



Universitat de Barcelona  
Facultat de Química  
Departament de Química Analítica



Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'aigua (IDÆA)  
Departament de Química Ambiental  
Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC)

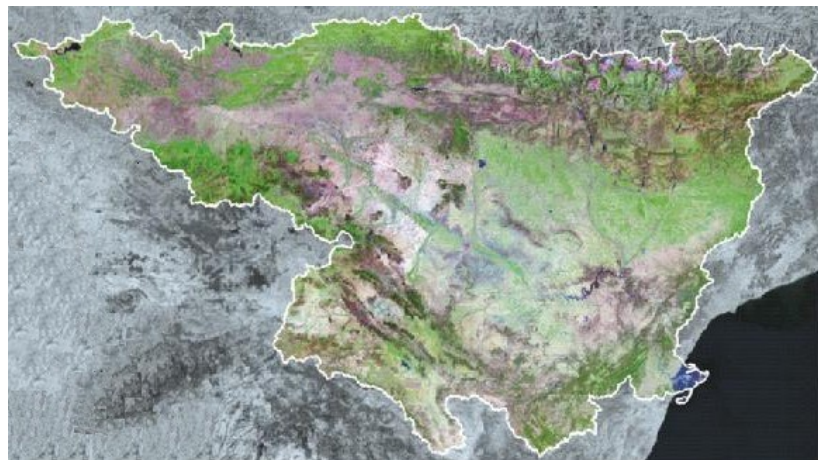
# Distribució i comportament de contaminants orgànics prioritaris a la conca hidrogràfica del riu Ebre

Alicia Navarro Ortega

Barcelona, Abril de 2009

# CAPÍTOL 1:

## Introducció general i objectius



1.1.- Des dels inicis fins avui	19
1.2.- Problemàtica de la contaminació ambiental	20
1.3.- Legislació	23
1.4.- La conca hidrogràfica del riu Ebre. Pressions ambientals	30
1.4.1.- Medi natural	30
1.4.2.- Embassaments, demografia i EDARs	38
1.4.3.- Activitats econòmiques	40
1.5.- Justificació de la tesi	47
1.6.- Objectius	47



## 1.1.- Des dels inicis fins avui

El 1962, Rachel Carson en el seu llibre *Silent Spring* va escriure: “El més alarmant de tots els atemptats de l’home contra el medi que l’envolta és la contaminació de l’aire, la terra, els rius i el mar amb matèries perilloses i fins i tot letals. Aquesta pol·lució és en major part irreparable; la cadena de mals que inicia (...) és pràcticament irrecuperable” (Carson, 2001). Amb aquesta i altres afirmacions Rachel Carson va donar la veu d’alarma denunciant que el desenvolupament industrial i l’augment poblacional feien, i encara fan, augmentar esfereïdorament la contaminació que afecta el nostre planeta. *Silent Spring* va ser el punt de partida del moviment ecologista i avui en dia la consciència de la situació és tal, que es pot dir sense exageració que la conservació del medi ambient s’ha convertit en un dels grans temes del nostre temps (Sánchez Ron, 2001).

Gràcies a la publicació d’aquest llibre i a les lluites dels grups ecologistes incipients, durant els anys setanta arribaren les primeres regulacions sobre la producció i l’ús de certs compostos químics nocius. Concretament el 1972 l’*Environmental Protection Agency* (EPA) va prohibir el diclorodifeniltricloroetà (DDT) (USEPA, 2008) convertint-se en el punt de partida de la legislació sobre contaminació per compostos químics. Posteriorment van ser legislatos altres compostos i, a mesura que es prenia consciència de la situació de contaminació global, van anar tenint lloc diversos convenis sobre contaminació global, com per exemple el Conveni de *Rotterdam* (1998), relatiu al comerç internacional de determinats productes químics perillosos (*Rotterdam Convention*, 2004), o el Conveni d’*Stockholm* (2001) en el que es regulen dotze compostos anomenats popularment la “dotzena bruta” (*Stockholm Convention*, 2001). Tot i aquesta nova percepció del problema de la contaminació i la legislació implícita, alguns dels compostos prohibits, com el DDT, es continuen emprant en diverses zones del món, sobretot a països en vies de desenvolupament (*Stockholm Convention*, 2001). En l’actualitat aquest mateix contaminant fins i tot encara es genera com a subproducte de la fabricació d’alguns pesticides organoclorats.

Ara, l’any 2009, encara es pateixen les conseqüències de la contaminació històrica i la gestió del medi ambient es fa més complicada per l’aparició de nous compostos susceptibles de contaminar el medi, que en alguns casos poden ser abocats sense conèixer els seus efectes en els organismes. A més, molts s’utilitzen en la indústria o en l’agricultura fins que es regulen, moment en el que es substitueixen per altres de nova creació.

## 1.2.- Problemàtica de la contaminació ambiental

Al llarg del segle XX es van sintetitzar al voltant de 10 milions de compostos químics a tot el món. D'aquests, uns 30 mil es produïen a gran escala i a més a més es sintetitzaven entre mil i dos mil substàncies noves cada any, habitualment sense un control estricte dels seus efectes en els organismes. El ràpid desenvolupament aconseguït per la nostra societat, especialment en els últims 50 anys, ha donat lloc a un increment constant de la demanda de béns de consum i de les exigències d'avanç tecnològic. Aquest desenvolupament porta com a conseqüència una incessant activitat industrial que genera gran quantitat de residus, molts dels quals són abocats als rius després d'un tractament insuficient. S'introdueixen així gran quantitat de substàncies químiques al medi, el comportament de les quals a l'entorn natural i els seus efectes sobre els organismes vius es desconeixen per la gran majoria (*Doménech, 1993*).

A part del desenvolupament industrial, s'està donant un creixement exponencial de la població mundial (9.000 milions previstos per a l'Organització de les Nacions Unides per al 2050) (*Population Division, 1999*) que incrementa d'una banda les necessitats energètiques i de transport, augmentant així el consum de combustibles fòssils. Per altra banda, l'alimentació d'una població en constant creixement requereix el perfeccionament de l'agricultura obligant als professionals del sector a utilitzar tècniques que proporcionin una gran producció. La preparació de la terra per al cultiu es fa sovint amb fertilitzants químics i la protecció de les collites es porta a terme mitjançant l'ús de pesticides per a evitar el desenvolupament de plagues (*Hildebrandt, 2008*).

L'any 1993, l'EPA va comptabilitzar, del total de pesticides comercials, 400 sense cap tipus de prova per a determinar els seus efectes cancerígens o la seva toxicitat per a la vida salvatge (*USEPA, 1993*). Per a canviar la situació i millorar el coneixement sobre els productes químics existents i els nous que es produeixen, la Unió Europea (UE) va aprovar l'any 2006 el sistema REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) (*European Council, 2006b*). Amb aquesta normativa es pretén registrar, avaluar i autoritzar els compostos químics que puguin potencialment produir efectes nocius al medi ambient i, indirectament, a l'home. També es vol donar més responsabilitats a la indústria pel que fa a la gestió del risc associat als productes químics. Els beneficis d'aquesta nova legislació tindran lloc de forma gradual a

mesura que més substàncies s'incloguin al REACH. En qualsevol cas suposarà una millor i més ràpida identificació de les propietats dels productes químics, necessària per a evitar les contaminacions sofertes en el passat (*European Commission, 2009*).

L'abocament de totes aquestes substàncies al medi té com a conseqüència més important la contaminació d'aquest. La contaminació es defineix com "la introducció, sovint per part de l'home, de qualsevol agent (físic, químic o biològic) en el medi natural que pot causar efectes nocius per a la salut humana, els recursos vius i els sistemes ecològics" (*Doménech, 1999*). Existeixen diversos tipus de contaminació segons el tipus d'agent introduït al medi. En el cas de contaminacions de caràcter físic com la visual, lumínica o acústica, la seva reducció és relativament fàcil gràcies als avenços tecnològics i a que afecten a àrees reduïdes. En canvi quan la contaminació és química, la seva mitigació resulta més difícil, perquè una vegada s'han alliberat aquests compostos al medi, la difusió és immediata i de difícil control. Les activitats antropogèniques que generen més contaminants són la indústria química, petrolera i electrònica, el tractament de residus, la generació d'electricitat, el transport, la mineria, la metal·lúrgia, l'agricultura i la ramaderia, però també hi ha algunes fonts naturals com els incendis forestals o les erupcions volcàniques.

Segons la compartimentació dels contaminants químics es parla de contaminació del medi atmosfèric, edàfic o hídic. Aquest últim es considerarà més àmpliament per ser l'objecte d'aquesta tesi. L'aigua és un compost essencial per al desenvolupament de la vida en el nostre planeta. Tot i això, l'aigua de consum és un bé que comença a ser escàs, degut a l'augment creixent de la població mundial i a la relativament poca disponibilitat d'aquest preuat element. La situació és més problemàtica si es té en compte que una bona proporció d'aquestes aigües superficials està contaminada per l'abocament indiscriminat de residus generats per l'activitat de l'home en centres urbans i industrials. Però l'home, a més a més de ser el causant de la major part de la contaminació que es dona en aquest medi, també en pateix les conseqüències.

Per a conèixer el comportament d'un contaminant un cop ha entrat en el medi hídic és necessari conèixer les seves propietats fisicoquímiques. Pot tendir a volatilitzar-se si la pressió de vapor és alta, mentre que si és una substància polar romandrà a la fase aquosa. Per altra banda, si es tracta d'un compost lipofílic tendirà a associar-se amb les partícules en suspensió o la matèria orgànica i d'aquesta manera passarà als sediments o s'acumularà en la biota. Aquest

comportament determinarà també el seu destí a una escala més àmplia. Els contaminants amb una elevada solubilitat en aigua es distribueixen ràpidament gràcies al cicle de l'aigua arribant a llocs i compartiments aliens als focus de contaminació per escorrentia o filtració. Mentre que aquells amb més afinitat pels sediments es poden acumular i fer que els sediments actuïn com a embornals dels contaminants d'on es poden alliberar quan les condicions són favorables, de forma que els sediments poden actuar com a font de contaminació. En el moment en que entren en joc els éssers vius presents al medi es poden donar processos de biodegradació. Els productes de degradació són nombrosos i a vegades tant o més perjudicials que els propis compostos precursors (*Bavcon Kralj et al., 2007; Virag et al., 2007*). Segons el tipus de compost també es poden bioacumular. Es dóna bioacumulació si l'organisme no metabolitza els contaminants, i així poden passar a través de la cadena tròfica i arribar fins i tot a l'home (*Fernández et al., 2003*). Els contaminants tòxics bioacumulables són els que reben major atenció per part de les administracions a l'hora de legislar el seu ús i controlar la seva presència al medi degut a la seva persistència. Aquests compostos es coneixen com contaminants orgànics persistents (COPs) i inclouen pesticides com el DDT, l'hexaclorociclohexà (HCH), l'hexaclorobenzè (HCB) i l'endosulfan.

Aquesta problemàtica general del medi hídric és igualment assimilable quan es tracta de l'estudi d'unitats geogràfiques concretes. Una d'aquestes unitats són les conques hidrogràfiques, que es consideren com a unitats geogràfiques indivisibles. Per aquesta raó s'han de gestionar en la seva totalitat pel que fa al problema de la contaminació, ja que tota la xarxa fluvial està interrelacionada. Per a poder avaluar l'estat d'una conca hidrogràfica i prevenir episodis de contaminació cal conèixer les pressions antropogèniques a les que està sotmesa, ja siguin urbanes, agrícoles o industrials, que determinaran quins tipus de contaminants es poden trobar al medi. Per altra banda les característiques hidromorfològiques i climàtiques juguen un paper molt important en els fluxos de contaminants, ja que la pluja, igual que el regadiu dels camps agrícoles, arrossega els compostos més solubles a les aigües subterrànies o dóna lloc a escorrentia a aigües superficials properes com rius, llacs o zones humides. De fet, l'aigua de rius i torrents és un vehicle de transport de residus, de tal manera que, si no es depura, aquests van a parar en últim terme al mar, que té una certa capacitat autodepuradora però si es sobrepassa es poden originar problemes greus (*Doménech, 1999*).

Per tant una bona gestió de la contaminació en una conca hidrogràfica passa per un coneixement previ de les conseqüències de la utilització de certs compostos, per als que avui en dia es comença a tenir consciència. Però a part, per a poder avançar-se als problemes de contaminació és necessària la coneixença de tots els factors que hi poden influir, com ara la contaminació històrica, les fonts actuals i les característiques físiques i climàtiques d'una determinada zona.

### 1.3.- Legislació

En el marc de la protecció del medi aquàtic existeix legislació a nivell europeu que regula els diferents aspectes de la seva preservació, així com diversos convenis i protocols que promouen accions per a la millora del medi ambient, com per exemple el Conveni de *Rotterdam* (*Rotterdam Convention, 2004*) o el Conveni d'*Stockholm* (*Stockholm Convention, 2001*). Tot i que aquests protocols no són vinculants, han influït notablement en la creació de legislació en matèria de protecció del medi.

El Conveni de *Rotterdam* (1998, en vigor a partir del 2004) proposa promoure la responsabilitat compartida en el comerç internacional de certs productes químics perillosos per a protegir la salut humana i el medi ambient i contribuir a una utilització ambientalment racional dels compostos químics. Aquest conveni s'aplica a 39 productes químics (28 pesticides i 11 productes químics industrials).

Per altra banda el Conveni d'*Stockholm* (2001, en vigor a partir del 2004), plasmat en la Decisió 2006/507/CE (*European Council, 2006a*) estableix el que s'anomena la "dotzena bruta", que inclou aldrina, clordà, dieldrina, endrina, heptaclor, HCB, mirex, toxafè, policlorobifenils (PCBs), DDT, dioxines i furans. El protocol estableix que "cadascuna de les parts prohibirà i/o adoptarà les mesures necessàries per a eliminar la producció, l'ús i la importació/exportació d'aquests compostos de producció internacional". El DDT és una excepció i es pot emprar com a pesticida en la lluita contra els vectors de determinades malalties (com per exemple la malària) i es forma com a producte intermediari en la producció del pesticida dicofol. Respecte els contaminants produïts de forma no intencionada (dioxines, furans, HCB i PCBs),



s'estableixen mesures per reduir les emissions totals amb l'objectiu d'aconseguir una reducció progressiva i, quan sigui viable, eliminar-los definitivament (*Gómez Gutiérrez, 2008*).

Les Directives europees s'han caracteritzat sempre per la seva complexitat, degut especialment a les excepcions, correccions, annexos i interconnexions entre unes i altres. A més a més, abans d'entrar en vigor, les diverses Directives han de ser transposades a cadascun dels països membres. Sovint l'aprovació es fa amb el text íntegre proposat per la UE però afegint pròrrogues per adaptar la nova llei al marc econòmic i legal nacional en vigor. Aquest apartat intentarà resumir la legislació aprovada per la Comissió Europea en matèria de qualitat d'aigües així com les seves influències internacionals.

Històricament la legislació de la UE en matèria de qualitat d'aigües ha estat principalment definida per dues importants Directives:

~ **Directiva 76/464/CEE** del Consell, de 4 de maig de 1976 (*European Council, 1976*), relativa a la contaminació causada per determinades substàncies perilloses abocades al medi aquàtic de les aigües comunitàries.

~ **Directiva 78/659/CEE** del Consell, de 18 de juliol de 1978 (*European Council, 1978*), relativa a la qualitat de les aigües continentals que requereixen protecció o millora per a ser aptes per la vida dels peixos.

La protecció de la conca hidrogràfica del riu Ebre inicialment es va basar en la Directiva 76/464/CEE de forma que es desenvoluparan més extensament els seus continguts. Aquesta Directiva conclou que "és urgent una acció general i simultània per part dels Estats Membres per a la protecció del medi aquàtic enfront de la contaminació, en particular la causada per determinades substàncies persistents, tòxiques i bioacumulables". Per a portar a terme aquesta acció estableix dues llistes de substàncies prioritàries ([Taula 1.1](#)):

- **Llista I:** Inclou substàncies individuals escollides principalment per la seva toxicitat, persistència i bioacumulació en organismes vius i sediments, amb excepció de les biològicament inofensives o les que es transformen ràpidament en aquestes. Estableix que s'ha de suprimir la contaminació causada per aquestes substàncies, adoptant uns valors límit, uns mètodes de mesura i uns terminis.

- **Llista II:** Inclou substàncies amb un efecte perjudicial en el medi aquàtic que es pot limitar a una determinada zona segons la localització i les característiques de les aigües receptores. Estableix que s’ha de reduir la contaminació de les aigües causada per aquestes substàncies, per a això els Estats hauran d’establir uns programes que incloguin uns objectius de qualitat.

**Taula 1.1: Compostos de la Llista I i la Llista II inclosos a la Directiva 76/464/CEE**

Llista I	Llista II
Compostos organohalogenats i substàncies que els puguin originar	Compostos organosilícics tòxics o persistents i substàncies que els puguin originar
Compostos organofosforats	Biocides i els seus derivats que no figurin a la Llista I
Compostos organoestànics	Cianurs i fluorurs
Substàncies per a les què estigui demostrat el seu poder cancerigen	Substàncies que tinguin efectes perjudicials per al sabor i olor dels productes de consum humà i substàncies que els puguin originar
Mercuri i compostos de mercuri	Compostos inorgànics de fòsfor i fòsfor elemental
Olis minerals i hidrocarburs d’origen petrolífer persistents	Olis minerals i hidrocarburs d’origen petrolífer no persistents
Cadmi i compostos de cadmi	Substàncies que influeixin desfavorablement en el balanç d’oxigen, especialment amoníac i nitrits
Matèries sintètiques persistents que puguin surar, restar en suspensió o enfonsar-se	Zinc, coure, níquel, crom, plom, seleni, arsènic, antimoni, molibdè, titani, bari, beril·li, bor, urani, vanadi, cobalt, tali, tel·luri i plata i els seus compostos

Font: Directiva 76/464/CEE (1976)

Actualment està en vigor la nova Directiva d’aigües, la Directiva 2000/60/CE (Directiva marc de l’aigua: DMA) (*European Council, 2000*) de 23 d’octubre de 2000 que derogarà la Directiva 76/474/CEE i les successives en un termini de 13 anys. La creació d’aquesta nova norma comunitària té com a objectiu principal “establir un marc per a la protecció de les aigües superficials, continentals, de transició, costaneres i subterrànies que previngui qualsevol deteriorament addicional i protegeixi i millori l’estat dels ecosistemes aquàtics, promogui un ús sostenible de l’aigua i estableixi mesures per a reduir progressivament els vessaments i les

emissions de substàncies prioritàries i per a interrompre o suprimir gradualment els vessaments, emissions i pèrdues de substàncies perilloses prioritàries”.

La Directiva 2000/60/CE ha estat modificada per la Decisió Comunitària 2001/2455/CE de 20 de novembre, per la que s’aprova la llista de substàncies prioritàries en l’àmbit de la política d’aigües adjuntada com Annex a la Directiva 2000/60/CE, i per la Directiva 2008/32/CE, amb una sèrie de modificacions del text original. Finalment la llista de substàncies prioritàries inclou 33 substàncies o grups de substàncies (Taula 1.2) classificades en substàncies prioritàries, substàncies perilloses prioritàries i substàncies prioritàries pendents d’estudi, moltes de les quals s’han analitzat a la conca de l’Ebre.

**Taula 1.2: Llista de substàncies prioritàries aprovada per la Directiva 2000/60/CE**

Substància prioritària	Substància perillosa prioritària	Substància prioritària pendent d’estudi
Alaclor	Cadmi i els seus compostos	Antracè
Benzè	C <sub>10-13</sub> -cloroalcans	Atrazina
Clorfenvinfòs	Difenilèters bromats	Clorpirifòs
1,2-dicloroetà	Hexaclorobenzè	Di(2-etilhexil)ftalat
Fluorantè	Hexaclorobutadiè	Diuron
1,2,4-triclorobenzè	Hexaclorociclohexà ( $\alpha, \beta, \gamma$ i $\delta$ isòmers)	Endosulfan ( $\alpha$ i $\beta$ isòmers)
Triclorometà	Compostos de tributilestany	Isoproturon
Níquel i els seus compostos	Mercuri i els seus compostos	Plom i els seus compostos
	Nonilfenols (4-nonilfenol)	Naftalè
	Pentaclorobenzè	Octilfenols (4-tert-octilfenol)
	Hidrocarburs aromàtics policíclics: Benzo(a)pirè, Benzo(b)fluorantè, Benzo(g,h,i)perilè, Benzo(k)fluorantè, Indè(1,2,3-cd)pirè	Simazina
		Trifluralina

Font: Decisió Comunitària 2001/2455/CE (2001)

La legislació referent a la prohibició de productes fitosanitaris (pesticides) d’ús agrícola és sensiblement més difícil de seguir per la quantitat de modificacions que es realitzen.

Habitualment apareixen normatives específiques per a un sòl compost, com en el cas de la prohibició de l'atrazina (2004/248/CE) (*European Commission, 2004*). Les Directives 79/117/CEE (*European Council, 1979*) i 91/414/CEE (*European Council, 1991b*) regeixen la comercialització i utilització de pesticides d'ús agrícola i conseqüentment la seva legalitat als estats membres de la UE. L'Annex I de la Directiva 91/414/CEE inclou tots aquells productes fitosanitaris permesos a la UE, però el seu contingut s'ha vist modificat al llarg dels anys degut a l'aprovació de noves Directives (fins mitjans de 2007, més de 60 noves Directives per a la inclusió de compostos a l'Annex I).

Finalment cal destacar altres Directives que s'han considerat en la realització d'aquest estudi i mereixen especial atenció perquè regulen uns compostos que, a part del seu ús industrial, es poden trobar en formulacions de pesticides. Els alquilfenols (APs, de l'anglès *alkylphenols*), especialment el nonilfenol (NP, de l'anglès *nonylphenol*), estan regulats des de 1986 per la Directiva 86/278/CEE (*European Council, 1986*) pel que fa a la seva presència en fangs de depuradora, ja que aquests s'utilitzen habitualment com a fertilitzants per als camps agrícoles. Més recentment, el 2003, els preparats amb una concentració superior al 0,1% en massa de NP o els seus etoxilats es van prohibir tant per a la seva comercialització com ús en els estats membres de la UE (Directiva 2003/53/CE) (*European Council, 2003*).

Pel que fa als nivells màxims legislats per a aigües de riu, el Consell Europeu (CE) en base a la DMA ha aprovat molt recentment la Directiva 2008/105/CE (*European Council, 2008b*) que estableix els estàndards de qualitat per a les substàncies prioritàries en aigües. Fins ara només existia una proposta de nivells per part del CE anomenada Posició Comuna (*Common Position No 3/2008*) (*European Council, 2008a*). Per als sediments, en canvi, no hi ha uns límits legislats a Europa i per a acomplir la legislació vigent simplement és necessària una millora en la concentració respecte l'any anterior.

Considerant tota la legislació esmentada es poden fer moltes llistes de compostos susceptibles de ser controlades. A la [Taula 1.3](#) es mostra la llista dels compostos analitzats en el present estudi, així com els límits establerts per a les aigües, la legislació europea i els convenis més importants pels que es regeixen.

**Taula 1.3: Legislació i convenis vigents i límits en aigua per als compostos estudiats**

Compost	Límit en aigua ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Convenis		Legislació	
Acenaftilè					Control recomanat per l'EPA
Acenaftè					
Fluorè					
Fenantrè					
Pirè					
Crisè					
Dibenzo(a,h)antracè					
Benzo(a)antracè					
Naftalè	2,4				
Antracè	0,1				
Fluorantè	0,1				
Benzo(b)fluorantè	0,03				
Benzo(k)fluorantè					
Benzo(a)pirè	0,05				
Indè(1,2,3-cd)pirè	0,002				
Benzo(g,h,i)perilè					
Bisfenol A				*	
4-tert-octilfenol	0,1				
4-nonilfenol	0,3			**	Directiva 2003/53/CE
Clorpirifòs	0,03				Directiva 05/72/CE
Clorfenvinfòs	0,1				Regulació 2002/2076
Trifluralina	0,03				Decisió 2007/629/CE
Alaclor	0,3				Decisió 2006/966/CE
Atrazina	0,6				Decisió 2004/248/CE
Desetilatrazina					
Simazina	1				Decisió 2004/247/CE
$\alpha$ -endosulfan	0,005				
$\beta$ -endosulfan					
Endosulfan-sulfat					
$\alpha$ -HCH	0,02	C. de Rotterdam			
$\beta$ -HCH					
$\gamma$ -HCH					
$\delta$ -HCH					
Hexaclorobenzè	0,01		C.S.		

(segueix)

Compost	Límit en aigua ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )		Convenis		Legislació
4,4'-DDT	0,01	0,025	Conveni de Rotterdam	Conveni d' <i>Stockholm</i>	Plaguicides prohibits segons la Directiva Europea 91/414/CEE
4,4'-DDE					
4,4'-DDD					
2,4'-DDT					
2,4'-DDD					
2,4'-DDE					
Heptaclor					
Aldrina	0,01				
Diieldrina					
Endrina					
Isodrina					
Endrina aldehid					
Heptaclor-endo-epòxid					
Heptaclor-exo-epòxid					
Paration-metil				Decisió 2003/166/CE	
Metolaclor				Regulació 2002/2076	
Propazina					
Terbutrina					
Bromofos-etil					
Bromofos-metil					
Diclofention					
Etion					
Ometoat					
Azinfos-etil					
Diazinon					
Fenitrocion				Decisió 95/276/CE	
Malation				Decisió 2007/393/CE	
Paration-etil				Decisió 2007/379/CE	
Fenclorfos				Decisió 2007/389/CE	
Propanil				Decisió 2001/520/CE	
Molinat				***	
Dimetoat				Directiva 2003/81/CE	
Tri-n-butilfosfat				Directiva 2007/25/CE	
Terbutilazina				REACH Reg. 1907/2006	
				Pendent de decisió	

\*Pendent de decisió per a la seva inclusió \*\* Excepte en formulacions de pesticides \*\*\* En procés de prohibició

Font: adaptació de A. Hildebrandt (2008)

## 1.4.- La conca hidrogràfica del riu Ebre. Pressions ambientals

L'àmbit territorial d'aplicació d'aquest projecte és la conca hidrogràfica del riu Ebre. La DMA defineix una conca hidrogràfica com "aquella superfície de terreny en la que les aigües d'escorrentia superficial convergeixen a través de la xarxa d'afluents en un únic riu principal cap al mar per una única desembocadura, estuari o delta". És, per tant, una unitat territorial natural que no té per què coincidir amb els límits administratius. En els casos en que una conca hidrogràfica abasta més d'una Comunitat Autònoma s'han constituït les confederacions hidrogràfiques. La *Confederación Hidrográfica del Ebro* (CHE) és l'organisme que gestiona la conca de l'Ebre i va ser la primera confederació hidrogràfica creada a *España*. Els seus inicis es remunten a l'any 1926, en què va ser constituïda pel Reial Decret de 5 de març de 1926 (CHE, 2008).

A continuació es descriuen les característiques hidrològiques i climatològiques de la conca així com les pressions que aquesta rep segons les activitats antropogèniques que es realitzen (Barrera Giménez, 1999; Calvo Palacios et al., 2002; Chapman et al., 2005; CHE, 2008; Hildebrandt, 2008). Totes aquestes activitats influeixen en el tipus i quantitat de compostos que es troben al medi i resulten determinants a l'hora de determinar el seu destí.

### 1.4.1.- Medi natural

---

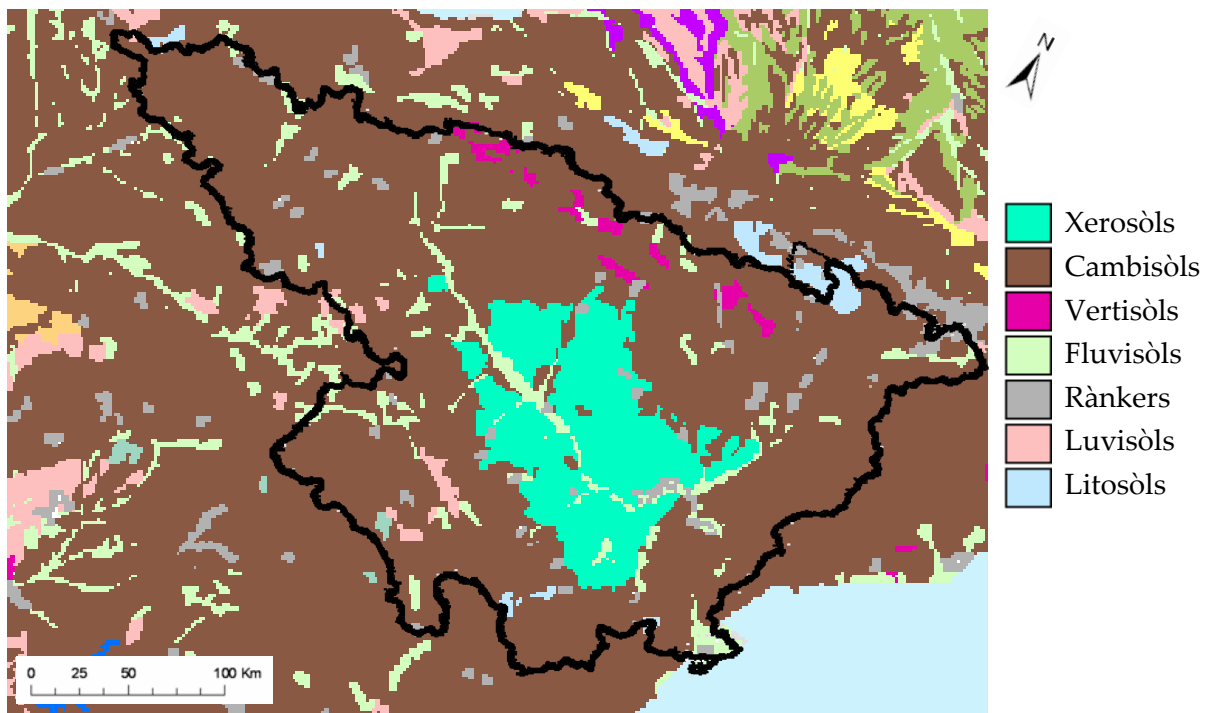
La conca de l'Ebre està situada en el quadrant nord-est de la Península Ibèrica i ocupa una depressió triangular amb una superfície total de 85.362 km<sup>2</sup>, dels quals 445 km<sup>2</sup> estan a Andorra, 502 km<sup>2</sup> a *France* i la resta a *España*. Aquesta superfície representa el 17,3% del territori espanyol. Els seus límits naturals són la Serralada Cantàbrica i els Pirineus pel nord, el Sistema Ibèric pel sud-oest i la Serralada Litoral per l'est. Tota aquesta superfície està drenada pel riu Ebre, que neix a la Serralada Cantàbrica en el municipi de *Fontibre* i desemboca al mar Mediterrani, per tant discorre en sentit nord-oest -- sud-est, amb una longitud total de 910 km.

La desembocadura de l'Ebre al Mediterrani es realitza a través d'un ampli delta de més de 300 km<sup>2</sup> constituït gràcies a la sedimentació de dipòsits fluvials. El principal desenvolupament

del delta es va produir a partir dels segles XIV i XV, coincidint amb una àmplia desforestació de la conca, i la posterior consolidació d'aquest es va veure accelerada per l'assentament de cultius. Actualment el delta està en retrocés per la creació d'embassaments i transvasaments i la desviació d'aigües per altres usos, que limita l'arribada de sediments a la desembocadura.

### a) EDAFOLOGIA

Les característiques edàfiques dels sòls de la conca de l'Ebre són molt variables, com a conseqüència de la diversitat de processos formadors que han actuat sobre ells. La [Figura 1.1](#) és un extracte del mapa europeu de sòls de l'Agència Mediambiental Europea (EEA, de l'anglès *European Environment Agency*) que mostra la distribució dels tipus de sòls a la conca hidrogràfica de l'Ebre.



Font: adaptació del mapa europeu de sòls de la EEA (2005)

**Figura 1.1:** Mapa de distribució dels tipus de sòls majoritaris a la conca de l'Ebre

De forma general, les diverses unitats de sòls existents a la conca són:

~ Els cursos mitjans i baixos, tant de l'Ebre com dels seus afluents principals així com el Delta de l'Ebre es troben ocupats per **Fluvisòls** (F. Eutric): sòls formats per materials arrossegats



per l'aigua i constituïts per materials disgregats, és a dir, són sòls poc desenvolupats. Les altres característiques varien en funció dels materials que els formen.

~ La zona central de la cubeta està formada per **Xerosòls** (X. Gypsic, X. Càlcic): tenen una capa superficial pobra en humus i sota pot haver-hi un subsòl ric en argiles. Presenten aglomeracions de calç i guix a certa profunditat i tenen com a característica important un alt contingut en sals.

~ A la resta de la conca la unitat predominant són els **Cambisòls** en una gran varietat de formes (C. Càlcic, C. Dystric, C. Eutric, C. Gleyia, C. Humia): sòls de color clar amb desenvolupament dèbil que presenten canvis en la seva consistència degut a l'exposició a la intempèrie.

## b) CLIMA

Les condicions topogràfiques impliquen tres zones climàtiques a la conca, considerant però que la transició entre elles és progressiva (*Marcuello, 2002*):

- **Clima oceànic** a l'extrem nord-oest, la meitat oest dels Pirineus i la part septentrional del Sistema Ibèric, classificat com zona humida amb gran precipitació i baixa evaporació segons l'Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO, de l'anglès *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation*).
- Zona classificada com a **semiàrida** a la part central de la Depressió de l'Ebre
- **Clima sub-humit de transició** entre ambdós que cobreix la major part de la conca.

~ **Temperatures:** A tota la conca s'observa una gran variació de les temperatures mitjanes, des dels 9 °C al naixement del riu fins als 15 °C a la desembocadura, que té com a factor principal la diferència altitudinal. Pel que fa als màxims i mínims es veu l'efecte suavitzador que exerceixen els mars sobre la temperatura, tant el mar Cantàbric a la meitat occidental de les serralades septentrionals com el mar Mediterrani a la part sud-est de la conca. A la resta, especialment a la depressió, s'observa una forta continentalitat que es tradueix en elevades temperatures a l'estiu i freds intensos a l'hivern, així com en la generació de situacions

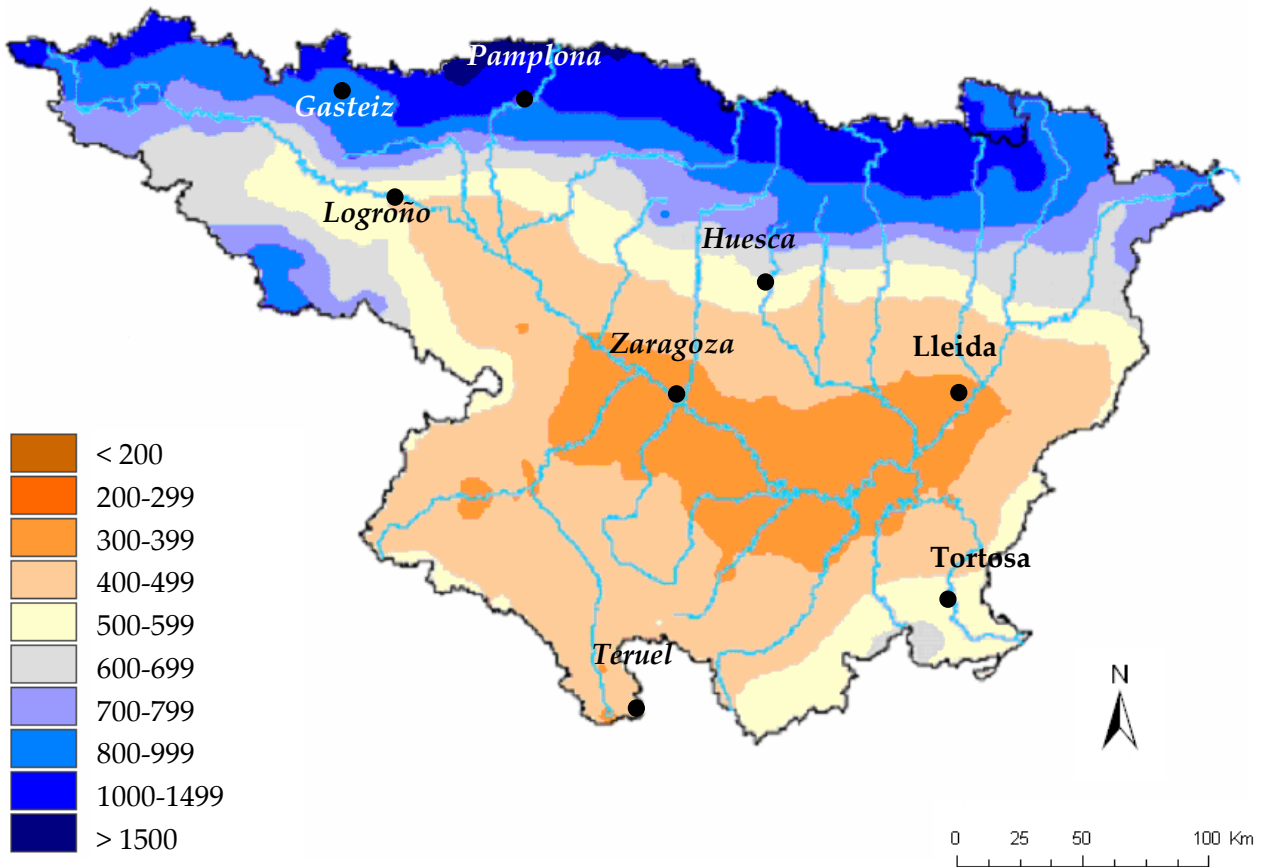
d'inversió tèrmica. La [Taula 1.4](#) mostra les temperatures mitjanes de gener, juliol i les anuals en diverses localitzacions de la conca.

~ **Precipitacions:** També trobem una gran varietat de règims pluviomètrics, degut al caràcter tancat de la depressió i a la coexistència de zones d'alta muntanya, muntanya mitjana i espais propers al Cantàbric o al Mediterrani. La disposició topogràfica aïlla el sector central de la conca de les influències del mar, augmentant així la continentalitat al centre de la conca i disminuint notablement la precipitació a mesura que ens allunyem de la costa. Per això, l'aridesa és un dels principals trets que defineixen el clima del centre de la cubeta amb una precipitació mitjana anual que no acostuma a sobrepassar els 400 mm. Per altra banda l'augment de les precipitacions a mesura que ens allunyem del centre és molt més gran al marge esquerre del riu Ebre, amb una precipitació als Pirineus per sobre dels 1500 mm ([Figura 1.2](#)). En conjunt, a excepció de la part muntanyosa septentrional, les precipitacions estan concentrades principalment a la primavera i la tardor, mentre que a l'estiu i l'hivern es registren mínims pluviomètrics. A les regions centrals de la conca, les pluges, a més de l'escassetat, presenten una forta irregularitat intermensual i interanual amb llargs períodes en els que no es registra cap precipitació, mentre que a les regions de muntanya la precipitació anual està més repartida en el temps (*Marcuello, 2002*). La [Taula 1.4](#) mostra la precipitació mitjana de gener, juliol i anual en diverses localitzacions de la conca i la [Figura 1.2](#) indica les diferents zones segons la precipitació anual mitjana.

**Taula 1.4:** Temperatura i precipitació mitjanes en diversos punts de la conca del riu Ebre

Localitat	Temperatura i precipitació mitjanes al gener	Temperatura i precipitació mitjana al juliol	Temperatura i precipitació anual mitjana
Huesca (Monflorite)	39 mm; 4,9 °C	20 mm; 23,4 °C	535 mm; 13,6 °C
Lleida (Observatori)	26 mm; 5,3 °C	12 mm; 24,7 °C	369 mm; 14,7 °C
Logroño (Agoncillo)	27 mm; 5,8 °C	31 mm; 22,2 °C	400 mm; 13,5 °C
Pamplona (Noaila)	63 mm; 5,0 °C	40 mm; 20,7 °C	721 mm; 12,5 °C
Teruel	17 mm; 3,6 °C	30 mm; 21,6 °C	373 mm; 11,8 °C
Tortosa (Observt. de l'Ebre)	35 mm; 10,0 °C	13 mm; 25,6 °C	524 mm; 17,3 °C
Gasteiz (Aeroport)	76 mm; 4,7 °C	43 mm; 18,7 °C	779 mm; 11,5 °C
Zaragoza (Aeroport)	22 mm; 6,4 °C	18 mm; 24,5 °C	318 mm; 15,0 °C

Font: Institut Nacional de Meteorologia (2005)



Font: M.A. García-Vera (2005)

**Figura 1.2:** Mapa de precipitació anual mitjana a la conca de l'Ebre entre 1920 i 2002

~ **Evapotranspiració:** L'evapotranspiració mitjana de la conca en el 2005 va ser de 700 mm, mentre que per al mateix any la precipitació mitjana només va arribar als 620 mm. Tot i que aquestes dades emmascaren una gran variabilitat en les evapotranspiracions i precipitacions, el balanç total és negatiu. L'Índex de Sensibilitat a la Desertificació (SDI, de l'anglès, *sensitivity desertification index*) calculat per l'EEA és un indicador de la vulnerabilitat d'una determinada àrea als canvis en el clima i en la disponibilitat d'aigua. La major part de la conca central de l'Ebre presenta un SDI per sota de 1,25 (risc baix), puntualment amb zones per sobre de 1,3 (risc moderat). Si bé aquests índexs no es troben per sobre del valor de risc extrem (SDI > 1,4), són els valors més alts observats a l'Europa del sud juntament amb el llevant espanyol, des de *Cuenca* fins a *Almería* (EEA, 2005). Això significa que la conca de l'Ebre, especialment la part central, és una de les àrees més susceptible de desertificació del sud d'Europa.

### c) EROSIÓ

L'antic *Instituto para la Conservación de la Naturaleza* (ICONA) va realitzar el 1987 el Mapa dels estat erosius de la conca de l'Ebre, d'aquest mapa s'obtenen unes pèrdues totals de sòl de  $238.971 \times 10^6 \text{ kg any}^{-1}$  i una pèrdua mitjana de  $2,8 \times 10^6 \text{ kg km}^{-2} \text{ any}^{-1}$ . Les zones amb majors pèrdues de sòls es troben sobretot a les proximitats del Mediterrani, on conflueixen pendents elevats amb coberta vegetal escassa, així com aquelles on hi ha incendis seguits de precipitacions de caràcter torrencial. Al centre de la depressió de l'Ebre l'erosió també és important degut a la presència de litologies toves (margues, arenisques i argiles). Altres factors importants per a aquest fenomen i que es donen a la conca de l'Ebre són l'abandonament recent de les terres de conreu, que han quedat desprotegides, i les pràctiques inadequades de replantació.

### d) SALINITAT

Un percentatge significatiu dels sòls de la conca presenten quantitats excessives de sals solubles i/o un contingut elevat de sodi. Les causes de la presència de sals en aquests sòls és fonamentalment geològica. Un indicador de la salinitat dels sòls és la conductivitat, que a la conca de l'Ebre varia entre 200 i  $3.000 \mu\text{S cm}^{-1}$ . S'estima que la quantitat total de sals transportades al mar és de l'ordre de  $7,1 \times 10^6 \text{ kg any}^{-1}$ , de les quals  $3,1 \times 10^6 \text{ kg any}^{-1}$  son guixos, el 85% aportat pels rius del marge esquerre i el 13% pels del marge dret. Les conques amb major percentatge superficial de guixos són les del *Tirón* a *Cuzcurita* i la *Clamor Amarga* a *Zaidín*. Les de menor percentatge són les del Segre a Ponts i el *Jiloca* a *Calamocha*. Els problemes que pot generar la salinitat natural s'han vist agreujats en alguns casos per l'actuació humana, pel reg inadequat, per ascensos de les capes freàtiques degut a drenatges mal fets, etc. La superfície de cultiu afectada per sals a la conca de l'Ebre és de  $3.100 \text{ km}^2$ , que representa una part important de les terres cultivades.

### e) XARXA I RÈGIM FLUVIAL

La xarxa fluvial té una longitud de 13.049 km i està formada per més de 35 subconques. Aquestes tenen una aportació molt diferent segons el marge del riu on es troben, les del marge

esquerre aporten un 88,5% de l'aigua (els afluent més importants són l'*Aragón*, el *Gállego*, el *Cinca* i el Segre) mentre que les del dret només un 11,5% (els afluent més importants són l'*Oja*, l'*Iregua*, el *Jalón* i el *Guadalope*). Les més significatives des del punt de vista superficial i d'aportació mitjana interanual en règim natural, és a dir, descomptant els efectes de detraccions d'aigua, aportacions externes i l'efecte de la regulació i evaporació dels embassaments, són les següents (Taula 1.5):

**Taula 1.5: Subconques i aportació mitjana dels afluent de l'Ebre**

SUBCONCA	Aportació mitjana	
	hm <sup>3</sup>	%
Segre	3.441	18,9
<i>Cinca</i>	2.915	16,0
<i>Aragón</i>	2.824	15,5
<i>Arga</i>	1.697	9,3
<i>Gállego</i>	1.087	6,0
<i>Zadorra</i>	592	3,2
<i>Jalón</i>	551	3,0
<i>Nela</i>	527	2,9
<i>Ega</i>	493	2,7
Resta de subconques	4.094	22,5
Total	18.221	100

Font: CHE i M. Barrera (2003)

Les dades de la taula són valors mitjans que es mouen, pel que fa a l'aportació total, entre 29.726 hm<sup>3</sup> de màxim i 8.393 hm<sup>3</sup> de mínim en el període 1940-1986. De tot aquest cabal, a la desembocadura arriben de mitjana 12.000 hm<sup>3</sup> degut a consums de tot tipus, però també amb grans diferències històriques, des de 16.855 hm<sup>3</sup> els anys 20 fins a 8.235 hm<sup>3</sup> els anys 90 amb una clara tendència descendent, que està posant en perill els cabals ecològics mínims de 100 m<sup>3</sup> seg<sup>-1</sup>. Per sota d'aquests cabals les aigües marines remuntarien el riu fins a Campredó, a més de 20 km de la desembocadura, i convertirien el riu en ria.

El règim fluvial del riu Ebre està en funció dels règims fluvials dels seus afluents, que varien entre **nival** (màxim de cabal durant la fusió de la neu i mínim a l'hivern) del *Gállego*, *Cinca* i *Segre*; **nivo-pluvial** (com l'anterior però amb influència de les pluges de la primavera i la tardor) de la resta de rius pirinencs; **pluvio-nival** (major participació de la pluja que de la fusió de la neu) que és el més estès a la conca i **pluvial incert** (la característica és la incertesa) de la meitat ibèrica oriental. El resultat és un règim **mixt** al riu Ebre, excepte el tram superior que és pluvio-nival, que reflexa la suma de tots els afluents i li dona més regularitat respecte aquests. Tot i això hi ha màxims a la primavera, que podrien crear inundacions, i baixades de cabal a l'agost i setembre, amb la consegüent baixada de la qualitat de les aigües. Per altra banda, la variabilitat interanual genera anys d'estiatge i altres de grans avingudes, sobretot al tram mig i baix del riu, on l'aportació dels afluents és més important. En general podríem dir que l'Ebre és un riu amb cabals escassos i amb una qualitat no gaire bona en alguns trams.

El règim fluvial i la pluviometria de la conca donen lloc a uns recursos hídrics insuficients per a garantir la demanda. Com a molts del països europeus del sud, la major part de la demanda d'aigua prové de l'agricultura. Tot i això la demanda d'aigua d'ús industrial també és elevada, però mentre aquesta s'han mantingut constant en el temps, la demanda d'aigua agrícola s'ha incrementat. La [Taula 1.6](#) indica les demandes dels diferents sectors. L'agricultura i la refrigeració són els que utilitzen més aigua, si no tenim en compte la destinada a generar energia hidroelèctrica, ja que la major part d'aquesta aigua es retorna al riu un cop utilitzada.

**Taula 1.6: Demanda d'aigua per sectors a la conca de l'Ebre**

Sector	Aigua (hm <sup>3</sup> any <sup>-1</sup> )
Urbà	313
Transvasaments	246
Ramaderia	66
Agricultura	6.310
Indústria	414
Refrigeració	3.354
Hidroelectricitat*	60.000

\* Cal considerar que una part molt important d'aquesta aigua es retorna al riu

Font: CHE (2003)

## 1.4.2.- Embassaments, demografia i EDARs

---

### a) EMBASSAMENTS

Tradicionalment el problema de la manca d'aigua a la conca s'ha reduït per la combinació d'extracció d'aigua subterrània i de transvasaments entre les diverses conques, però majoritàriament per la construcció d'embassaments, que a *España* han augmentat els recursos hídrics fins a un 40%.

En tot l'àmbit de conca de l'Ebre hi ha 187 embassaments que, encara que molts d'ells són de mida petita (80 d'aquests embassaments tenen un volum inferior a 1 hm<sup>3</sup>), entre tots tenen una capacitat total de 7.580 hm<sup>3</sup> i retenen el 57% de l'aigua anual. Dues terceres parts dels embassaments van ser construïts durant el període 1950-1975 per a augmentar les reserves d'aigua dolça de la conca. Aquesta aigua emmagatzemada, juntament amb l'aigua extreta de les capes freàtiques, s'utilitza principalment per al reg agrícola, ja sigui directament o mitjançant canals de reg construïts al llarg de la conca. Independentment d'aquesta funció agrícola els embassaments també tenen una funció reguladora del cabal de riu, que ha donat lloc a una reducció dels episodis d'inundacions. Avui en dia aquests només es donen de forma local degut a fortes pluges. La construcció d'aquestes preses també ha significat un perjudici per al medi natural. En primer lloc ha produït una reducció dràstica de l'aportament de sediments al delta i com a conseqüència aquest retrocedeix dia a dia. També s'han reduït els cabals naturals del riu, tant els de base com la variació interestacional, així com l'escorrentia. Per altra banda el bloqueig dels peixos en les preses és un dels exemples de l'afectació de la biodiversitat natural de la conca (*Batalla et al., 2004*).

### b) DEMOGRAFIA

La part espanyola de la conca de l'Ebre es distribueix en nou comunitats autònomes que, ordenades de major a menor extensió a la conca, són: *Aragón, Catalunya, Navarra, Castilla y León, La Rioja* i amb una superfície més reduïda: *Euskadi, Castilla-La Mancha, Comunitat Valenciana i Cantabria*. En aquest ampli i variat territori viuen 2.767.103 habitants (dada de 2003), repartits en 4.877 localitats que es distribueixen de la següent forma ([Taula 1.7](#)):

**Taula 1.7: Distribució dels habitants en funció de la mida de la població del municipi**

Interval d'habitants de l'entitat municipal	Nombre d'entitats municipals	Nombre d'habitants del conjunt	% sobre el total d'habitants de la conca
0-5.000	1.562	908.111	32,8
5.001-10.000	56	630.124	22,8
50.001-100.000	0	0	0
> 100.000	5	1.228.868	44,4
Total	1.623	2.767.103	100

Font: CHE (2003)

De les xifres anteriors es dedueix que actualment la tercera part de la població viu a entitats de menys de 5.000 habitants. En l'extrem oposat, tan sols 5 ciutats (*Zaragoza, Gasteiz, Pamplona, Logroño* i Lleida) allotgen gairebé un 45% de la població i conseqüentment tenen fortes necessitats d'abastiment d'aigua així com d'infraestructures hidràuliques. La manca de nuclis de mida mitjana (50.001 - 100.000 hab) dificulta la transmissió d'impulsos de desenvolupament de les grans ciutats als nuclis rurals. Va ser durant el segle XX que es va passar d'una població bastant dispersa pel territori al buidatge de molts dels nuclis rurals i a la concentració en espais urbans.

La densitat mitjana és de 33 hab km<sup>-2</sup>, molt inferior a la mitjana espanyola (78 hab km<sup>-2</sup>). Considerant la densitat de població a nivell de municipi s'observa que a la conca existeixen uns espais clarament desertitzats a la franja paral·lela als Pirineus, en una gran part dels nuclis del marge dret i als grans deserts climàtics del centre de la vall. Recíprocament, la major densitat de població està associada als trams mitjà i baix dels diversos eixos fluvials on es concentren també la indústria i els serveis ([Figura 1.3](#)).

#### **a) ESTACIONES DEPURADORES**

La pressió ambiental exercida per la gran concentració poblacional és important ja que les aigües residuals i els residus tenen un gran impacte en el medi. Els residus sòlids es reciclen, s'emmagatzemen en abocadors o s'incineren. Es calcula que cada habitant d'una gran ciutat genera 1 kg d<sup>-1</sup> de residus sòlids, dels quals només l'11% es reciclen. Les aigües residuals també



contaminen el medi a través de filtracions des de clavegueres o pous negres. Alguns compostos poder resultar molt perillosos per a la fauna i la flora, com a exemples es poden citar els compostos farmacèutics, les hormones o els detergents, com ara els APs, que són disruptors endocrins (Rivera, 1985; Moeder et al., 2006; Gros et al., 2007), a més a més dels problemes típics de les aigües residuals com són els canvis de temperatura, la desoxigenació, els sòlids en suspensió o la terbolesa. Tot i això, des de la implantació de la Directiva 91/271/CEE (European Council, 1991a), i la seva transposició a Espanya pel Reial Decret-Llei 11/1995 (Jefatura del Estado, 1995), a partir del 31 de desembre de 2005 totes de poblacions de més de 2.000 habitants-equivalents\* han de disposar d'un tractament secundari de les seves aigües residuals, fet que hauria de millorar la qualitat de les aigües.

Per a tots aquests nuclis poblacionals l'any 2004 hi havia 186 estacions depuradores d'aigües residuals (EDARs) en funcionament i 44 en construcció, amb tecnologies de depuració molt variades, sent les més comuns els fangs activats i els filtres percoladors. Aquestes EDARs depuren les aigües residuals produïdes per 1.857.706 hab, un 62.8% de la població total de la conca, però només 5 d'elles serveixen a més de 1.200.000 hab, les que es troben a les 5 ciutats més importants. Aquestes 5 EDARs tenen una capacitat depuradora més baixa que la resta ja que han de tractar un volum molt més gran d'aigües residuals. Aquest fet, sumat a les aigües sense tractar del 37,2% de la població, dóna lloc a una qualitat més baixa del riu en els trams afectats. Segons això veiem que la majoria són estacions depuradores de poca capacitat per a nuclis de població petits, necessàries per a que la depuració de les aigües es dugui a terme a tota la conca, de forma més o menys homogènia.

### **1.4.3.- Activitats econòmiques**

---

Tradicionalment la conca de l'Ebre s'ha considerat com un territori agrari. Actualment és la major superfície espanyola de regadius, però aquesta qualitat es va sobrevalorar respecte al seu rendiment durant els anys 90 i pocs anys després es van abandonar molts dels regadius tradicionals.

---

\*Habitant-equivalent: és una unitat utilitzada per a determinar la càrrega de contaminació orgànica que tenen les aigües residuals. La Directiva Europea 91/271/CEE el defineix com la càrrega orgànica biodegradable amb una demanda bioquímica d'oxigen en cinc dies (DBO<sub>5</sub>) de 60 g d'oxigen per dia.

Al llarg del segle XX es va passar d'una població quasi en la seva totalitat rural i agrària a una altra en la que la indústria i els serveis són els principals components de la seva activitat. Així, la industrialització és relativament recent, com la terciarització de les seves funcions, que no s'han acabat de desenvolupar als nivells de la resta d'*Espanya*, excepte en aquelles zones més turístiques, on també s'ha desenvolupat considerablement la construcció. Aquesta realitat es pot avaluar amb el càlcul de la població ocupada per cada sector (Taula 1.8):

**Taula 1.8: Població ocupada per cada sector econòmic**

Sectors	Població ocupada		Producte Interior Brut (PIB)	
	Nombre de treballadors (milers d'hab) *	% sobre total d'ocupació	PIB (milers d'€)	% del PIB
Agricultura, ramaderia i mineria	93	7,7	2.611.600	5,7
Indústria i construcció	429	35,8	16.261.951	35,8
Serveis	677	56,5	26.583.316	58,5
<b>Total</b>	<b>1.199</b>	<b>100</b>	<b>45.456.868</b>	<b>100</b>

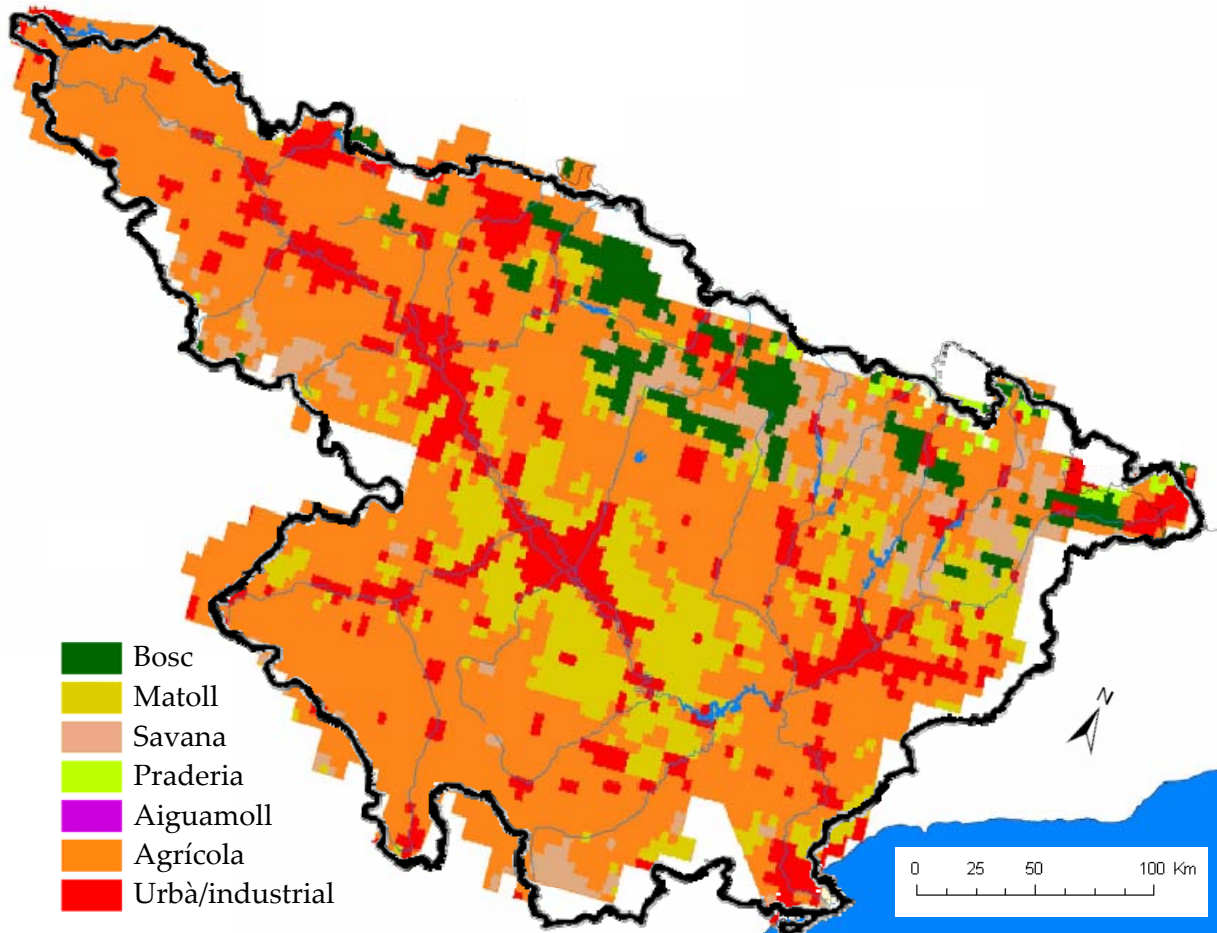
\* Càlcul realitzat a partir dels valors provincials, amb l'adequada proporcionalitat per a aquelles províncies que només tenen una part significativa del seu territori a la conca i sense incloure aquelles que tenen una escassa participació en ella

Font: CHE i elaboració pròpia (2000)

El sector econòmic dominant a la vall de l'Ebre és el sector serveis, que ocupa més de la meitat de la població de la conca i genera quasi el 60% del PIB. La indústria, incloent la construcció, contribueix amb un 35,8% tant pel que fa a la població ocupada com al PIB generat. L'agricultura en canvi, és el sector amb un menor pes en l'economia de la conca. Tot i això, el sector agrícola a la conca de l'Ebre té una major contribució al PIB que a la resta d'*Espanya*. El mateix succeeix amb la indústria, en detriment del sector serveis, que es troba 7 punts en percentatge per sota de la mitjana nacional.

En quant a la superfície ocupada per cadascun d'aquest sectors (Figura 1.3), s'estima que a la conca de l'Ebre, aproximadament el 58% del sòl és agrícola, el 22% es terra no cultivada, el 14% és urbana o industrial, el 5% és bosc i l' 1% són aiguamolls. La distribució de les activitats es correspon amb les necessitats socioeconòmiques. Pràcticament tot el bosc es troba a la regió dels Pirineus i la major part dels assentaments urbans i la indústria que els envolta es situen

seguint el curs dels rius, principalment de l'Ebre i el Segre. La terra no cultivada envolta els assentaments urbans i també inclou una franja abans dels Pirineus. La resta de la conca està ocupada per la important activitat agrícola.



Font: World Resources Institute (2005)

**Figura 1.3:** Mapa d'usos del sòl a la conca de l'Ebre

#### a) AGRICULTURA, RAMADERIA i MINERIA

L'agricultura varia segons el relleu i el clima particular de cada zona. En general, a les parts altes dels rius de tota la conca i a les zones muntanyoses es dóna principalment la ramaderia, de diferent tipus segons la zona. A mesura que es baixa cap a la plana trobem un predomini de l'agricultura, de secà a les zones més seques i interiors, i de regadiu a les ribes dels diversos corrents d'aigua, concretament a les del riu Ebre i els seus afluents més importants (*Aragón, Cinca i Segre*), al Delta i a la zona compresa entre *Huesca* i *Lleida* (Figura 1.4).



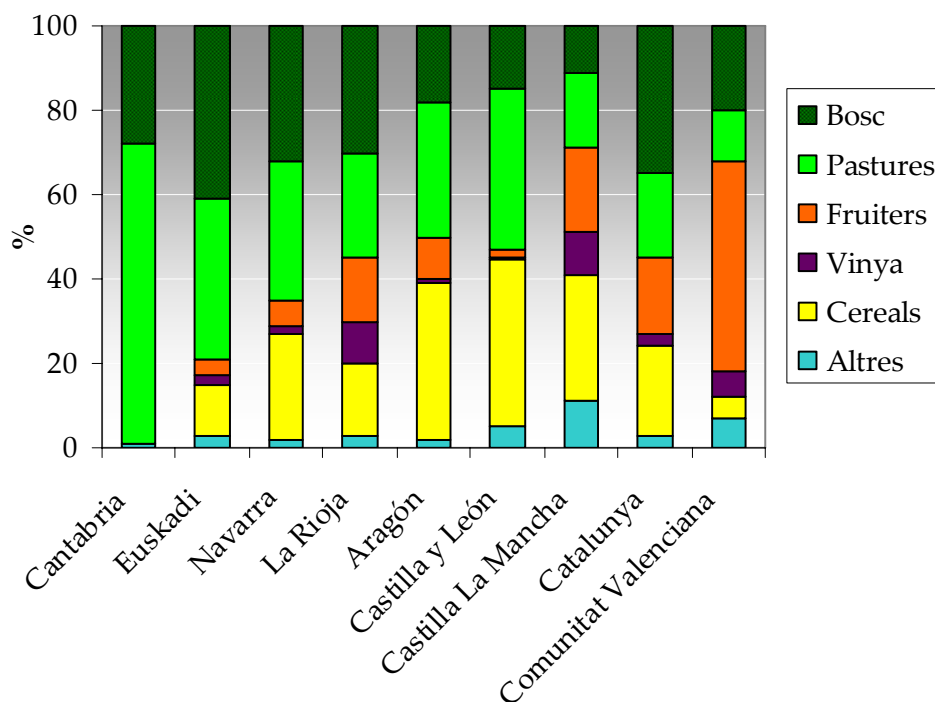
JUNTES D'EXPLLOTACIÓ		9	Conca del <i>Guadalope</i>
1	Capçalera de l'Ebre	10	Conca del <i>Matarraña</i>
2	Conca del <i>Najerilla</i>	11	Baix Ebre
3	Conca de l' <i>Iregua</i>	12	Conca del Segre
4	C. d'afluents des del <i>Leza</i> fins el <i>Huecha</i>	13	C. de l' <i>Ésera</i> i del <i>Noguera Ribagorçana</i>
5	Conca del <i>Jalón</i>	14	Conques del <i>Gállego</i> i el <i>Cinca</i>
6	Conca del <i>Huerta</i>	15	Conques de l' <i>Aragón</i> i el <i>Arba</i>
7	Conca de l' <i>Aguas Vivas</i>	16	Conques de l' <i>Irati</i> , l' <i>Arga</i> i l' <i>Ega</i>
8	Conca del <i>Martín</i>	17	Conques del <i>Bayas</i> , el <i>Zadorra</i> i l' <i>Inglares</i>

Font: CHE (2003)

**Figura 1.4:** Mapa de distribució dels conreus de regadiu a la conca de l'Ebre

Considerant tota la conca, el cultiu dominant és el de les herbàcies, amb un 84.1% de la superfície agrària útil, en el que cereals com el blat, el blat de moro i la civada dominen la producció, juntament amb les praderies destinades a la ramaderia. També destaquen l'alfals, el centè i els gira-sols. Els arbres fruiters contribueixen amb un 7,3%, especialment a Lleida, Tarragona, Castelló, *Gipuzkoa* i *Bizkaia*, l'olivera amb un 4,1% sobretot a Lleida, Tarragona i Castelló. La vinya amb un 4% es troba principalment a *Euskadi*, *La Rioja*, *Navarra* i Catalunya. Tot i la baixa superfície dedicada a aquest cultiu cal dir que la seva contribució a la producció agrícola de la conca és molt significativa. També existeixen cultius hortícoles extensius

(tomàquet, pebrot, ceba, pèsols...) però representen una part molt petita de l'agricultura de la conca. Per últim, cal destacar la producció d'arròs al Delta de l'Ebre, amb una mitjana de  $70 \times 10^6$  kg any<sup>-1</sup> d'arròs blanc, un 20% de la producció espanyola. La distribució geogràfica dels diferents cultius es pot apreciar millor a la [Figura 1.5](#), on es mostren els diferents cultius per comunitat autònoma ordenades de nord-oest a sud-est, en la mateixa direcció del riu Ebre.



Font: Eurostat (2000)

**Figura 1.5: Distribució del cultius majoritaris a les comunitats autònomes que formen part de la conca de l'Ebre**

La ramaderia es correlaciona amb la superfície dedicada als diferents cultius, a la zona nord de la conca, amb una predominança de boscos i pastures, on es concentra la major part de ramaderia bovina i ovina de la conca. A part de *Cantabria*, on bàsicament es dóna la ramaderia bovina, la conca està dominada per l'ovina i la porcina, amb més de 5,5 milions d'exemplars. Però mentre que els porcs es troben especialment a *Aragón*, Catalunya i La Comunitat Valenciana, les ovelles es localitzen a la zona nord i central de la conca. També existeix la ramaderia caprina i l'aviram, però en una proporció molt menor a les anteriors.

L'aigua necessària per a mantenir tota l'agricultura és de  $6.310 \text{ hm}^3 \text{ any}^{-1}$  mentre que per a la ramaderia és de  $66 \text{ hm}^3 \text{ any}^{-1}$ . La irrigació és una eina econòmica molt important a

l'agricultura espanyola, ja que la productivitat de les terres irrigades és 7,3 vegades més gran que la dels cultius de secà. La superfície irrigada a la conca de l'Ebre és de 7.836 km<sup>2</sup>, que representa el 9,2% de la superfície total de la conca i es troba distribuïda de forma irregular. La **Taula 1.9** mostra la superfície irrigada segons la comunitat autònoma. Catalunya és la que més percentatge de sòl irriga, amb un 13,9%, seguida d'*Euskadi* (12,5%) i de *La Rioja* (10,5%), mentre que les comunitats amb menys de l'1% són *Castilla La Mancha*, Comunitat Valenciana i *Cantabria*. Tota aquesta agricultura de regadiu representa un 23% de les terres irrigades d'*Espanya* i consumeix el 25% dels recursos hídrics espanyols.

**Taula 1.9: Superfície irrigada a la conca de l'Ebre**

Comunitat Autònoma	àrea total (km <sup>2</sup> )	àrea irrigada (km <sup>2</sup> )	àrea irrigada (%)
<i>Aragón</i>	42.073	3.990	9,5
<i>Cantabria</i>	766	5,5	0,7
Catalunya	14.938	2.070	13,9
<i>Castilla La Mancha</i>	1.103	2,4	0,2
<i>Castilla y León</i>	8.187	89	1,1
Comunitat Valenciana	82,2	2,75	0,3
<i>La Rioja</i>	5.014	525	10,5
<i>Navarra</i>	9.333	878	9,4
<i>Euskadi</i>	2.179	273	12,5
TOTAL	84.415	7.836	9,3

Font: CHE (2005)

A part de l'impacte físic que representa per a la xarxa hidrogràfica l'extracció de l'aigua necessària per a mantenir l'agricultura de regadiu, cal tenir en compte que el sector agrari utilitza gran quantitat de fertilitzants i pesticides químics. Aquests poden ser arrossegats pel mateix reg o per la pluja fins al riu generant un impacte químic riu avall d'aquelles zones amb una agricultura més intensiva.

La mineria a la conca en els últims anys ha patit un descens continuat i avui en dia només es donen algunes extraccions a *Zaragoza*, *Teruel* i *Lleida*, totes elles de carbó (IGME, 2006). Fins als anys '80, però, aquesta activitat també era important als voltants de *Reinosa*, al naixement de l'Ebre (López, 2008).

## b) INDÚSTRIA

La indústria de l'Ebre genera el 35,7% dels llocs de treball de la conca i representa el 35,8% del PIB, segons dades del 2000. En terme del nombre de treballadors, Catalunya és el centre industrial més important de la conca i juntament amb l'Aragón concentra el 82% de la indústria. Els polígons industrials més importants es troben al llarg de l'Ebre i els seus afluents, principalment a partir del curs mitjà del riu Ebre i fins a la seva desembocadura. Els centres industrials més importants són *Gasteiz* (riu *Zadorra*), *Logroño* (riu Ebre), *Pamplona* (riu *Arga*), *Zaragoza* i els seus voltants (riu Ebre), *Monzón* (riu *Cinca*), Lleida i els seus voltants (riu Segre) i Flix (riu Ebre).

En aquests centres industrials els sectors potencialment més perillosos per al medi ambient són el metal·lúrgic, el químic, el tèxtil, el de la maquinària, l'alimentari (especialment el relacionat amb el cultiu de la patata a *Zadorra* i el vinícola, sobretot a *La Rioja* i *La Rioja Alavesa*) i l'automobilístic. Entre ells la indústria química és la responsable en gran mesura de la contaminació mediambiental més perillosa i es concentra a:

~ *Zaragoza* (IQE, 2005): Fabricació de silicats solubles i derivats, principalment sílice precipitada, producte de múltiples aplicacions i matèria prima necessària en la fabricació de productes derivats del cautxú, peces tècniques i pneumàtics ecològics d'última generació.

~ *Monzón* (GA, 2009): Fabricació del clor i altres indústries relacionades amb aquestes, com la fabricació de clorur de polivinil (PVC, de l'anglès *polyvinyl chloride*) i resines, on s'utilitzen tributilestanys (TBTs, de l'anglès *tributyltin*), utilitzades per a canonades, mànegues, cables, pintures, recobriments, massilles, etc. També es fabrica dicofol, que té com a subproducte el DDT (Ormad et al., 2008).

~ *Flix* (ERCROS, 2009): En el complex electroquímic es situen fàbriques de clor i sosa, derivats del clor, dissolvents organoclorats i fosfat bicàlcic així com altres en les que es generava HCB (Amaral et al., 1996).

D'entre les activitats industrials, el sector de la producció energètica adquireix especial importància degut a la gran quantitat d'aigua que utilitza. Existeixen 330 estacions hidroelèctriques associades al gran nombre d'embassaments de la conca i que generen 6.500 GWh any<sup>-1</sup>, 200 parcs eòlics que generen 7.000 GWh any<sup>-1</sup>, 3 centrals tèrmiques de carbó

que generen 7.600 GWh any<sup>-1</sup>, 3 centrals tèrmiques de gas natural que generen 9.500 GWh any<sup>-1</sup> i 2 plantes nuclears que generen 18.400 GWh any<sup>-1</sup>.

## 1.5.- Justificació de la tesi

Per a una bona gestió de qualsevol conca hidrogràfica és necessari conèixer la situació de la contaminació actual així com de la contaminació històrica que encara pot tenir conseqüències en el medi. Així mateix entendre la relació d'aquestes dues contaminacions amb les pressions antropogèniques i ambientals és essencial per a poder millorar l'estat químic de la zona. Per altra banda resulta imprescindible el coneixement del comportament dels contaminants al medi per tal de realitzar les accions pertinents per a la seva reducció o fins i tot eliminació.

Per a una bona caracterització de la conca hidrogràfica del riu Ebre, en primer lloc en aquesta tesi es va recopilar la informació existent, tant de la CHE com d'altres estudis científics, en base a la qual es va dissenyar un programa de vigilància ambiental. En aquest disseny es van considerar els contaminants més representatius de les activitats antropogèniques que poden exercir una pressió sobre la conca i es va fer una selecció de punts de presa de mostra, necessaris per a la caracterització de tota la conca. Es van aplicar tècniques quimiomètriques a les dades generades per tal d'avaluar les tendències geogràfiques i temporals.

Per últim es van estudiar dos aspectes del comportament dels contaminants al medi per a la família dels APs, ja que és la que representa un risc més gran a la conca de l'Ebre degut a la seva ubiqüitat, tant al llarg de la conca com a les dues matrius analitzades (aigua i sediments), i a les altes concentracions trobades. Es va avaluar la degradació i l'adsorció/absorció d'aquests compostos en condicions similars a les del medi, per tal de poder predir el destí d'aquests contaminants al sistema aigua-sediment.

## 1.6.- Objectius

Els objectius principals de la present tesi van ser els següents:

~ Dissenyar i portar a la pràctica un programa de vigilància ambiental a la conca del riu Ebre per a avaluar el grau de contaminació produït per 68 compostos prioritaris (pesticides,



hidrocarburs aromàtics policíclics, PAHs, de l'anglès *polycyclic aromatic hydrocarbons*, i APs) en el sistema aigua superficial-sediments durant el període juny de 2004 – octubre de 2006.

~ Caracteritzar la conca de l'Ebre fent un estudi de vigilància ambiental d'un ampli rang de compostos en el sistema aigua superficial - sediments, que es pot dividir en:

- Avaluar la contaminació històrica de la conca en base als estudis existents.
- Aplicar eines quimiomètriques per a la interpretació de les dades generades i el discerniment de les variacions temporals i geogràfiques dels compostos d'estudi.
- Avaluar la incidència dels diferents contaminants orgànics en base a la legislació actual.

~ Estudiar mitjançant experiments a escala de laboratori el comportament de la família dels APs com a grup de compostos seleccionat en base als resultats obtinguts en el programa de vigilància ambiental, que consta de dues parts:

- Estudiar la degradació sota diverses condicions ambientals.
- Estudiar i comparar l'absorció/adsorció en diferents sediments de la conca de l'Ebre.