primer tram, al pantà, el mes de setembre, ens va sorprendre el fet de trobar una capa d'algues recobrint gairebé tota la superfície del pantà. Vam pensar que es podria tractar d'un cas d'eutrofització, fet que comprovàvem més tard, fent les anàlisis fisicoquímiques al laboratori. A part d'això, en les mostres agafades l'aigua era transparent i inodora, sense presència de deixalles ni de cap altra impuresa.

Al segon tram, les condicions de l'aigua eren força bones: l'aigua era transparent, inodora, no hi havia

indicacions d'olis ni d'escumes i, exceptuant una bossa de plàstic, no hi havia cap altra deixalla.

Tal com esperàvem, el tercer tram presentava unes condicions semblants al juliol. L'aigua era més transparent, però continuava fent mala olor (a ous podrits) i arrossegava tot tipus de deixalles: bosses de plàstic, roba, sabates, joguines, plats, gots i coberts de plàstic, etc. La raó és l'afluència humana a l'àrea de lleure i al Merendero.

Al quart tram les condicions havien millorat respecte al tram anterior i s'assemblaven a les trobades al juliol. Malgrat tot, aquest cop sí que hi havia deixalles.

Al cinquè tram, l'aigua presentava unes condicions extraordinàriament bones, ja que veníem d'una setmana de ruixats. Com al juliol, l'aigua era transparent, no feia olor i no hi havia cap tipus de deixalles ni impureses.

A la desembocadura, la poca quantitat d'aigua que hi havia era transparent i inodora. No hi havia indicacions d'olis, escumes ni impureses, però sí alguns residus: bosses i una pilota de plàstic.



La Rierada, cinquè tram de l'estudi

En resum, hem observat que pel que fa al color i a l'olor de l'aigua, aquestes característiques no varien de juliol a octubre. En gairebé tots els trams l'aigua és transparent i inodora, excepte al Merendero, on presenta una lleu coloració verdosa i fa mala olor per culpa dels continuats abocaments de deixalles. Pensàvem que al setembre hauria millorat un xic, ja que durant l'època de més calor, entre mitjan juliol i l'agost, aquest espai està tancat. Per tant, era un període sense aportacions de deixalles, en el qual l'aigua podria regenerar la seva qualitat. Però tot i que certament presentava millor aspecte, en tornar-se a iniciar l'afluència de públic la riera rep novament més residus. Les indicacions d'olis, escumes, impureses i la presència de deixalles varien més sovint i n'hem trobat més o menys segons el moment en què hem anat a analitzar els trams. De tota manera, es constata que n'hi ha més a les zones properes als nuclis urbans. Als trams que teòricament tenen una millor qualitat també hem pogut trobar deixalles, però molt més esporàdicament. En canvi, als trams que d'entrada ja sabíem que estaven en pitjor estat sempre n'hem trobat.

Aquesta taula ens ofereix els resultats de l'impacte humà sobre els diferents trams de la riera, mostrant-nos de manera esquemàtica l'estat de les vores (esquerra i dreta) de cadascun dels trams. Els resultats que hi podem apreciar poden ser produïts per dos factors: la simple acció del curs de l'aigua i la modificació que aquests laterals han patit a través de l'acció humana. Els resultats són una mescla de les dades recollides en els dos mostreigs (el de juliol i el d'octubre) ja que les variacions són mínimes.

En el tram 1, corresponent al pantà, observem a primer cop d'ull que l'acció de l'home ha estat positiva, ja que darrerament s'ha portat a terme la rehabilitació del tram. Caldrà veure com evoluciona. La vegetació és abundant a ambdós costats i presenta un bosc mediterrani en bon estat de conservació, tot i que manquen els arbres clàssics de ribera. Els camins per al pas de les



Àrea de la desembocadura, amb una màquina netejant les vores de vegetació

persones no palesen una possible incompatibilitat entre l'home i la natura. Quant als aspectes físics d'aquest tram, trobem les característiques típiques d'una aigua embassada, sense moviment i que, per tant, no té cap de les característiques d'un curs fluvial. L'ús dels seus marges queda molt reduït, ja que es tracta d'una zona protegida on l'impacte humà es canalitza a través de les àrees d'esbarjo i alguns habitatges aïllats.

Passant al tram 2, ens trobem amb unes vores i un impacte humà similars, ja que la separació entre els dos punts de mostreig és bastant reduïda. Quant als paràmetres físics, hi ha diferències apreciables a causa que aquí ja estem plenament en el curs de la riera i per tant amb una llera irregular que presenta ràpids, zones on el corrent és més lent, etc. Aquest segon tram rep una aigua molt neta que prové d'una canonada que surt de la base del pantà.

En el tram 3 ens trobem amb una diferència notable entre tots dos costats de la riera. La zona correspon a l'àrea del Merendero de les Planes, el qual queda just a tocar el marge esquerre de la riera i lògicament es troba molt més alterat per l'impacte humà que no pas l'oposat. Aquest últim no presenta la possibilitat d'accés a les persones i, per tant, tampoc es veu tan influït malgrat la poca separació que hi ha entre ambdós costats. L'aigua d'aquest tram, tot i que teòricament hauria d'estar molt neta perquè rep l'aportació que surt directament de la depuradora, pateix de manera molt directa l'acció contaminant de l'home. Es produeix, doncs, un empitjorament molt sobtat de l'estat de l'aigua i conseqüentment dels paràmetres mesurats.

El tram corresponent a Can Bosquets presenta unes condicions molt bones, ja que és una àrea amb molt poca presència humana i per tant de molt poca alteració. Als dos costats hi ha presència de bosc amb una vegetació molt densa i l'accés queda restringit a un petit sender al cantó dret de la riera. Hi trobem un gorg i un petit salt d'aigua que fan més atractiu aquest tram.

Condicions de les vores dels rius	TRAM 1		TRAM 2		TRAM 3		TRAM 4		TRAM 5		TRAM 6	
	Esquerra	Dreta	Esquerra	Dreta	Esquerra	Dreta	Esquerra	Dreta	Esquerra	Dreta	Esquerra	Dreta
Erosionades						X	X	X				
Amb vegetació	X	X	X	X		X	X	X	X	X		
Amb bosc	X	X	X				X	X	X	X		
Canal vora el riu	X	X	X			X		X		X	X	X
Urbanitzades	X				X						X	X
Canalitzades										X		
Zona d'accés per persones	X	X			X		X	X		X	X	X
Aspectes físics del riu	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
Ràpids		X	X		X		X		X			X
Basses	X		X		X		X		X		X	
Gorgs		X		X		X	X			X		X
Salts d'aigua		X		X		X	X		X			X
Afluents		X		X		X		X		X		X
Captacions d'aigua amb canonades		X	X		X			X	X			X
Canals d'irrigació		X		X		X		X	X			X
Resclloses		X		X		X		X		X		X
Ús dels marges del riu	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
Industrial		X		X		X		X		X	X	
Residencial		X	X			X	X		X			X
Comercial		X		X	X			X		X		X
Zones protegides	X		X			X	X			X		X
Àrees d'esbarjo	X		X		X			X		X		X
Àrees d'aparcament		X	X		X			X		X	X	
Agrícola		X		X		X		X	X			
Ferrocarril		X		X		X		X		X	X	
Carreteres		X		X	X			X		X	X	

A Molins de Rei, tot i trobar-nos propers a una zona urbanitzada, continuem observant unes condicions generals molt bones, perquè el tram analitzat està bastant allunyat del nucli urbà. L'impacte humà, que en aquest cas no influeix negativament en la riera, queda reduït a unes quantes masies i a l'ús de les terres per a l'agricultura. Hi trobem algunes característiques físiques, com ara presència de ràpids, petits salts i gorgs, que proporcionen una qualitat de l'aigua força bona.

Al tram 6, que és la desembocadura, presenta l'aspecte típic d'un ambient totalment degradat per l'acció de la mà humana, sense que es conservi gairebé cap de les condicions inicials. Això fa que l'ús que es dona als marges del riu adquireixi un paper purament funcional i no tingui en compte les conseqüències que això comporta al medi natural. Aquest tram final és el que va a parar al riu Llobregat.

En fer una anàlisi global, hem pogut veure que la major part de la riera presenta vegetació i camins a les seves vores. En punts com el pantà, Can Bosquets i Molins de Rei (tant al cinquè tram com a la desembocadura), hi ha alguns habitatges propers,

siguin històrics (masies) o recents (xalets unifamiliars aïllats). En general, a més de l'ús esporàdic residencial dels marges de la riera, també veiem parts que s'utilitzen com a àrea de lleure (el pantà, el Merendero i Can Bosquets) i en algun cas com a àrea agrícola o industrial (Molins de Rei).

Pel que fa a l'accessibilitat de la riera, ens ha estat més fàcil arribar al pantà, el tros del Merendero o a la desembocadura que no pas a la resta.

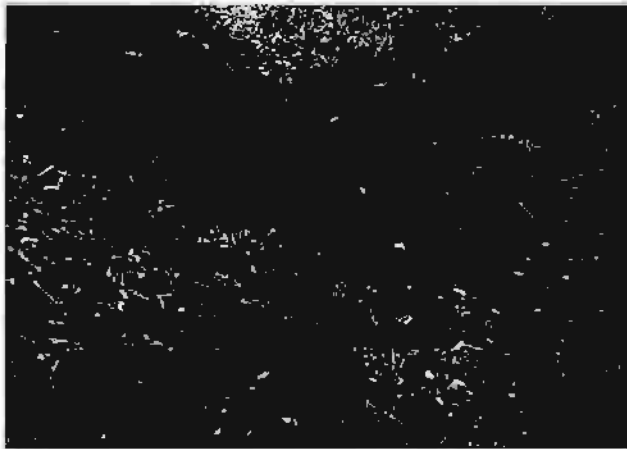
7.2 Resultats de paràmetres fisicoquímics tram per tram

Tram 1

Observem que la temperatura de l'aigua és menor al juliol que a l'època indicada com a octubre. Cal dir, però, que aquests resultats no corresponen al mes d'octubre, sinó a principis de setembre. Per tant, són dues lectures d'estiu, la primera a inicis i la segona a finals. El que la darrera fos més elevada té lògica. En aquell moment l'aigua tenia una temperatura més alta perquè havien passat dos mesos molt calorosos, durant els quals s'havia escalfat. Hem de tenir en compte l'elevada capacitat calorífica de l'aigua

TRAMS	Mostra	Temperatura (°C)		pH		Transparència		Conductivitat (µS)	
		JUL	OCT	JUL	OCT	JUL	OCT	JUL	OCT
1	1	23,95	25,45	7,65	8,55	1-2	1	2,39	3,10
	2	23,65	25,37	7,63	8,43	1	1	2,28	3,19
	3	24,56	24,56	8,18	8,34	1	1	2,40	3,08
2	1	SEC	20	SEC	7,16	SEC	1	SEC	1,16
	2	SEC	20	SEC	7,39	SEC	1	SEC	1,17
	3	SEC	20	SEC	7,46	SEC	1	SEC	1,13
3	1	24,54	24,56	7,88	7,45	2	1	4,04	4,19
	2	26,89	24,26	7,9	7,69	2	1	4,76	4,08
	3	25,2	24,66	7,7	7,49	1-2	1	3,9	5,30
4	1	19,48	20,40	7,49	7,47	1	1	3,41	3,32
	2	21,42	20,50	8	7,53	1	1	3,47	3,19
	3	-	19,96	-	7,12	-	1	-	3,21
5	1	20,30	13,43	7,54	7,61	2	2	4,67	2,67
	2	20,60	13,55	7,71	7,18	1	2	2,82	2,86
	3	20,30	13,55	7,94	7,75	2	2	2,93	2,65
6	1	NC	21,31	NC	6,88	NC	1	NC	2,95
	2	NC	17,7	NC	7,67	NC	1	NC	2,93

TRAMS	Mostra	Duresa (mg CaCO ₃ /l)		Nitrats (mg NO ₃ ⁻ /l)		Amonis [(mg NH ₄ ⁺)/L]		Fosfats (mg fòsfor/litre)		DQO (mg O ₂ /l)	
		JUL	OCT	JUL	OCT	JUL	OCT	JUL	OCT	JUL	OCT
1	1	236	0,239	5	0	-	0	-	0-0,4	19,68	9,44
	2	295	0,252	0	0	0,2	0,87	0	0-0,4	11,2	7,68
	3	227	0,257	0	0	0,2	0,25	0	0-0,4	14,03	8,8
2	1	SEC	0,357	SEC	10	SEC	0	SEC	0,4	SEC	6,4
	2	SEC	0,352	SEC	40	SEC	0	SEC	0,4	SEC	6,18
	3	SEC	0,241	SEC	40	SEC	0,4	SEC	0,4	SEC	3,2
3	1	213	0,232	160	0	0,2	0,15	-	+2	20,8	9,28
	2	231	0,225	160	15	1	0,15	2	+2	24,8	9,12
	3	-	0,230	-	45	-	0,05	2	+2	18,4	9,6
4	1	243	0,245	20	2	0	0	0,8	0,4	10,72	6,24
	2	-	0,254	-	5	-	0	0,8	0,4	8,96	5,12
	3	-	0,261	-	0	-	0	-	0,4	-	4
5	1	277	0,293	0	0	3	0	0,8	0-0,4	-	17,6
	2	-	0,3	0	0	-	0	0,8	0-0,4	11,04	11,2
	3	-	0,131 *	20	0	-	0	0,4	0-0,4	7,2	13,6
T6	1	NC	0,282	NC	0	NC	0	NC	0-0,4	NC	12,8
	2	NC	0,273	NC	0	NC	0,5	NC	0-0,4	NC	12,4



Aspecte selvàtic del segon tram, prop l'església de Santa Maria de Vallvidrera



Recollint mostres d'aigua en el quart tram, sota can Busquets

per refredar-se o escalfar-se a l'hora d'interpretar els resultats: el pantà, en tractar-se d'una gran massa d'aigua, durant el mes de juliol encara guardava una part de la fredor acumulada durant l'hivern, malgrat les aportacions caldriques del sol de primavera, mentre que el setembre ja s'havia escalfat gràcies la insolació de la canícula.

Hem observat que el pH també va augmentar de juliol a octubre. El pantà només s'alimenta d'aigua de pluja a través del torrent del sot de la Cua del Bacallà, i durant l'estiu, en no ploure tant, rep menys aigua i la que hi ha s'evapora més. És l'anomenat dèficit hídric estival, durant el qual disminueix el volum d'aigua retinguda. Podem pensar que el canvi en el pH és una conseqüència del dèficit hídric i d'una major presència humana amb accions contaminants, sobretot si durant les vacances d'agost no s'hi havien realitzat tasques de neteja. En la nostra segona visita al pantà, al setembre, vam observar una major presència de deixalles en comparació amb el juliol. La contaminació, doncs, va poder ser la causant d'aquest augment del pH ja que la presència de metalls pesants precipitats és indicadora d'un pH més alt. Aquests ions procedents dels metalls pesants també van ser els causants de l'augment de la conductivitat entre juliol i octubre. Recordem que una major concentració de ions a l'aigua és indicadora d'una major conductivitat.

La transparència de l'aigua que vam observar a les mostres no va variar gaire de juliol a setembre. Cal tenir en compte, però, que a l'octubre hi havia una capa superficial d'algues que impedia el pas de la llum a les profunditats del pantà.

Els valors de duresa, nitrats, amonís i fosfats eren estables i no canviaren gaire durant el transcurs de l'estiu. El que sí que es modificaren van ser els valors de DQO. Observem que la demanda química d'oxigen augmenta a l'octubre. És a dir que els organismes presents al pantà necessitaven més oxigen.

Aquest fet és provocat per una escassetat d'oxigen, la qual deriva, d'una banda, de la migradesa d'aportacions d'aigua de pluja i, d'una altra, de l'augment de temperatura i major evaporació. Però també cal tenir en compte que durant l'estiu el pantà està exposat a més hores al sol i això afavoreix la proliferació d'algues superficials. La seva presència impedeix que la llum penetri al fons del pantà, on altres organismes porten a terme la fotosíntesi. Sense aquesta fotosíntesi no hi ha despreniment d'oxigen i la seva manca d'aportació també fa que n'augmenti la demanda.

Tram 2

El tram 2 no va poder ser mostrejat durant el juliol, ja que estava en període de sequera estival. En tornar després de l'estiu ja hi havia aigua. L'aigua del tram 2 prové d'una canonada que drena els nivells freàtics i creiem que aquest fet provoca que la seva temperatura sigui més baixa, ja que aquesta aigua no està exposada i escalfada per la llum solar.

Els valors de duresa de les dues primeres mostres sortiren molt alts, mentre que en la tercera mostra d'aquest tram la duresa baixava i se situava dins d'uns valors més estables. No descartem que aquesta singularitat pugui ser deguda a un error nostre en la determinació.

Pel que fa als valors d'amoni, no haurien de sobrepassar els 0,5 mg/l. En les dues primeres mostres obtingudes no en trobaren rastre; en canvi, a la tercera, els seus valors se situaven en 0,4 mg/l. Els amonís i altres compostos nitrogenats passen a nitrats en oxidar-se. Per tant, podem veure la correlació que s'estableix entre aquests dos paràmetres, que s'evidencia quan s'observa l'increment dels valors dels nitrats entre la primera mostra (10 mg/l) i la segona i la tercera (40 mg/l ambdues). Quant als fosfats, observem que els valors es mantien estables en el transcurs d'aquest tram. També ho eren els valors obtinguts de la DQO.



El tram final de la Riera amb escumes superficials



La pluja forma basses aïllades prop de la desembocadura

Recordem que una de les causes principals de l'eutrofització són els alts nivells de nitrats i de fosfats, ja que aquests elements representen una font de nutrients molt important per a les plantes, les quals es poden desenvolupar amb més facilitat i recobrir més superfície de l'indret on es troben. El dia que el nostre grup va anar a analitzar aquest segon tram, a principis de setembre, vam poder observar una proliferació d'algues i plantes força important en determinats punts, aproximadament on es van agafar les mostres 2 i 3. Això es correspon amb els valors de nitrats observats; en canvi, no es reflecteix gaire en els resultats dels fosfats, que podríem esperar que fossin una mica més alts. De tota manera, i fins i tot havent trobat aquesta proliferació vegetal, ens sorprèn haver obtingut uns nivells d'amoni i nitrats més elevats del que ens esperàvem per al nivell de qualitat teòric de les aigües d'aquesta zona.

Tram 3

La zona es caracteritza per ser un espai de lleure, on hi ha un restaurant i força gent es reuneix els diumenges per dinar. La riera hi transcorre mig canalitzada, ja que una riba la forma un mur de contenció fet de formigó que la separa de la llera. Això és un problema perquè, al marge de la pèrdua de naturalitat, es genera un focus de brutícia quan la gent, inconscient i despreocupada, aboca deixalles a les seves aigües.

Pel que fa a la temperatura, en tractar-se de mostres agafades dins una mateixa estació, l'estiu, a principis de juliol i de setembre, vam comprovar que es mantenia bastant constant amb uns canvis màxims de 2°C en el cas de la segona mostra. Tampoc vam trobar grans variacions en els valors de pH, que es conservaven força constants entre 7,5 i 7,9. No succeeix el mateix amb les mesures de la conductivitat, que no seguien la mateixa tendència d'augment o davallada del pH. Això ens fa pensar que la correlació només és fiable o certa en els casos

d'ecosistemes naturals, però no en el cas dels afectats per l'impacte de l'home, com passa en aquest tram.

Durant l'època en què el Merendero està obert, la gent molt sovint aboca a la riera restes d'aliments, plàstics, olis i d'altres. Això provoca un augment global dels paràmetres de nitrats, fosfats, amonis, etc., la qual cosa causa un descens de la qualitat de l'aigua.

La transparència era millor a l'octubre que al juliol, probablement perquè en estar tancat el Merendero durant un mes no hi havia hagut abocaments i durant aquest temps s'havia produït una fase d'autodepuració. Tot i que amb l'obertura s'iniciava una nova etapa de contaminació, encara en portava pocs dies i, per tant, vam trobar una millora general de les condicions físiques de l'aigua, entre les quals la transparència. Semblantment, la majoria dels paràmetres fisicoquímics analitzats al laboratori (nitrats, amonis, DQO) mostraven una millora amb valors més baixos. Això es complia en tots els casos excepte en el dels fosfats, on no hi havia variacions entre els resultats d'una temporada i de l'altra, ja que es mantenien per sobre dels 2 mg/l.

Tram 4

Tant pel que fa als paràmetres fisicoquímics analitzats *in situ* com als estudiats al laboratori, vam apreciar una millora important respecte al tram anterior. Quant a la temperatura, els resultats de juliol i octubre eren similars, només variaven a l'entorn d'un grau centígrad. Si observem el pH i la conductivitat, veiem que en tots dos casos els valors tenien tendència a millorar lleugerament. La transparència es mantenia constant al primer nivell. Els nitrats es van reduir considerablement de juliol a octubre i els nivells de fosfats van passar a ser la meitat. Pel que fa a la DQO, els valors també se'n van reduir. La duresa i els amonis es van mantenir estables.



Transparència de l'aigua de l'embassament, al mes de juliol

Tram 5

Els dos últims trams, el cinc i el sis, van ser estudiats a finals del mes d'octubre, després d'un període de pluges, fet que explica part de les diferències amb els resultats obtinguts el juliol. Al tram cinc observarem un descens important en la temperatura, d'uns 20°C a només 13,5°C. Aquesta diferència es devia tant a la caiguda normal de la temperatura ambient com al fet que l'aigua que duia la riera provenia de les pluges esmentades.

Els valors de pH no diferien gaire entre ambdues dates, sempre dins d'uns valors correctes. Cal destacar, però, la variació en els valors de transparència i conductivitat. A l'octubre, l'aigua era menys transparent i presentava una conductivitat major que al juliol. Arrossegava sals i nutrients provinents de la descomposició de matèria orgànica de trams superiors, partícules i engrunes del sòl, i probablement també d'algun focus de contaminació. Aquestes sals, trobades en forma iònica, eren la causa del seu aspecte menys translúcid i de la seva major conductivitat.

Pel que fa als paràmetres fisicoquímics analitzats al laboratori, cal destacar la variació en els resultats dels fosfats i de la DQO entre juliol i octubre. Els altres valors, els de duresa, nitrats i amonis, se situaven dins d'uns nivells normals. La duresa en aquest tram indicava, com en tota la riera, que l'aigua era dura. Els valors de nitrats i amonis eren baixos, fet que indicava una aigua de bona qualitat. Ara bé, els valors de fosfats van variar de juliol a octubre. Recordem que els fosfats en l'aigua provenen principalment dels adobs i detergents. Al cinquè tram, el mes de juliol, van determinar uns valors una mica alts (0,8 mg/litre) però s'ha de tenir en compte que, en aquest indret, als laterals de la riera hi ha camps de conreu, de manera que cal creure que l'excés de fosfats pot ser producte de l'arrossegament accidental de fertilitzants agrícoles que contenen aquest element o de la seva infiltració en el subalvi. A l'octu-



Detall de la vora de l'embassament amb l'inici del procés d'eutrofització, al mes d'octubre

bre, les fortes pluges n'haurien incrementat el cabal i disminuït la concentració.

L'augment de la demanda química d'oxigen (DQO) a l'octubre es devia sobretot a la gran quantitat de matèria orgànica en descomposició (fulles, troncs i altres restes vegetals) que hi vam trobar. També aquí cal fer referència a les pluges mencionades, que l'haurien transportat des de trams superiors de la riera. L'increment de matèria orgànica comporta una major demanda d'oxigen per poder-la oxidar.

Tram 6

Per últim, en el sisè tram únicament teníem dades de finals d'octubre, que intentem interpretar. La transparència continuava essent elevada i semblant a la dels trams precedents. El pH havia disminuït un xic, de manera que ens proporcionava el valor més baix obtingut en tota la riera. Els valors de duresa continuen indicant que es tractava d'una aigua dura.

Per arribar a la desembocadura, la riera de Vallvidrera voreja el nucli urbà de Molins de Rei, del qual constitueix el seu límit NO. Seria lògic esperar que, en tal circumstància, existís un focus de contaminació que faria augmentar els nivells de fosfats, amonis i DQO. Tanmateix, no és així; els valors obtinguts pels paràmetres citats són inferiors a d'altres. En disposar d'un únic mesurament resulta difícil extreure conclusions i no es pot afirmar que es mantinguin així durant tot l'any. Podria tractar-se d'un fet esporàdic lligat a les pluges precedents: l'aigua que hi circulava encara provenia de les escorrenties de la precipitació i, d'alguna manera, no havia estat alterada per factors biològics o humans.

7.3 Anàlisi de paràmetres fisicoquímics globals de la riera

Les condicions que presenta la zona del pantà difereixen força de la resta de la riera. És un espai



Taques d'eutrofització a la vora de l'embassament



Superfície d'aigua eutrofitzada prop de presa

de dimensions considerablement àmplies, restaurat recentment i que només rep aportacions d'aigües naturals de pluja i escolament. És, doncs, un bon lloc perquè s'hi desenvolupi la vida. Hi hem trobat força diversitat d'espècies, tant de flora com de fauna. Per exemple, hem vist porcs senglars, ànecs collverds, grànates i gripauets... Tot plegat, i encara que la qualitat de l'aigua sigui bona, també indueix a augmentar, en ocasions, els nivells de DQO, perquè pot ajudar a l'acumulació de molta matèria orgànica per descompondre.

El segon tram presenta uns valors semblants als del pantà, exceptuant el pH, la conductivitat i els nitrats. En un principi, pensàvem que el pantà de Vallvidrera i el segon tram de la riera estaven connectats i que, d'alguna manera, aquest últim rebia aportacions d'aigua de l'embassament. Tanmateix, analitzant els resultats obtinguts a les mostres hem trobat variacions en diversos paràmetres que ens feren dubtar de la nostra creença. El fet que els valors de pH, nitrats i conductivitat variïn molt respecte als del pantà, durant la mateixa temporada, i que durant el mes de juliol el tram 2 estigués sec mentre que al pantà hi havia aigua, ens va portar a pensar que o bé no existeix cap connexió entre el pantà i aquest tram, o bé en el moment de dèficit hídric no es produeix desembassament. Per resoldre el dubte que teníem vam investigar un xic més i ens vam adonar d'un fet que havíem passat per alt: en la restauració, el pantà es va impermeabilitzar i només pot aportar aigua al segon tram en cas que el seu nivell s'incrementi considerablement i que l'aigua passi per sobre de la presa. De fet, en la construcció d'aquest espai es va fer un pont alçat que ofereix la possibilitat de passar-hi en el cas que hi hagi una inundació i les aigües llisquin sobre el mur de retenció. Això és molt poc probable per la seva grandària. Hauria de ploure molt i durant molt de temps perquè el nivell pugés prou com per sobrepassar la presa. L'alternativa fou pensar que aquest tram rep aigua de bosses freàtiques properes a la zona.

A les Planes, prop de l'estació del ferrocarril, tram 3, hi ha un focus remarcable de contaminació a causa de les concentracions de persones en un espai de lleure on es troba el popular Merendero. Els valors de fosfats i DQO augmenten, és a dir, empitjoren respecte al tram anterior i fomenten l'eutrofització. Aquest fet també canvia l'aspecte de l'aigua, que es fa menys transparent.

Aigües avall, i sobretot a la zona sota la masia de Can Bosquets, podem veure una millora clara de resultats dels paràmetres. Augmenta espectacularment la qualitat de l'aigua. Al juliol, els casos més rellevants són els dels nitrats, que disminueixen de 160 mg/l al Merendero a 20 mg/l a Can Bosquets. De la mateixa manera, els amonís, que passen d'1 mg/l a 0 mg/l; els fosfats passen de 2 mg/l a 0,8 mg/l. La DQO també disminueix notablement.

L'únic paràmetre que es manté força estable al llarg de tot el recorregut de la riera és la duresa, que no depèn de la contaminació, sinó de la composició del sòl per on discorre. Els valors més baixos procedeixen del tram 3, que correspon a la zona de fons de vall de les Planes i el seu àmbit de lleure. Per contra, el més elevat es dóna en el tram 2, l'immediat per sota del pantà, les aigües del qual provenen de les filtracions del subalvi. Els valors més baixos obtinguts l'octubre deriven de la major aportació superficial de la pluja. Si parlem dels paràmetres mesurats *in situ*, veiem que la conductivitat també disminueix notablement ja que passa dels 4 i 5 μS als 3 μS , possiblement per la mateixa raó.

A l'octubre, en general, la diferència de qualitat no és tan exagerada entre un tram i l'altre, ja que els nitrats només varien de 45 a 5 mg/l i els amonís baixen de 0,15 a 0 mg/l. Els valors que més discrepen són els dels fosfats, ja que passen de 2 mg/l a 0,4 mg/l. Una vegada la riera ha travessat la zona més urbanitzada de les Planes i Can Borruell, la major naturalitat de l'indret permet una autodepuració de les aigües, que es tradueix en una millora evident de la seva qualitat.



Contaminació per deixalles en el tram dels "merenderos"

Recordem que una de les propietats més importants de l'aigua és la capacitat que té per regenerar l'estabilitat dels seus elements físics, químics i biològics. Després d'un vessament en un curs fluvial, les aigües tenen tendència a tornar al seu estat natural. A la llarga, els contaminants solubles presents a l'aigua s'acaben diluint gràcies a les aportacions netes provinents de la part superior del curs, que no sols en disminueixen la concentració, sinó que els arrosseguen. És justament això el que fa que l'aigua millori la seva qualitat per si sola. Un altre aspecte que fa que l'aigua s'autodepuri són els bacteris descomponedors de la matèria orgànica, la qual esdevé la principal font de nutrients per a les espècies vegetals. El bon desenvolupament de la flora aquàtica i la seva activitat fotosintètica incrementa la disponibilitat d'oxigen dissolt. Altres organismes que participen en la millora de la qualitat de l'aigua són les larves dels dípters i els oligoquets, presents al tram 4.

Al llarg del procés, doncs, els sòlids en suspensió procedents del vessament es van sedimentant, les substàncies solubles es dilueixen i la matèria orgànica és oxidada pels organismes aeròbics. Tanmateix, determinats bacteris patògens, metalls pesants i altres substàncies inorgàniques poden romandre molt més temps com a contaminació residual i limitar, per tant, els usos de l'aigua fluvial.

Entre el punt de mostreig número 4 (Can Bosquets) i el 5 (després de la Rierada) gairebé tots els paràmetres es mantenen força estables i dins d'uns valors que indiquen una bona qualitat ecològica. S'ha de dir, però, que entre ambdós punts hi ha aproximadament sis quilòmetres, la distància més gran entre recollides successives de mostres. Per tant, no es pot obviar la possibilitat que hi puguin aparèixer algunes variacions en el seu estat ecològic, sobretot perquè passa per les urbanitzacions de Vallpineda i la Rierada, indrets susceptibles de contaminació. En qualsevol cas, s'ha de constatar que, amb les dades



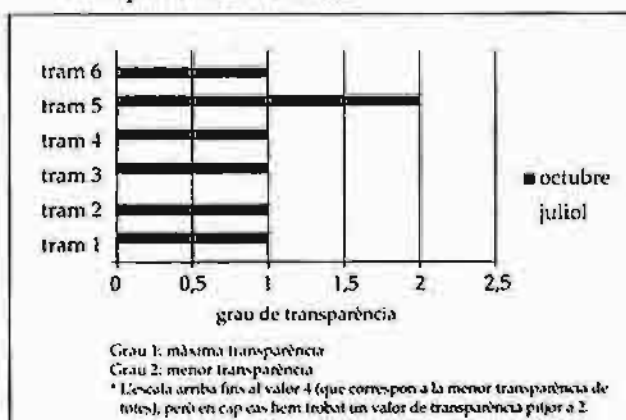
Altre aspecte de deixalles a la riera

recollides, les mostres d'aigua del punt 5 presenten característiques semblants a les del punt 4, amb nivells més baixos quant als amoniacs, nitrats i fosfats.

Pel que fa a la part baixa de la riera, trams 5 i 6, s'ha de tenir present que les mostres del mes d'octubre van ser agafades després d'uns dies de forta pluja, que d'alguna manera havia "rentat" la riera, arrossegant molts dels contaminants fins a la desembocadura. Per tant, gràcies a això l'aigua estava en uns nivells de qualitat molt més alts dels que hauríem trobat si haguéssim pogut recollir les mostres al setembre, com es va fer en els trams superiors. Tot i això, cal destacar la gran quantitat de matèria orgànica en descomposició en el tram 5 de la riera, versemblantment del sòl circumdant i transportada fins a la llera per les escorrenties de la pluja. Aquesta situació possiblement es repeteix després de cada episodi de precipitacions intenses i fa augmentar la DQO. En el darrer tram la riera travessa antics espais agrícoles, alguns abandonats, d'altres transformats en industrials, sense arribar a fregar el nucli urbà de Molins de Rei. El tram únicament fou visitat el mes d'octubre.

7.4 Anàlisi de resultats paràmetre a paràmetre

Transparència i terbolesa

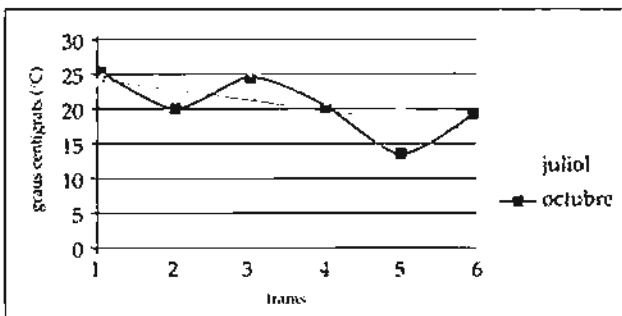


Els resultats obtinguts són de vuit casos de màxima transparència i només de dos de menor transparència. En una altra ocasió, la llera era seca. Sempre intentàvem agafar l'aigua del centre del riu per tal d'evitar que l'argila en suspensió de les vores modificés en excés els resultats de les anàlisis.

En les mostres recollides durant el mes de juliol, en tots els trams es troba la màxima transparència, és a dir, la llum hi penetra perfectament, no hi ha presència de fang en suspensió ni de matèria orgànica o inorgànica. S'observa una disminució en el tram de les Planes, fet que podria ser ocasionat per la matèria orgànica i la brossa que hi havia a l'aigua. El dia del mesurament, prop del Merendero, vam trobar-nos molta gent que estava dinant allà i llençava les deixalles directament a la riera. En la visita de final d'octubre, l'afluència de públic havia davallat en paral·lel a la temperatura. La conseqüència era visible a ull nu: amb menys abocaments, major transparència.

Quant a la mica de terbolesa enregistrada el mes d'octubre en el tram 5, s'ha de tenir en compte que havia plogut feia pocs dies, l'aigua encara estava un xic remoguda i transportava sediments i matèria orgànica.

Temperatura



Pel que fa a la temperatura, podem observar que els resultats obtinguts a les dues temporades són bastant similars en el primer, tercer i quart tram, ja que els valors entre ambdues només difereixen un grau o menys. Aquest fet és conseqüència que en el moment en què es van recollir aquestes mostres ens trobàvem al principi i final de l'estiu (juliol i setembre); per tant, ja esperàvem trobar-nos aquesta similitud. Durant el mes de juliol, la pujada de l'escalfament de l'aigua està provocada per la major incidència solar, procés iniciat a la primavera i afavorit per una temperatura ambiental elevada. Aquell dia era superior als 29°C. La situació al setembre és diferent: l'aigua encara mantenia l'escalfor rebuda durant tot l'estiu, malgrat que la temperatura ambient fos més baixa que al juliol. La inèrcia tèrmica de l'aigua permet que la lectura dels dos moments sigui molt semblant.

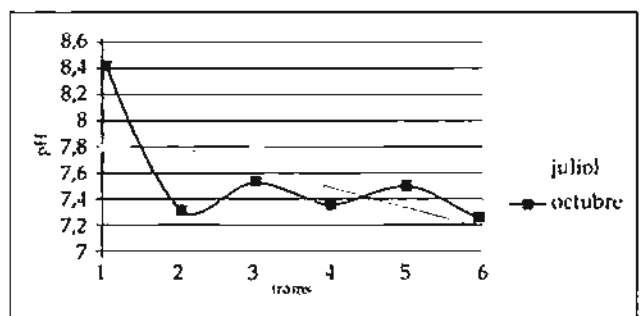
Al tram 2 trobem una temperatura més baixa, però cal recordar que l'aigua surt d'una canonada. La seva procedència subterrània, que evita que pugui ser escalfada pel sol, la manté a una temperatura inferior, que intuïm més o menys constant.

Al tram 3 la temperatura augmenta gràcies a la contaminació i els sòlids en suspensió. Com hem vist anteriorment, la transparència al tram 3 és més baixa (grau 2). Recordem que les partícules suspeses a l'aigua absorbeixen la llum del sol, fent que les aigües tèrboles es tornin més calentes. A més, les partícules suspeses també ajuden a l'adhesió de metalls pesants, pesticides i altres compostos tòxics, característics de les deixalles que sovint són presents en aquest tram.

En els trams 4 i 5 la temperatura torna a disminuir, ja que passa per una zona boscosa on la vegetació de les riberes protegeix l'aigua de la radiació solar directa; alhora, l'autodepuració fa baixar les partícules en suspensió.

L'anomalia d'una temperatura de sols 13,5° recollida el mes d'octubre en el tram 5 respon a la circumstància que ja era plena tardor, a la pluja a bastament citada i que la zona és més ombrívola. En el tram següent, sense vegetació arbrada a la riba, la temperatura torna a augmentar, afavorida pel fet que l'aigua es trobava en bassals de poca profunditat i lleu escolament superficial.

El pH



Quant al pH, podem veure que els valors obtinguts a les mostres d'aigua del juliol són força similars. Tots oscil·len entre els 7,81 al pantà i els 7,73 del tram 5. En canvi, a la temporada d'octubre aquests valors varien exageradament. Al pantà, el pH es dispara a l'alça i assoleix els 8,44, una unitat més alta que al segon tram. Després, els valors baixen força i s'unifiquen notablement, oscil·lant únicament unes dècimes entre els 7,54 i els 7,27, sempre dins la banda de les bases.

La gran diferència trobada al pantà durant el mes d'octubre respecte a la resta de la riera pot ser deguda



La presència d'habitatges al costat de la riera pot ser una font de contaminació

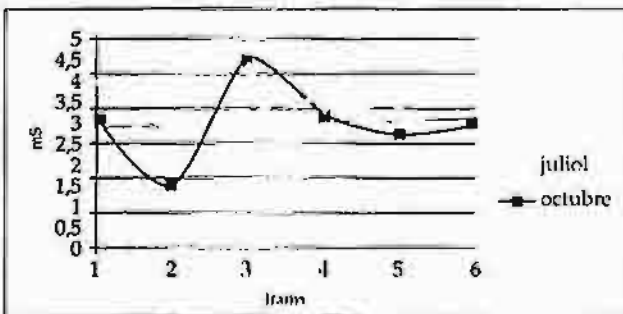


L'ús de productes fitosanitaris químics en els conreus veïns també acaba

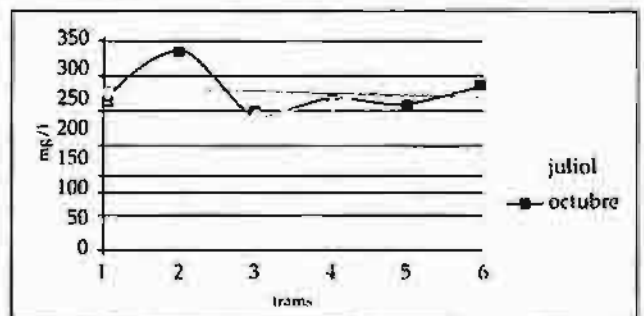
a la presència d'una elevada concentració d'amoni, que tenen caràcter bàsic. De la resta del curs fluvial, el tram que mostra un pH més elevat és el 3, corresponent a l'àrea del Merendero de les Planes. La raó es pot atribuir a l'abocament de deixalles a la llera que fan molts dels usuaris de la zona de lleure.

els inicis. La conductivitat s'estabilitza gràcies al procés d'autodepuració ja esmentat.

Conductivitat



Duresa



Els valors de duresa de l'aigua de tota la riera estan compresos aproximadament entre els 230 i els 330 mg/l. Com s'ha esmentat prèviament en aquest treball, uns valors superiors als 150 mg/l equivalen a aigües dures i, si aquests sobrepassen els 300 mg/l, a unes de molt dures. Recordem també que, majoritàriament, la duresa de l'aigua potable acostuma a estar al voltant dels 250 mg/l.

Així doncs, els mesuraments efectuats ens indiquen que l'aigua de la riera de Vallvidrera és dura. Aquesta afirmació sobta pel fet que la major part del terreny pel qual circula és pissarrenç i sabem que tant les zones pissarrenques com les granfiques aporten pocs ions de calci i magnesi, contribuint al fet que l'aigua que hi passa acostumi a ser tova. Sabem, però, que en algunes zones de la part superior que corona els cims de la serra apareixen estrats de roques calcàries, sobretot a la banda de Santa Creu d'Olorda, però la seva xarxa de desguàs només afecta la part baixa de la conca d'aquesta riera. No hem trobat cap estudi geològic que ens ajudi a explicar el fenomen.

És interessant remarcar que, en les mostres d'aigua obtingudes al pantà, la duresa es troba entorn

Ja s'ha explicat que la concentració de ions dissolts, és a dir, el contingut de sals en una mostra d'aigua, és el màxim factor que determina la conductivitat elèctrica. Inversament, una mostra d'aigua que és bona conductora elèctrica ens indica que té un alt contingut de sals. Els valors normals de conductivitat en aigua dolça acostumen a ser d'1 a 5 µS. Els valors obtinguts no divergeixen dels habituals, i el punt en el qual trobem una conductivitat més alta correspon al tram 3, zona de les Planes, repetidament ressaltat per la seva major contaminació i nombre de ions lliures. Als trams més baixos de la riera, els propers a la desembocadura, és on es registra una menor conductivitat.

L'elevació de la conductivitat al pantà durant el mes d'octubre (de 2,35 a 3,12) es correspon molt bé amb la pujada del pH. Per contra, s'observa una davallada al tram 5, a desgrat de l'acumulació de matèria orgànica arrossegada per la pluja, tal vegada perquè el procés de descomposició encara estava en



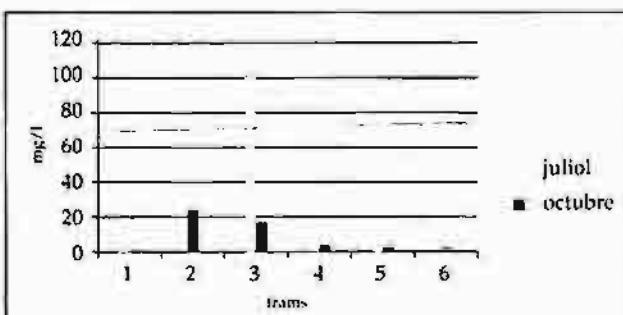
Caminant per un tram sec de riera, conseqüència de l'estíntge



Embardissament de la ribera en zones de vegetació alterada

dels 250 mg/l. Destaquem aquest fet perquè ens indica que l'aigua de la riera és dura des de l'origen i que per determinar-ne les causes caldria investigar la geologia dels turons de Lievallo, Can Castellví, Can Pasqual i Merlès, que formen la capçalera esquerra de la conca. És a dir, l'espai conegut com el sot de la Cua del Bacallà. També s'hauria d'aprofundir respecte a la procedència de l'aigua del segon tram, la duresa del qual encara és superior i arriba als 332 mg/l. En segon lloc, cal destacar que es produeix una davallada de la duresa a l'àrea del Merendero, on se situa als 225 mg/l, tal volta a causa de les aportacions més toves de diverses fonts. Després torna a pujar fins a situar-se en un valor de 276 mg/l a la desembocadura.

Nitrats

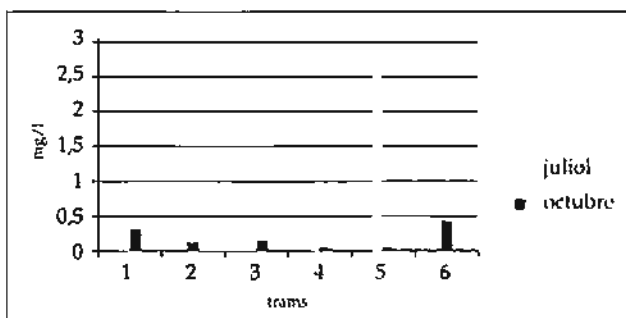


Els valors dels nitrats en tota la riera, durant el mes de juliol, no sobrepassaven els 30 mg/l, llevat d'un cas en què es dispara extraordinàriament a l'alça. Ens referim a la mostra recollida al tram 3, que assoleix els 106 mg/l. Es tracta de la zona del Merendero. La contaminació per matèria orgànica, reiteradament esmentada, fa que el procés de la seva descomposició contribueixi a l'aparició de nitrats, que a la vegada afavoriran l'eutrofització. Els valors estàndard per als nitrats en l'aigua potable són 10 mg/l nitrat-N i 50 mg/l nitrat-NO₃. Per tant, podem dir que la quantitat de nitrats que hi ha a l'aigua del tram 3 és desmesurada. El fet que a partir del quart tram els valors de nitrats millorin es deu al procés d'autodepuració.

Pel que fa a l'octubre, trobem presència de nitrats al tram 2, on arriba a un valor de 30, que baixa a 20 en el tram 3 i a sols 2,33 mg/l en el tram 4. Com ja hem assenyalat abans, la gran diferència que trobem entre els valors de nitrats del juliol i d'octubre al tram 3 segurament té a veure amb el fet que, durant l'estiu, el recinte del Merendero està tancat i en conseqüència baixa la contaminació per deixalles orgàniques. Els valors obtinguts al tram 5 i a la desembocadura (0 mg/l) poden ser deguts al fet que les mostres es recolliren poc després que hagués plogut. Generalment, tots els paràmetres estan força bé en aquesta zona, després de les abundants precipitacions.

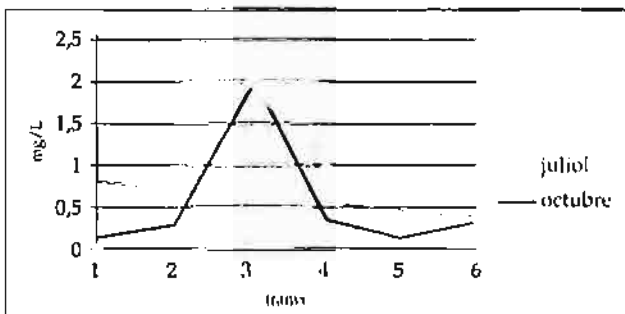
Els nitrats són un dels contaminants més freqüents d'aigües subterrànies en àrees naturals. En si no són perillosos, a menys que es redueixin a nitrit. Poden indicar la presència d'altres contaminants més perillosos, com són alguns bacteris i pesticides provinents de les residències o de l'agricultura.

Amonis



En l'anàlisi d'amonis, hem observat diferents valors depenent del tram i l'època de recollida de les mostres. Recordem que un valor habitual d'amonis gira entorn de 0,5 mg/litre d'aigua. El mes de juliol, l'única anomalia correspon al tram 5, abans d'arribar al nucli de Molins de Rei, amb un valor de 3 mg/l. L'excés es pot deure al fet que hi havia moltes restes vegetals a l'aigua, principalment fulles. Per altra banda, creiem que aquests valors elevats poden respondre al fet que en aquesta zona hi ha camps de conreu, on l'ús de fertilitzants amb amonis és habitual. En canvi, els valors obtinguts en la mostra de l'octubre són prou bons. Això coincideix amb el fet que les mostres corresponen a aigua recent caiguda de la pluja.

Fosfats



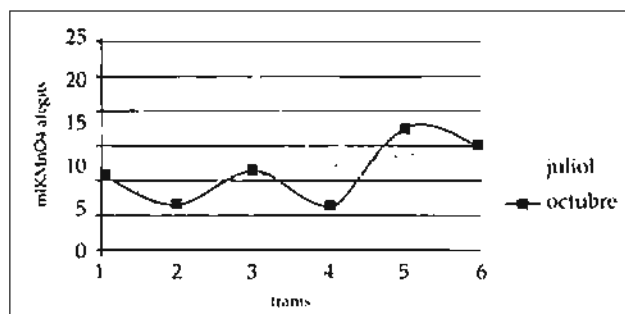
Els fosfats, com els nitrats, són nutrients per a les plantes. L'alta presència de nitrats i fosfats a l'aigua contribueix al seu major desenvolupament i a l'eutrofització. Les plantes i les algues generen molt oxigen a les capes superiors. Però quan moren cauen al fons i són descompostes per bacteris que utilitzen gran part de l'oxigen dissolt. Llavors es crea una gran competència per l'oxigen entre els organismes.

Les deixalles, l'abocament de detergents i l'erosió de terres augmenten els nivells de nitrats i fosfats a l'aigua. Aquest fet es veu clarament a la gràfica, ja que en el tram 3, al Merendero, els nivells de fosfats puguen bruscament, a causa de la proximitat de l'àrea de lleure a la riera, on la gent tira les dei-

xalles. Pel que fa a la resta, els valors de fosfats es mantenen dins d'uns valors normals. Al tram citat podem veure una correlació entre fosfats, nitrats, conductivitat i transparència de l'aigua. Els fosfats i els nitrats són alts per la presència de deixalles. Aquestes deixalles formen partícules que augmenten la conductivitat i fan l'aigua més tèrbola.

També observem una baixada molt forta d'aquest paràmetre entre els trams 3 i 4. Aquest fet es deu a la ja esmentada autodepuració que experimenta la riera entre tots dos indrets de recollida de mostres.

DQO



Els valors de la demanda química d'oxigen fan referència a la quantitat d'oxigen que es necessita per degradar la matèria orgànica, tant la biodegradable com la no biodegradable. Aleshores, si els valors són més alts vol dir que al medi hi ha menys oxigen. En canvi, si baixen, indica que hi ha més disponibilitat d'aquest element.

Com s'ha comentat, al tram 3 la DQO és molt alta per dues raons: la temperatura era elevada (circumstància que fa que l'oxigen s'hi dissolgui amb menys facilitat) i, a més, hi havia abundant matèria en estat de descomposició, provinent de les deixalles. Al juliol la DQO és molt superior segurament perquè hi havia més contaminació i més matèria en descomposició. Al cinquè tram la DQO també és alta perquè també hi havia molta matèria orgànica (fulles, branques, etc.) en descomposició.

7.5 Resultats dels paràmetres biològics

Anàlisi de resultats del bosc de ribera

A la zona del pantà trobem la flora típica d'un alzinar mediterrani que ocupa els marges de ribera. Cal tenir present que es tracta d'una ribera artificial, ja que l'antic llit de la riera i els seus laterals ara estan ocupats per la làmina d'aigua. El bosc de ribera primigeni, doncs, ha desaparegut dins la zona d'inundació. Tot i no existir l'estrat arbore, part de l'herbaci s'ha reconstruït de manera espontània amb plantes



Els guals en zones urbanitzades poden tallar el normal fluir de l'aigua



La canalització de trams de riera implica la discontinuïtat del bosc de ribera

com el càrex pèndul, l'ortiga grossa, la rogeta, la borraja o el romàs, les quals tenen una major exigència d'aigua que el sotabosc típic de l'alzinar i són pròpies dels ambients humits. Malgrat això, es pot dir que la nova riba està poblada per l'alzinar preexistent.

L'alzinar és un bosc escleròfil, de fulla perenne, dins el qual es troben alguns roures i pins esparços. El roure és de fulla caduca, fet que ajuda a donar una nota de color al paisatge: els tons rogencs de la tardor i els verds tendres de primavera. La caiguda de la seva fulla aporta matèria orgànica al sòl, una part de la qual pot arribar fins a l'aigua, arrossegada per la pluja.

Pel que fa a les algues, en trobem algunes d'indicadores d'un bon nivell de qualitat de l'aigua, com són les *espirogires*. Les algues produeixen una gran part de l'oxigen present a l'atmosfera. La diversitat d'espècies d'algues és un indicador excel·lent de la qualitat de l'aigua dolça en espais naturals, ja que, a més de subministrar oxigen, serveixen de refugi per a la fauna aquàtica i són l'inici de les cadenes alimentàries del seu ecosistema. No hem d'oblidar, però, que una quantitat exacerbada d'algues és indicatiu d'eutrofització.

Quant a la fauna, el pantà és l'únic lloc de la riera on hem trobat exemplars de granotes verdes, granotes comunes i gripauets, així com ànecs collverds. A més, hem trobat espècies al·lòctones com és la tortuga de Florida, una mascota domèstica alliberada a la zona. Pel que fa als mamífers, només hem observat petjades que corresponen a senglars. L'entorn del pantà i les seves condicions naturals úniques i tan peculiars fan que sigui un indret de confluència per a moltes espècies animals que hi conviuen. Per això hi trobem xarxes tròfiques més complexes. Finalment, d'organismes bioindicadors, n'hem reconegut fisids, bètids, barquers i sabaters, indicadors d'una qualitat de l'aigua mitjanament bona.

Al tram 2, la vegetació de ribera es troba sensiblement malmesa. Des de la construcció del ferrocarril, es va augmentar la freqüentació humana i l'ús d'aquest espai com a zona de lleure, cosa que ha implicat la construcció de petits nuclis residencials que han anat creixent amb els anys. Aquest fet ha donat pas a la introducció de diverses espècies de plantes al·lòctones. Moltes d'elles ho han fet com a ornamentals de jardineria i ara ja formen part del medi. En general són espècies d'origen tropical que s'han adaptat al clima mediterrani. La falsa acàcia (*Robinia pseudocacia*) és un dels millors exemples trobats en aquest tram i d'altres de la riera. Altres espècies al·lòctones són el plàtan (*Platanus hispanica*) i Yallant (*Ailanthus altissima*). Aquesta última no fa tant que hi és present, però té el problema de reproduir-se molt fàcilment i ésser difícil d'eradicar. Gràcies a això, pot formar grans colònies ràpidament. Fa anys que es proven diversos mètodes per controlar-ne l'expansió. També hi hem trobat flora típica d'ambients de ribera, com les ortigues o el càrex pèndul. Al microscopi hem observat algues filamentoses. Pel que fa als ocells, hem vist exemplars de tallarols capnegres, espècie molt comuna en ambients arbustius, i la mallerenga carbonera, que hem tingut el gust d'observar i escoltar. És un ocell de cant sonor i familiar a tot el parc. Pel que fa als macroinvertebrats, hi hem trobat lumbrícid, indicadors d'una mala qualitat de l'aigua.

El tercer tram de la riera és el més contaminat per la seva proximitat a una gran àrea de lleure i restaurant. Hi hem observat una flora bastant escassa, bàsicament pollancre, avellaners i plantes herbàcies. La presència de deixalles en aquesta zona implica una font potencial d'aliment per a espècies animals com ara pardals, garses i les rates comunes. Aquestes darreres hi formen poblacions més o menys estables. Pel que fa als ocells, a la zona es poden veure una gran quantitat de coloms domèstics, que també aprofiten les deixalles. Totes les

espècies es consideren comensals de l'home. Quant als microorganismes, hi hem trobat els típics de zones eutrofitzades, com ara *Lauterbornia coraxina* i *Chironomus anthracinus*.

El tram 4 és l'espai menys alterat per l'acció humana. En aquest punt s'observa la flora típica d'ambients de ribera, com són les ortigues, el càrex pèndul, la morella roquera o la filamaria. Pel que fa a la fauna, cal destacar la gran plaga de pugó blanc que hi veiérem el mes de juliol i també una bona quantitat d'ancils, indicadors d'una qualitat mitjana de l'aigua.

En el tram 5, a Molins de Rei, als laterals de la riera hi ha horts i camps de conreu, però també espais forestals travessats pel curs fluvial. El bosc presenta una vegetació frondosa i, de tant en tant, alguna masia habitada. Hi hem trobat flora típica d'espais més urbanitzats, com són la falsa acàcia, el plàtan o la canya. També podem observar fàcilment plantes herbàcies, que colonitzen els camps laterals abandonats i que arriben fins a prop de la riera, com són els cards, els caps blancs petits, etc. L'heterogeneïtat paisatgística és també de gran interès des del punt de vista faunístic. La gran diversitat ambiental dona cabuda a espècies ben diferents. A tot el sector trobem espècies freqüents com els cucuts o els pinsans. Les basses de rec de les zones d'horta són els principals punts de reproducció d'espècies com el gripau corredor. Les larves de caloptèrids són indicadores d'una aigua de bona qualitat. Malgrat tot, la resta de macroinvertebrats trobats, com els ancils, els llucnocs, els escrivans o els girinids, són indicadors d'una qualitat més aviat baixa de l'aigua. Això es deu al fet que aquests microorganismes provenen de la urbanització de la Rierada, on l'aigua presenta una qualitat més baixa.

A l'últim tram de la riera, el més urbanitzat de tots, trobem escassetat de flora, ja que la riera desemboca sobre un sòl artificial. Tot i que voreja la població sense travessar-la, la zona es caracteritza per la presència de grans infraestructures viàries. En paral·lel a la llera hi ha camins asfaltats, de manera que l'única vegetació de la riba és herbàcia i de mida petita. La presència d'aquestes vies comporta un impediment per a la vida normal de la fauna.

8. CONCLUSIONES

1. Hem pogut observar que la riera de Vallvidrera és l'únic curs permanent d'aigua de la serra de Collserola, perquè mai s'asseca en la seva totalitat. Malgrat tot, hem comprovat que aquesta permanència no és conduent a tots els trams. El mes

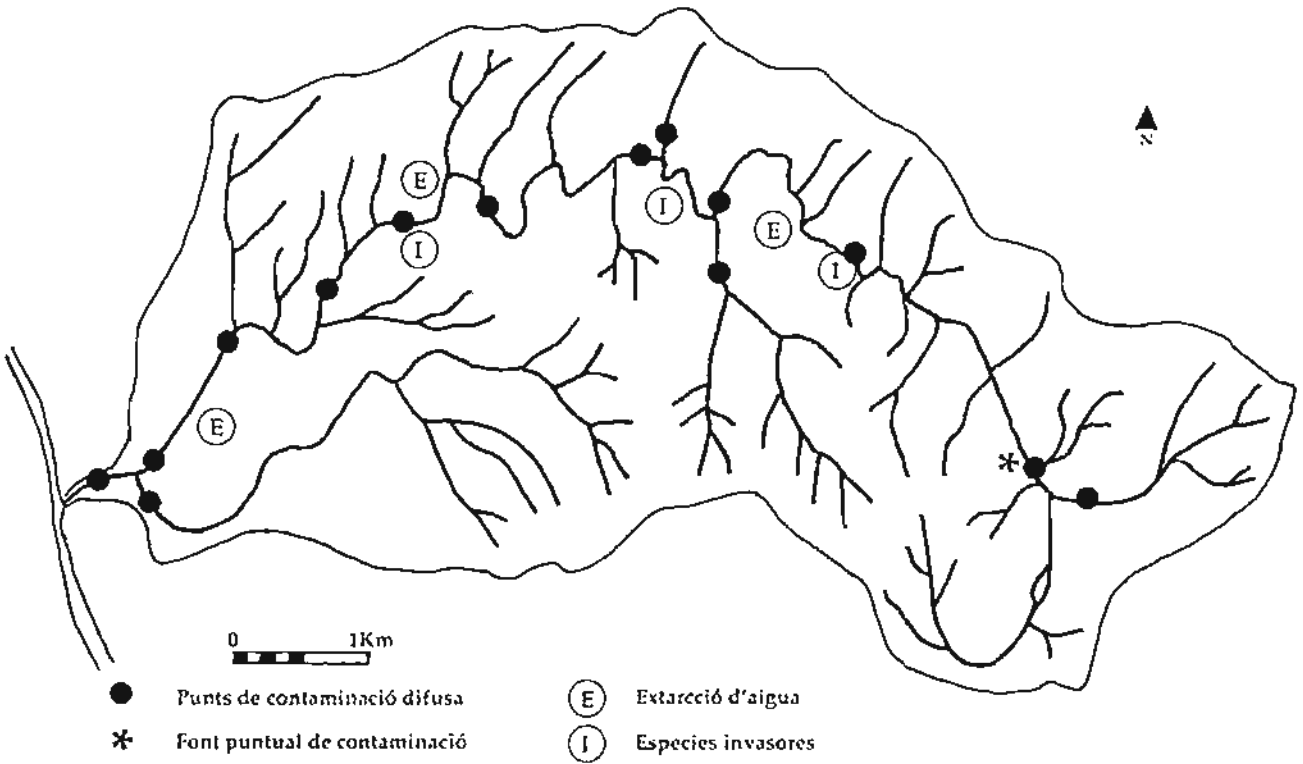
de juliol de 2009, durant la primera recollida de mostres, el tram 2 estava completament sec, mentre que la resta tenien aigua fins a la desembocadura. En canvi, a principis de setembre, el segon tram presentava circulació, la qual desapareixia més avall, en una part del tram 4 i en el 5 i el 6. El motiu pel qual la riera s'asseca parcialment és principalment el règim climàtic, que acusa dèficit hídric a l'estiu: menys aportació per pluja, més pèrdues per evaporació. Al llarg de l'any trobem dos períodes intensos de pluja, a la primavera i a la tardor, coincidint amb els moments equinoccials. A l'hivern i durant el segle XVIII, a Can Bosquets derivaven l'aigua vers unes basses poc fondes on esperaven que es gelés. El glaç obtingut era serrat en forma de barres i guardat en l'únic pou de glaç de la serra. A l'estiu el venien a la ciutat de Barcelona, transportant-lo embolicat amb palla per mantenir la baixa temperatura. En general, els petits torrents que tributen les aigües a la riera només en porten en períodes de pluja i posterior escorrentia. La resta de l'any s'assequen. La presència de la depuradora de les Planes, que aboca aigua a la llera principal, en el tram 3, suposa una aportació artificial i extraordinària a les parts mitjana i baixa de la riera. Tot i això, el mes de juliol vam trobar que el seu canal de sortida era sec.

2. El règim d'estiatge que presenta part de la riera, si més no, posa en perill la vida d'un gran nombre d'espècies del medi aquàtic, algunes de les quals han desenvolupat estratègies de supervivència per superar-la.

3. Tal com esperàvem, hem vist que als trams on l'impacte humà és més accentuat, cas del Merendero, hi havia més restes de deixalles i més contaminació. El fet, que es pot constatar amb una simple inspecció visual, resta confirmat pels resultats de les anàlisis fisicoquímiques: els nivells de temperatura, nitrats i fosfats eren superiors a qualsevol altre tram de la riera. Per tant, podem afirmar que el fet que Collserola pateixi una pressió antròpica afecta l'estat de la riera de manera molt directa.

4. La contaminació de la riera en alguns trams es deu a l'activitat humana, al veïnatge de zones agrícoles, industrials (tram 5) o de lleure (tram 3, Merendero). Aquesta contaminació fa disminuir la diversitat d'espècies i algunes de les que s'hi troben són conegudes com a comensals de l'home, per aprofitar-se'n de les deixalles alimentàries (rates, coloms, etc.).

5. Arran del fet que l'aigua del segon tram surt d'una canonada, inicialment havíem desenvolupat la teoria que probablement provingués del pantà. Tanmateix, en observar que les condicions fisico-



Esquema de la conca de la Riera de Vallvidrera i punts de contaminació

químiques de l'aigua eren molt diferents abans i després de la presa, això ens obligà a cercar altres possibles explicacions. La conclusió va ser que molt probablement s'estableixi un tall de circulació hídrica, una separació entre el pantà i el tram 2. Per tant, l'aigua embassada no es pot considerar l'origen de la que circula per la resta de riera, llevat que desbordi per sobre el mur. L'aigua que surt per la canonada provindria del drenatge d'aigües subterrànies de la capçalera, per la banda del sot de la Cua del Bacallà.

6. La presència d'una depuradora que aboca en el curs de la riera comporta un avantatge quant a millorar-ne el cabal, especialment durant la sequera de l'estiu, però també una sèrie d'inconvenients. Per una banda, altera el cabal natural provocant-ne un augment, com s'observa entre el tram 2 (anterior a la depuradora) i el 3 (posterior a aquesta). Aquest fet entenem que, segons com, pot ser perjudicial, ja que contribueix a l'alteració de diversos paràmetres fisicoquímics de l'aigua, i amb ells de la flora i fauna del medi aquàtic. Hem comprovat que hi ha menys varietat d'espècies en el tram 3 que en el tram 2. Tanmateix, la presència de la depuradora és necessària a fi de poder tractar les aigües residuals que es generen a les zones residencials properes, les quals, si s'hi aboquessin directament o hi arribessin per filtració subterrània, encara causarien un impacte negatiu més elevat. Això ens porta a plantejar si la seva ubicació és la més adequada, atès que un quilòmetre més avall es

troba la barriada de Can Borrull, on l'aigua residual que generen els seus habitatges no és tractada. El problema dels abocaments incontrolats en aquest indret ha acabat als tribunals.

7. Hem apreciat concentracions elevades de nitrats i fosfats en algunes zones de la riera, provocades per deixalles, residus urbans (sobretot detergents) i adobs agrícoles. Ens cal dir que no provenen de purins, com pensàvem inicialment. Els nitrats i fosfats són nutrients per a les algues i plantes. Si n'hi ha en excés, ens trobem que pot existir un creixement desmesurat dels vegetals aquàtics. Això pot causar un procés d'eutrofització, en què a la llarga s'esgoti l'oxigen utilitzat pels bacteris descomponedors de la matèria orgànica, en detriment d'altres organismes vivents.

8. L'autodepuració és un procés que hem pogut observar a la riera. És sorprenent veure com l'aigua d'un tram amb elevada contaminació orgànica, com el del Merendero, millora el seu estat en un recorregut relativament curt i passa a tenir una bona qualitat en el tram següent. Així doncs, l'autodepuració és un procés extraordinari que la natura ha desenvolupat per superar els processos de contaminació i retornar a les condicions inicials. Podríem dir que l'autodepuració és un privilegi que no mereixem els humans perquè d'aquesta manera ens relaxem i sovint no donem la importància que realment té el problema de la contaminació ambiental i infravalorem les campanyes ecològiques.

9. La introducció d'espècies al·lòctones, siguin plantes o animals, pot fer que arribin a competir amb les autòctones. La seva aparició a la serra de Collserola acostuma a ser deguda a la mà de l'home, ja sigui d'una manera voluntària o inconscient. La seva proliferació pot ser molt ràpida per diversos motius. Generalment són espècies que tenen una adaptació fàcil al medi, una gran capacitat de reproducció, etc. En el cas de les plantes, la majoria procedeixen de la jardineria urbana, com són el plàtan, l'ailant o la falsa acàcia, així com altres arbustives d'origen tropical. Diferent és la canya, que de fet era conreada especialment pel seu aprofitament tant en horticultura com en l'artesania. La seva presència ocupant els laterals de les rieres ha perjudicat greument el desenvolupament de la canya autòctona, el canyís. Pel que fa a la fauna, podem esmentar el cas de la tortuga de Florida, que habita al pantà i que té el seu origen en les mascotes domèstiques alliberades.

10. Hem vist que hi ha zones ben protegides i preservades, com el pantà, mentre que d'altres reben constantment residus humans. Aquestes són el Merendero, la Rierada, Vallpineda i la zona de polígons industrials de Molins de Rei. Al Merendero, el problema és greu ja que, cada cap de setmana, centenars de persones hi van a dinar. Aquest fet provoca quantitats exagerades de residus, una part de les quals inevitablement van a parar a la riera i contaminen l'aigua. A la urbanització de la Rierada i Vallpineda els pous morts i els possibles desguassos que porten algües domèstiques a la riera afecten la seva conservació. La zona de polígons es troba sota gran control, però cal assenyalar que, de tant en tant, se sap que es produeixen abocaments il·legals a la riera.

11. La riera, com a espai natural, suposa una font de diversitat i riquesa biològica molt important. Per aquest motiu, pensem que cal aplicar una bona gestió per tal de preservar-ne el bon estat de conservació. Un cop acabat aquest treball, hem comprovat que realment existeix una preocupació envers la riera de Vallvidrera i tot el seu entorn. Aquest interès, però, no hauria de provenir només d'alguns grups de persones i entitats, sinó que hauria d'implacar tota la societat, la qual hauria d'estar més sensibilitzada amb el medi.

Hem vist que la riera es troba en millor estat de conservació del que pensàvem en un principi. Amb això, ens hem adonat que les campanyes i projectes que es porten a terme sobre ecologia tenen resultats visibles. Si aquests progressos arribessin a la totalitat de la societat, canviaria la percepció popular que invertir recursos en ecologia no és útil. Segons

el nostre punt de vista, la gent està poc informada sobre la situació dels nostres rius i creu que tota la problemàtica existent és aliena a ella.

En resum, tenim l'obligació de gestionar bé la riera. Anys enrere, a Catalunya, no hi havia una consciència ecològica suficientment àmplia que permetés aplicar polítiques mediambientals. L'establiment de les depuradores n'és un exemple. Aquestes són relativament recents, de fa unes tres dècades. Anteriorment, tot anava a parar als rius i rieres i al mar sense cap tipus de tractament ni control. Els resultats de les anàlisis obtinguts en aquest treball ens demostren que la qualitat de l'aigua actualment és molt més bona que fa uns quants anys.

12. Trobem lamentable que sigui necessari l'establiment de lleis i penalitzacions perquè la població adopti una actitud correcta i respectuosa amb el medi natural. Com que, malauradament, l'actitud general de la societat encara no és la desitjada, cal que els governs actuïn en conseqüència aplicant les normatives necessàries per protegir l'entorn natural. La declaració de Collserola com a parc natural serà un gran pas endavant per conscienciar d'aquesta situació.

13. Personalment, creiem que la població hauria d'estar més informada sobre la importància ecològica que té la riera de Vallvidrera dins del Parc de Collserola. Per això, proposem que es col·loquin plafons informatius als llocs més accessibles i es prenguin mesures estrictes contra la contaminació: més vigilància, multar a qui llença residus a l'aigua, etc. A la zona del Merendero, les taules estan molt a prop de la riera i això facilita que la gent hi llençi la brossa. La nostra solució a aquest problema seria, en primer lloc, posar-hi contenidors de recollida i, segon, si no es mostressin efectius, construir una reixa alta que dificultés els abocaments.

La zona de la desembocadura és un altre indret on la contaminació és molt alta a causa del pas de la riera prop del nucli urbà de Molins de Rei i del veïnatge de les infraestructures viàries. Creiem que es podria rehabilitar i millorar el seu estat extraient els recobriments artificials de la canalització i retornant al sòl natural que conforma la llera del curs d'aigua. A més, s'hauria de netejar periòdicament per retirar les deixalles que arrossega la riera i diposita a les vores de la desembocadura.

14. Tot realitzant aquest estudi sobre la riera, ens hem adonat de la complexitat de la dinàmica d'un medi aquàtic i de la seva importància en relació amb la qualitat que presenta el seu entorn. A la riera de Vallvidrera hem observat una gran quantitat de pro-

cessos interessants com són l'autodepuració, l'eutrofització, les seves causes i els fets que contribueixen a la contaminació de les aigües. També hem apreciat la relació que tenen tots els paràmetres estudiats amb la qualitat de la riera i la correlació que molts presenten entre ells. En un recorregut de tan sols 12 km, hem pogut estudiar moltes característiques dels grans rius: hem vist rescloses, un pantà, una depuradora, naclis urbans influents, zones de conreu, industrials...

15. Finalment ens cal dir que, sense adonar-nos-en, hem après a organitzar-nos en equip i també la metodologia de treball i el rigor científic, que ens seran molt útils de cara a un futur pròxim. No només hem elaborat un treball, sinó que hem interioritzat i arribat a sentir respecte i admiració envers la natura, sobretot d'un entorn tan proper per nosaltres com és Collserola. Aquesta serra és un privilegi que tenim molt a prop i, si el preservem, en podrem gaudir molt més.

BIBLIOGRAFIA

- AUTORS DIVERSOS (2001) *Serra de Collserola*. Granollers. Editorial Alpina.
- (2002) *Parc de Collserola*. Barcelona. Ed. PMPC.
- (2004) *Guia de natura del Parc de Collserola*. Barcelona. Consorci del Parc de Collserola.
- (2008) *Guia de Geologia de Collserola*. Barcelona. Consorci del Parc de Collserola.
- BARRUFET, M. (1982) *Introducció al paisatge de Collserola: guia de les comunitats de Collserola per a l'alumnat de l'ensenyament mitjà*. Barcelona. Ed. Edicions UB. Col. Pau Vila, núm. 3.
- BOADA, M. et al. (2008a) "Diagnosi ambiental al parc de Collserola". *Projectes de ciències ambientals UAB*. Barcelona. Ed. Diputació de Barcelona.
- (2008b) *Diagnosi ambiental al Parc de Collserola: Projectes de ciències ambientals UAB*. Barcelona. Ed. Diputació de Barcelona. Col. Documents de Treball. Sèrie territori, núm. 6.
- BOLÒS, O. et al. (2005) *Flora: Manual dels Països Catalans*. Barcelona. Ed. Pòrtic, 3a ed.
- BOLÒS, O. i VIGO, J. (1984) *Flora dels Països Catalans: Volum I*. Barcelona. Ed. Barcino, 3a ed.
- CAN COLL (1994) *Centre d'educació ambiental Collserola: Aproximació a la fauna vertebrada*. Barcelona. Ed. PMPC. Col. Dossier de Mestre.
- (1996) *Centre d'educació ambiental. Collserola: Aproximació a la fauna*. Barcelona. Ed. PMPC. Col. Dossier de Mestre.
- CANYELLAS, T. (1993) *Fauna de Collserola*. Barcelona. Ed. PMPC. Col. Carpetes, núm. 1.
- CAÑAS, J. (1995) *Parc de Collserola: Llibre guia*. Barcelona. Ed. PMPC.
- CUERDA, J. (2002) *Atlas bàsic de botànica*. Barcelona. Ed. Parramón.
- CURTIS, M. i BARNES, N. S. (1994) *Invitación a la biología*. Madrid. Ed. Médica Panamericana, 5a ed.
- DEL CARMEN, L.I. i AMMANN, K. (1985) *El bosc i la bassa, la vida en dos ecosistemes*. Barcelona. Ed. Graó. Col. Biblioteca de la Classe, núm. 3.
- DOU, J. M. i MASJUAN, M. D. (2008) *Química 1 Batxillerat*. Barcelona. Ed. Casals.
- FOLCHI, R. (1986) *La vegetació dels Països Catalans*. Barcelona. Ed. Keters editora, SA, 2a ed.
- FONOLL, C. (2000) *Veus d'Ocells*. Barcelona. Lynx Edicions, 2a ed.
- HARO, A. (1965) *Oligoquetos terrícoles de los alrededores del pantano de Vallvidrera: sobre la distribución de los oligoquetos en España*. Barcelona. Ed. Barcelona.
- HARRIS D. C. (2006) *Anàlisi química quantitativa*. Barcelona. Ed. Reverté, 6a ed.
- HEINRICH, D. i HERGT, M. (1990) *Atlas de Ecología*. Madrid. Ed. Alianza.
- JIMENO, A. i UCEDO, L. (2008) *Biología 1 Batxillerat*. Barcelona. Ed. Grup Promotor Santillana. Projecte La Casa del Saber.
- LUNA, Gonçal (2006) *Parc de Collserola*. Col·lecció Guies de Parcs, núm. 5. Barcelona. Diputació de Barcelona.
- MAMPEL, S. (2007) *Parc de Collserola: Barcelona. En bicicleta de muntanya*. Ed. Alpina, Consorci Parc de Collserola i Probike.
- MANS, C. (2006) "Els secrets de les etiquetes: Barcelona". *La química dels productes de casa*. Ed. Mina Focus.
- MAS PINS, Centre d'Educació Ambiental (1997a) *Collserola: Descoberta de la fauna*. Barcelona. Ed. PMPC. Col. Dossier del Mestre.
- (1997b) *Collserola: Investigació faunística*. Barcelona. Ed. PMPC. Col. Dossier del Mestre.
- MASJUAN, M. D. i PELEGRÍN, J. (2008) *Química 2 Batxillerat*. Barcelona. Ed. Casals.
- MARGALEF, R. (1919) "Los epibiontes en los animales de agua dulce". *Revista mensual de ciencias exactas, física-química y naturales*. Madrid. Ed. Euclides.
- MATHEU, E. (2001) *Ocells de Collserola: Guia multimedial de les espècies més freqüents*. Barcelona. Ed. Parc de Collserola. Col. de fitxes d'identificació.
- MORET, X. i NAVARRO, P. (2005) *Collserola pas a pas*. Barcelona. Harmattan, serveis editorials, 2a ed.
- MUELLER-HARVEY, I. i BAKER R. M. (2005) *El anàlisi químico en el laboratorio. Guía básica*. Saragossa. Ed. Acribia, SA.
- NAVARRO, F. (2003) *La enciclopedia*. Madrid. Ed. Salvat.
- NEEDHAM, J. (1982) *Guia para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Barcelona. Ed. Reverté.
- PASCUAL, R. (2001) *Guia dels arbres dels Països Catalans*. Barcelona. Ed. Pòrtic, 5a ed.
- PASCUAL, R. (2000) *Plantes de Collserola*. Barcelona. Ed. Pòrtic.
- PATRONAT METROPOLITÀ DE BARCELONA (ARISÓ, A.; BELTRAN, A.; FRANQUESA, T.) (març 1990) *Parc de Collserola: Plan Especial de Ordenación y de*

- Protección del Medio Natural. Realizaciones 1983-1989.* Barcelona. Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.
- POTT, E. (1980) *Pequeña guía de la flora y fauna de los ríos de Europa: cómo identificar las principales especies mediante fotografías en color.* Barcelona. Ed. Omega.
 - PRAT, N. (1980) *Ecología y sistemática de los quiromidos de los embalses españoles.* Barcelona. Ed. UB.
 - RAMIS, S. (2008) *Rutes de flora i fauna: Xarxa de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona.* Barcelona. Ed. Diputació de Barcelona.
 - RASPALL, A. et al. (2004) *Guia de Natura del Parc de Collserola.* Barcelona Ed. Consorci Parc de Collserola.
 - RIVERA, X. (1998) *Introducció als coneixements biològics dels amfibis i rèptils del pantà de Vallvidrera i propostes de gestió per al manteniment i millora de la zona.* Col. Treballs de la Societat Catalana d'Herpetologia, núm. 3. Barcelona. Ed. Societat Catalana d'Herpetologia.
 - RODRÍGUEZ, F. (1999) *Fauna de ríos y riberas.* Madrid. Ed. Dinamic Multimedia. Col. El Hombre y la Tierra. Fauna ibérica en CD-ROM, núm. 4.
 - STREBLE, H. i KRAUTER, D. (1987) *Atlas de los microorganismos de agua dulce: la vida en una gota de agua.* Barcelona. Ed. Omega.
 - VENTURA, M. (1995) *Els arbres, arbusts i lianes més freqüents.* Barcelona. Ed. PMPC/AMB.

VÍDEOS

- DESCALZO, G. (dir). *Collserola: circumstàncies d'un paisatge.* Guió, fotografia, escenografia, música, intèrprets, país i casa productora a càrrec del Departament d'Ensenyament. 1990. 14 min, color.

PÀGINES WEB

- *Agua dura*, a Wikipedia (6/7/2009).
http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_dura
- *Amoni*, a Wikipedia (30/7/2009).
<http://ca.wikipedia.org/wiki/Amoni>
- *Amoniaco*, a l'apartat de química de "Textoscientificos.com" (16/12/2005).
<http://www.textoscientificos.com/quimica/amoniac>
- Revista digital ATSDR (setembre del 2004), apartats 1.1-1.5.
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs126.html
- *Bioelements*, a Wikipedia (1/7/2009).
http://ca.wikipedia.org/wiki/Element_químic_essencial
- BONILLA, M. i INFANTE, A. B. "Determinació de la duresa de l'aigua", a *Ment Química*, de l'IES Narcís Monturiol (10/6/2008), pàg. 2-4.
<http://www.scribd.com/doc/3805010/Duresa>
- BOCANTOS GUILLÉN, A., PÉREZ LÓPEZ, M., GARZA CANO, E., "Análisis de dureza total por titulación con EDTA", a *Tutorial del análisis del agua.* Universidad Autónoma de Tamaulipas (nov. 2007), ap. 7.
<http://arturobola.tripod.com/dureza.htm>
- *Calcio*, a Wikipedia (30/7/2009).
<http://es.wikipedia.org/wiki/Calcio>
- *Càlcul del pH.*
<http://www.centros4.pntic.mec.es/~sierra8/aquimica/calculopH.pdf>
<http://www.cam.educaciondigital.net>
- *Calor i temperatura.*
<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/Temperatura/Temperatura.htm>
- CARRILLO BURCOS, J. "La dureza del agua", a l'apartat de química de "Monografias.com" (juny del 2006), pàg. 1-2.
<http://www.monografias.com/trabajos37/dureza-agua/dureza-agua.shtml>
- *Casino de l'Arrabassada.* 13 d'agost del 2009.
http://ca.wikipeulla.org/wiki/Casino_de_l'Arrabassada
- "Ciclo biológico del nitrógeno en nuestro acuario", a la revista digital *Acuarofilia.*
<http://aquarium.lapadadelindio.com/es/general/ciclo-biologico-nitrogeno-acuario>
- *Contaminación del agua*, a "Monografias.com".
<http://www.monografias.com/trabajos/contamagua/contamagua.shtml>
- *Demanda química de oxígeno, DQO.*
http://atenea.uclbrrtal.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap17.pdf
- *Depuradora de Vallvidrera.*
http://www.amb.es/web/emma/aigua/sanejament/depuradores/depuradora_vallvidrera

- *Dureza de l'aigua*, a "Lectura Curiosa". Facultat de Química de Tarragona. Universitat Rovira i Virgili.
www.quimica.urv.es/~w3qa/DOCENCIA/qaetseq/.../dureza-aigua.pdf
- *Dureza del agua*, a Wikipedia (7/7/2009).
http://es.wikipedia.org/wiki/Dureza_del_agua
- "Dureza de las aguas", a la revista digital *Ambientum* (2001), pàgines 1-3.
http://www.ambientum.com/revista/2001_43/2001_43_AGUAS/DRZZGUAS3.htm
- "Dureza de las aguas", a la revista *Bononatura*, pàgines 1-2.
http://www.bonatura.com/2.01.18.21_2r.html
- "Dureza y ablandamiento del agua", a *Lenntech, purificación y tratamiento del agua* (julio) del 2004).
<http://www.lenntech.com/espanol/FAQ-ablandamiento-agua.htm#1.%20Agua%20dura>
- *Estudio de los ríos: el caudal*.
<http://geografia.laguia2000.com/hidrografia/el-estudio-de-los-rios-el-caudal>
- "El ciclo biológico del nitrógeno en nuestro acuario", de la revista *Acuariología* (2008).
<http://aquarium.lapipadelindio.com/es/general/ciclo-biologico-nitrogeno-acuario>
- "El fuego entra en Barcelona". *La Vanguardia*, núm. 40.484, edició del divendres 12 d'agost de 1994, pàg. 12.
<http://hemeroteca.lavanguardia.es/edition.html?bd=11&bm=08&by=1994&x=73&y=34>
- *El pH*.
<http://es.wikipedia.org/wiki/PH>
- *El pOH*.
<http://es.wikipedia.org/wiki/POH>
- *El protó, el ió d'hidrogen i el ió oxoni*.
<http://www.acuariologia.net/foros/tus-articulos-de-quimica-del-agua-dulce/3869-el-proton-el-ion-de-hidrogeno-h-y-el-hidronio-h3o.html>
- *Elèctrode de pH*.
<http://www.lenntech.com/espanol/pH-y-alcalinidad.htm>
- *Elèctrodes*.
<http://www.nib.fmed.edu.uy/Ciganda.pdf>
- *El ió d'hidrogen i el ió oxoni*.
<http://books.google.es/books>
- *Eutrofización*, a Wikipedia.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Eutrofización>
- *Flora de Collserola*.
<http://flora-collserola.galeon.com/>
- *Fosfatos, fósforo*.
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/druginfo/natural/patient-phosphorus.html>
- "L'aigua en l'àmbit urbà", a *Una reflexió sobre el consum exagerat d'aigua* del CEIP Silvestre Santaló (Salt).
<http://www.xtec.es/%7Ejplanas3/aigua/urbana.htm>
- *La calidad del agua y la DQO*.
<http://www.dforceblog.com/2009/04/28/calidad-del-agua-y-la-d-q-o/>
- "La contaminació de l'aigua dolça", de la revista *Salvem la Terra*.
<http://www.xtec.es/~mferna99/proyecto/dol%E7a2.htm>
- "La dureza del agua", a *Megazono* (15/2/2007).
<http://www.megazono.com/dureza.htm>
- *La ribera del Jarama y su medio ambiente en el tramo medio*.
<http://roble.pntic.mec.es/~mbedmar/iesao/ciencias/lavegetd.htm>
- *La Riera de Vallvidrera*, Associació Cerdanyola Via Verda (ACVV), octubre de 2002.
http://www.collserola.org/riera_vallvidrera.html
- *La temperatura*.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura>
- *La vegetación de ribera*.
http://www.miliarium.com/Proyectos/RestauracionAmbiental/RestauracionRiberas/Flora/Vegetacion_Ribera.asp
- *La vegetación de ribera de la península Ibérica*.
http://www.miliarium.com/Proyectos/RestauracionAmbiental/RestauracionRiberas/Flora/Vegetacion_peninsula.asp
- *L'escala del pH*.
<http://www.monografias.com/trabajos14/escalaph/escalaph.shtml>
http://www.nutrivea-es.com/la_escala_del_ph.htm

- HERNÁNDEZ SANTADARÍA, J. A. "Duresa de l'aigua i eliminació de la duresa de l'aigua" (apartats 33-36), a *Equilibris heterogenis*. Departament de Ciències Experimentals de l'IES Badalona VII (2006).
<http://www.slideshare.net/joseangelb7/equilibris-heterogenis>
- *Magnesio*, a Wikipedia (30/7/2009).
<http://es.wikipedia.org/wiki/Magnesio>
- *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía*. Depósito de Documentos de la FAO. Departamento de Desarrollo Sostenible.
<http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s06.htm>
- MÚRRIA i PRAT. *Resum IMPRESS de la Riera de Vallvidrera*. Edició del 2003.
<http://content.yudu.com/Library/A1bo5y/ResumImpress/resources/index.htm?referrerUrl=http://projecterius.org/rieravallvidrera/docs.htm>
- *Nitrats a l'aigua de consum*.
<http://www.gencat.cat/salut/depsalut/html/ca/dir2118/doc9150.html>
- *Parc de Collserola*.
<http://www.parccollserola.net/catalan/home/marcos.htm>
- *pH-metre*.
<http://es.wikipedia.org/wiki/PH-metro>
- *Phosphate*.
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Phosphate>
- PLATAFORMA CÍVICA PER A LA DEFENSA DE COLLSEROLA. *Manifest per a un nou marc de protecció de Collserola* (2005).
http://www.collserola.org/manifest_collserola2005.html
Preguntes i respostes sobre els nitrats a l'aigua.
<http://portalsalut.caib.es/psalutfront/info;jsessionid=EC337D6E93F83B1FA86C2DF1DEC0A076?lang=es&id=92&idSubArea=2163>
- *Demanen un any de presó per als presumptes responsables de l'incendi de 1994 a Collserola*. Cugat diari online. 05/09/2002.
http://cugat.cat/noticies/Politica/2222.htm/demanen_un_any_de_preso_pels_pressumptes_responsables_de_l_incendi_de_1994_a_collserola?envoi=1¬e=3
- RAVENTÓS SANTAMARIA, M. *Tractaments d'aigua residual a la indústria alimentària* (1998), pàg. 14.
http://books.google.co.uk/books?id=U8vi-Ps27KsC&pg=PA14&lpg=PA14&dq=duresa+aigua&source=bl&ots=39laYiqoaR&sig=-ddCTIQ8UywKlcqJnHrGqMa4-Tyw&hl=en&ei=3w9XSva8BdeMjAf3junNDA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4
- ROMAN i CORNET, A. *Biofilms fluvials. Metabolisme heterotròfic i autotròfic en rius mediterranis*. Institut d'Estudis Catalans. Arxius de les Seccions de Ciències CXXIX. Secció de Ciències Biològiques.
http://books.google.es/books?id=i9VTiCjKuyYC&pg=PA161&lpg=PA161&dq=la+velocitat+de+l'aigua&source=bl&ots=8f5_xTsY85&sig=jPCqNX7Hc_U9PvDoaT3Qi1c_8jE&hl=es&ei=lz0iS5PXF5Gd4QbR_bTwCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=10&ved=0CDAQ6AEwCQ#v=onepage&q=la%20velocitat%20de%20l'aigua&f=false
- "Saturats els túnels de Vallvidrera", *Diari de Sant Cugat*.
http://www.diaridesantcugat.cat/cat/notices/saturats_els_t_nels_de_valividrera_1729.php
- *Sierra de Collserola*.
http://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_de_Collserola
- *Uso de los fosfatos. Textos científicos*.
<http://www.textoscientificos.com/quimica/fosforo/usos-fosfatos>