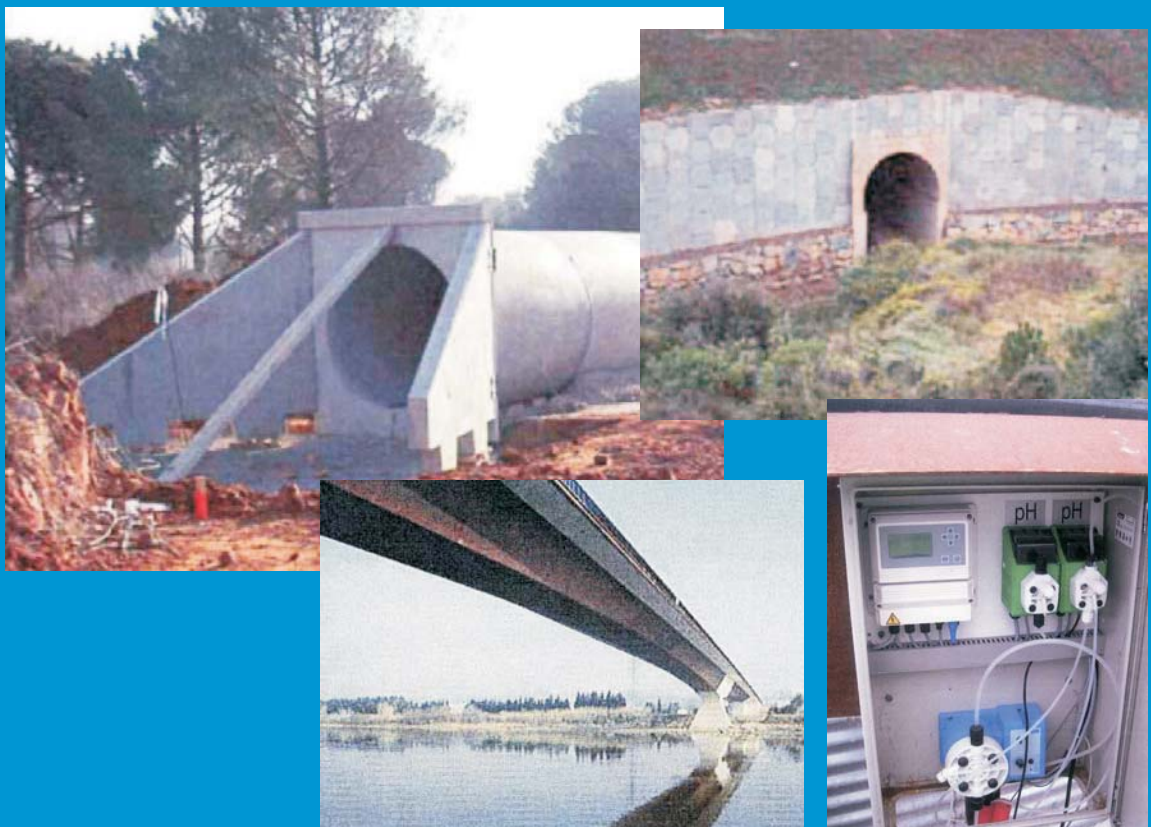




GUIA TÈCNICA

Recomanacions tècniques per al disseny d'infraestructures que interfereixen amb l'espai fluvial



Equip de redacció

José Alcarria Hidalgo

Olga Castillo Trilla

Jordi Pagés Puig

Amb la supervisió de

Jordi Cabot Ple

Diego Moxó Güell

Josep Maria Aguiló Saün

Luís X. Godé Lanao

A més, s'ha rebut l'assessorament de les següents persones

J.P. Martín Vide

Jordi Rodríguez Lucena

Francisco M. Casquero González

Andreu Manzano Rojas

Jesús Martínez Cuenca

Lorenzo Correa Lloreda

Javier Latorre Pedrafit

Índex

1.	INTRODUCCIÓ	5
1.1.	Presentació i objectius.....	5
1.2.	Àmbit d'aplicabilitat.....	5
1.3.	Referències a altres publicacions.....	6
2.	CÀLCULS HIDROLÒGICS I HIDRÀULICS	6
2.1.	Criteris de càlcul hidrològic.....	6
2.2.	Criteris de càlcul hidràulic.....	6
2.2.1.	Introducció.....	6
2.2.2.	$Q_{500} \geq 200 \text{ m}^3/\text{s}$ o zona amb risc de danys catastròfics.....	7
2.2.3.	$200 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{500} \geq 50 \text{ m}^3/\text{s}$ i zona sense risc de danys catastròfics	9
2.2.4.	$50 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{500} \geq 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i zona sense risc de danys catastròfics	10
2.2.5.	$Q_{500} \leq 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i zona sense risc de danys catastròfics.....	11
3.	AMPLADA LLIURE	12
4.	DISSENY DE LES INFRAESTRUCTURES.....	14
4.1.	Introducció	14
4.2.	Disseny de ponts i viaductes	14
4.3.	Disseny d'obres de drenatge menors.....	15
4.4.	Modificacions en obres de drenatge menors, ponts i viaductes existents	17
4.5.	Disseny d'obres de drenatge transversal i obres de fàbrica en camins rurals.....	18
4.5.1.	Amplada camí $\leq 4\text{m}$	18
4.5.2.	$4\text{m} < \text{Amplada camí} < 6\text{m}$	19
4.5.3.	Amplada camí $> 6\text{m}$	19
4.6.	Guals inundables.....	19
4.7.	Encreuament de conduccions sota lleres.....	20
4.7.1.	Introducció.....	20
4.7.2.	Soscavació	20
4.7.3.	Flotació.....	20
4.7.4.	Pous de registre	20
4.8.	Endegaments i cobertures de barrancs.....	21
4.8.1.	Introducció.....	21
4.8.2.	Recomanacions per al disseny	21
4.8.3.	Obres complementàries	22
5.	RECOMANACIONS DE TIPUS AMBIENTAL PER AL DISSENY	22
5.1.	Introducció	22
5.2.	Mesures d'adequació ambiental.....	23

5.2.1.	Classificació de l'àmbit d'actuació.....	25
6.	RECOMENACIONS DE TIPUS AMBIENTAL DURANT LES OBRES	26
6.1.	Introducció	26
6.2.	Accions de minimització de les afeccions sobre la qualitat de les aigües	26
6.2.1.	Basses de decantació per a tractar les aigües procedents dels túnels	26
6.2.2.	Establiment de barreres i basses de retenció de sediments	28
6.2.3.	Desviaments provisionals i construcció de guals provisionals sobre torrents i rieres	29
6.2.4.	Tractament de les aigües residuals procedents de les instal·lacions auxiliars d'obra.....	29
6.2.5.	Gestió de residus durant les obres	31
6.3.	Accions de minimització de les afectacions sobre el medi i la fauna.....	32
7.	RECOMENACIONS PER AL MANTENIMENT DE LES OBRES DE FÀBRICA O DE DRENATGE	32
7.1.	Introducció	32
7.2.	Freqüència en el manteniment de les obres de fàbrica i de drenatge	33

ANNEX 1: RESUM RECOMANACIONS CÀLCULS HIDROLÒGICS I HIDRÀULICS

ANNEX 2: CÀLCULS DE PREDIMENSIONAMENT DELS SISTEMES DE CONTROL AMBIENTAL

ANNEX 3: PROTOCOL PER A L'OBTENCIÓ D'INFORMES TÈCNICS PER PART DE L'ÀREA DE DOMINI PÚBLIC
DE L'AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Presentació i objectius

Aquest document presenta una sèrie de metodologies de càlcul i de recomanacions a tenir en compte per al disseny, construcció i manteniment d'aquelles infraestructures que interfereixen amb cursos fluvials.

El disseny d'aquestes infraestructures requereix la determinació d'un cabal d'avinguda del curs fluvial associat a un nivell de risc d'ocurrència, i la definició d'una geometria que permeti el pas d'aquesta avinguda amb una sèrie de condicionants orientats a disminuir els efectes d'aquesta en la pròpia infraestructura i en l'entorn de l'espai fluvial afectat. El seu disseny ha de garantir, per exemple, la possibilitat de neteja en cas d'obstrucció, la resistència front erosions i la mínima afecció al curs natural d'aigua i el seu entorn.

La fragmentació del territori i dels seus hàbitats pot tenir l'origen en esdeveniments de caire natural, però sens dubte són les transformacions de caire artificial les que poden provocar aquest efecte. Els corredors i connectors ecològics són vitals per a la subsistència d'aquests sistemes naturals i, per tant, és necessari minimitzar l'impacte del fraccionament que les infraestructures pot provocar. En aquest sentit, aquest document també recull mesures de minimització de l'impacte durant l'execució de les obres de nova projecció i l'adequació del disseny d'aquestes per garantir la permeabilitat biològica del sistema fluvial.

Per als casos en què les actuacions a realitzar afectin infraestructures ja existents, les recomanacions s'apliquen per evitar que aquestes modificacions consolidin l'ús d'una infraestructura que no garanteix els requeriments de desguàs i neteja abans esmentats. En aquests casos, les recomanacions establertes són menys restrictives que per a infraestructures de nova construcció, però responen a la mateixa filosofia.

Aquest document també inclou un seguit de recomanacions a seguir per tal de mantenir sempre lliures d'obstruccions les obres de pas que donen continuïtat a cursos fluvials, de manera que no s'impedeixi el flux d'aigua i s'asseguri el correcte funcionament de l'obra.

1.2. Àmbit d'aplicabilitat

Aquestes recomanacions són aplicables a qualsevol infraestructura de nova construcció o existent a modificar que interfereixi amb un curs fluvial, com ara obres de fàbrica (ponts i viaductes), obres de drenatge menor (calaixos i tubs), encreuaments de conduccions sota lleres i endegaments i cobertures de barrancs. No seran d'aplicació per a obres de drenatge transversal associades al drenatge longitudinal d'una carretera, col·lectors de pluvials de nuclis urbans o canals de reg.

Per als rius, rieres o torrents que hagin estat objecte de planificació, com ara aquells inclosos en una PEF (Planificació d'Espai Fluvial) o en un Pla Director de Protecció Contra Avingudes, les dades de cabals i les consideracions fetes en aquests treballs de planificació seran utilitzades per als càlculs específics de la infraestructura afectada.

Donada l'enorme variabilitat que presenta el comportament dels rius, els tècnics de l'Agència Catalana de l'Aigua tindran la capacitat per decidir, en cada cas concret, si es compleixen les condicions d'aplicabilitat d'aquestes recomanacions.

1.3. Referències a altres publicacions

En el present document es fa referència a conceptes que apareixen en altres publicacions.

La "Instrucció 5.2-IC Drenaje superficial de Carreteras MOPU1990 (5.2-IC)" és una norma orientada al correcte disseny d'una carretera i a garantir les seves condicions de servei. És per aquest motiu, i perquè les carreteres representen una de les principals interferències amb els espais fluvials, que s'ha adoptat com una base important dels conceptes que es desenvolupen, tot i que la seva aplicació no és garantia del bon funcionament ni de la preservació de l'espai fluvial.

Aquestes recomanacions estan en concordança amb la resta de criteris i recomanacions de l'Agència Catalana de l'Aigua i han de ser aplicades amb constant coherència amb les directrius que marquen sobre els aspectes compartits ("Recomanacions Tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local" (GT1, 2003), www.gencat.net/aca).

2. CÀLCULS HIDROLÒGICS I HIDRÀULICS

2.1. Criteris de càlcul hidrològic

El càlcul hidrològic consisteix en l'estimació del cabal de disseny. Per a aquest càlcul s'hauran d'utilitzar els mètodes proposats en les "Recomanacions Tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local" (GT1, 2003).

En els casos en que el cabal sòlid transportat per una avinguda és important, aquests sòlids densifiquen el flux, frenant-lo i donant lloc a calats superiors als que s'assolirien en cas de circular només aigua clara. En aquest cas, en el dimensionament de les infraestructures s'haurà de tenir en compte tant el transport líquid com el sòlid, en suspensió i flotants.

En particular, es considera necessari estudiar el cabal sòlid en cas d'existència de cons de dejecció i en les lleres amb pendents superiors al 3%. Per al càlcul del cabal sòlid es proposa consultar la publicació "Ingeniería de ríos" (J.P.Martín Vide, UPC 2002).

Les dades de cabals presentades en les PEF (Planificació d'Espai Fluvial) que l'Agència Catalana de l'Aigua hagi aprovat i fet públics en el moment de dissenyar la infraestructura que interfereix amb el curs fluvial objecte d'aquelles PEF, seran les dades de referència a utilitzar per a aquest disseny. En el cas que la PEF no estigui encara aprovada però ja es disposi de les dades hidrològiques i hidràuliques de detall, aquestes seran utilitzades com a referència per als càlculs específics de la infraestructura afectada.

2.2. Criteris de càlcul hidràulic

2.2.1. Introducció

El càlcul hidràulic permet estimar el comportament d'un curs fluvial a l'entorn de la infraestructura a analitzar, per comprovar i assegurar la capacitat de desguàs d'aquesta per al cabal de disseny, per dissenyar l'obra amb un resguard i un ample lliure que permetin assegurar aquest desguàs, fins i tot en cas d'arrossegaments, i per limitar la influència de l'obra tant aigua amunt com aigua avall.

El possible rabeig aigua amunt d'una infraestructura o la velocitat de l'aigua a la sortida de la mateixa poden modificar significativament l'abast d'una avinguda en el terreny i repercutir en

tots els béns i activitats que en ell es troben. Així, per tal que el disseny de les obres provoqui la mínima afecció possible cal realitzar l'anàlisi del comportament hidràulic de la llera sense la infraestructura a projectar o modificar i amb la implantació de la nova infraestructura, o amb la modificació proposada per a la infraestructura existent.

Per a estimar el comportament d'un curs fluvial per a un determinat cabal s'utilitzen habitualment models de simulació numèrica, com per exemple el model HEC RAS o el model MIKE 11. Ara bé, en funció del cabal de disseny i del risc de danys es poden utilitzar altres metodologies de càlcul simplificades.

En tot cas, l'anàlisi hidràulica de les infraestructures noves o existents a modificar es realitzarà d'acord amb les metodologies que s'exposen a continuació i tenint en compte per al seu disseny els condicionants relacionats amb els càlculs hidràulics que s'enumeren en cada cas.

Les metodologies i els condicionants descrits a continuació també s'ajusten en cada cas al disseny d'endegaments i cobertures de barrancs.

Per a les obres amb caràcter temporal s'aplicaran les mateixes metodologies, criteris i condicionants.

La "Instrucció 5.2-IC Drenaje superficial de Carreteras MOPU1990 (5.2-IC)" considera els danys a tercers catastròfics quan es dona la circumstància de risc de pèrdues de vides humanes o greus danys personals, o bé la d'afeccions a nuclis poblats o industrials. En el que segueix s'utilitza aquest concepte i la magnitud del cabal de disseny per definir els criteris de càlcul a seguir en cada cas.

2.2.2. Q500 \geq 200 m³/s o zona amb risc de danys catastròfics

Quan el cabal del curs d'aigua interceptat per la infraestructura a analitzar és superior a 200 m³/s per a un període de retorn de 500 anys o existeix risc de danys catastròfics s'haurà d'estudiar el comportament hidràulic a l'entorn de l'obra mitjançant un model matemàtic de règim gradualment variat com HEC-RAS o altres professionalment reconeguts per a aquest fi.

El treball amb models matemàtics requereix la definició de la geometria de la llera interceptada, de les planes d'inundació i de les estructures que interfereixen el flux; la definició d'una sèrie de coeficients (coeficients de pèrdues localitzades, coeficients de rugositat), i la definició d'unes condicions de contorn.

Les condicions de contorn, tant aigua amunt com aigua avall, poden referir-se a seccions determinants properes o a diferents referències en punts coneguts del traçat (ponts, aforaments, obres de drenatge, carreteres, camins, ressalts, embassaments,...). En cas de no trobar referències, es perllongarà el tram estudiat per tal de minimitzar el seu efecte en el tram objecte de l'estudi.

En qualsevol cas, cal fer l'anàlisi més complet possible de les característiques del tram d'estudi i justificar cadascun dels paràmetres i consideracions utilitzades per a la simulació, seguint els criteris establerts en la Guia Tècnica (GT1, 2003).

Tant les infraestructures de nova construcció com les existents a modificar hauran de garantir el desguàs del cabal de disseny, que per aquelles amb caràcter permanent correspon a l'associat a 500 anys de període de retorn i per a obres de caràcter temporal correspon a l'associat a 25 anys de període de retorn.

També es realitzarà l'anàlisi del comportament hidràulic de la llera en les condicions actuals, sense la infraestructura a projectar o modificar, i amb la implantació de la nova infraestructura, o

amb la modificació proposada per a la infraestructura existent, per poder acotar la sobreelevació que aquesta provoca.

Per a infraestructures de nova construcció, en general, la sobreelevació de la làmina d'aigua provocada per aquesta haurà de ser menor de 0,3 m respecte l'estat actual sense la infraestructura a projectar o modificar, per a l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn.

Si per les raons que siguin aquesta sobreelevació sobrepassa el límit de 0,30 m establert, s'haurà de justificar degudament l'absència d'afeccions a tercers o bé caldrà preveure mesures per evitar la inundació que es pot provocar, per exemple mitjançant la construcció d'una petita mota o augmentant l'amplada lliure de la infraestructura projectada.

Per a obres ja existents afectades pel projecte (ampliacions de tauler de ponts, perllongació d'obres de drenatge transversal, etc.), aquesta sobreelevació, en general haurà de ser menor de 0,5 m respecte la situació sense l'obra existent.

En aquells casos en que la infraestructura a implantar o existent a modificar es situï en zones inundables sensibles per a 500 anys de període de retorn en les condicions actuals, és a dir, amb afeccions clares a tercers, la sobreelevació com a conseqüència de la nova obra o de la modificació haurà de ser nul·la. En aquest cas, si es projecten les actuacions necessàries per resoldre la inundabilitat que afecta a tercers per a 500 anys de període de retorn es podrà aplicar el criteri general de 0,30 m de sobreelevació respecte la situació sense problemes d'inundació per a tercers.

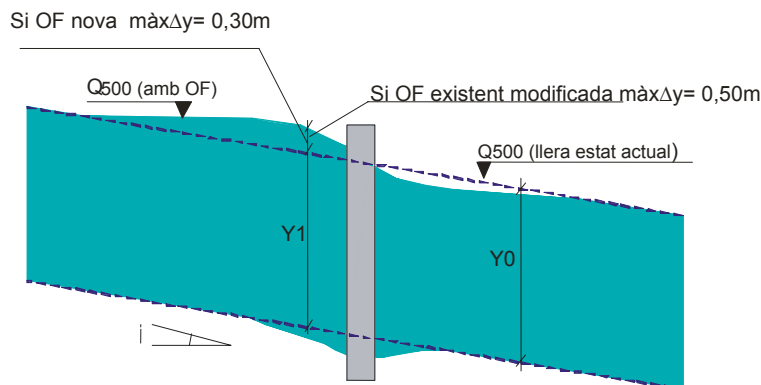


Fig. 1. Esquema sobreelevació a l'entrada de l'obra de drenatge.

El resguard lliure mínim entre el màxim nivell de la làmina d'aigua en l'interior de l'obra i la clau de la mateixa haurà de ser superior a 1 m per a l'avinguda de 500 anys de període de retorn i es comprovarà que la línia d'energia no toca la clau de l'obra, justificat perquè aquesta línia marca la màxima cota a la que poden arribar els flotants.

Aquest resguard lliure mínim s'haurà de mantenir en una longitud igual a l'amplada de la secció de la llera per on passa la major part del cabal i centrada amb aquesta.

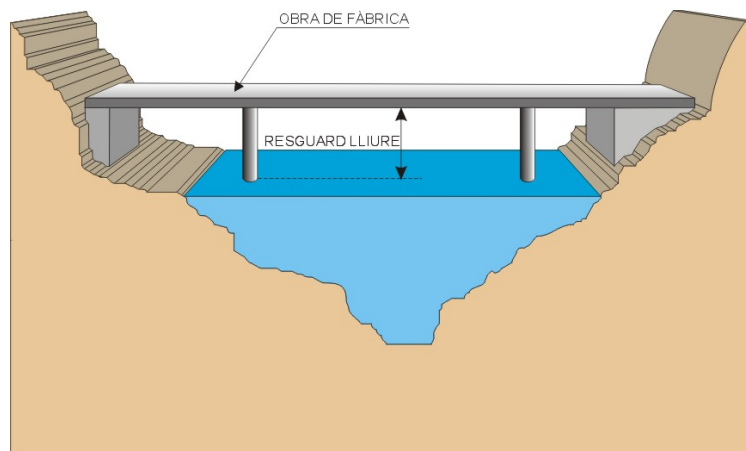


Fig. 2. Esquema Resguard lliure

Pel que fa als endegaments i cobertures de barrancs, la secció dels mateixos haurà d'assegurar, en general, una capacitat suficient per a desguassar l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn.

Per al endegaments caldrà assegurar un resguard mínim de 0,5 m entre la cota de la làmina d'aigua per aquesta avinguda i la coronació dels marges de la canalització per a l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn.

Per a cobertures, com en el cas d'obres de fàbrica i de drenatge, caldrà assegurar un resguard lliure mínim, entre el màxim nivell de la làmina d'aigua en l'interior de la cobertura i la clau de la mateixa, superior a 1 m per a l'avinguda de 500 anys de període de retorn, a més de comprovar que la línia d'energia no toca la clau de la cobertura. Per aquells casos en que les cobertures puguin entrar en càrrega, s'haurà de justificar i dimensionar adequadament. Es tindrà en compte i com a criteri de referència que es podria acceptar que la línia d'energia no superi la cota d'urbanització.

Pel que fa a la metodologia d'anàlisi hidràulica per a endegaments i cobertures, s'utilitzarà la descrita en aquest apartat quan el cabal de disseny és superior a $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.2.3. $200 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{500} \geq 50 \text{ m}^3/\text{s}$ i zona sense risc de danys catastròfics

En zones sense risc de danys catastròfics on el cabal d'avinguda associat a 500 anys de període de retorn és inferior a $200 \text{ m}^3/\text{s}$ i superior a $50 \text{ m}^3/\text{s}$, com en el cas anterior, per a l'anàlisi del comportament hidràulic a l'entorn de l'obra s'utilitzarà un model matemàtic de règim gradualment variat com HEC-RAS o altres professionalment reconeguts per a aquest fi. En aquest cas s'admetrà que la definició geomètrica del model sigui una simplificació.

En qualsevol cas, és necessari estudiar i justificar els paràmetres i les consideracions utilitzades en la simulació, seguint els criteris establerts en la Guia Tècnica (GT1, 2003).

Com en el cas anterior, tant les infraestructures de nova construcció com les existents a modificar hauran de permetre el desguàs del cabal de disseny, que per aquelles amb caràcter permanent correspon a l'associat a 500 anys de període de retorn i per a aquelles amb caràcter temporal correspon a l'associat a 25 anys de període de retorn.

Per acotar la sobreelevació provocada per la nova infraestructura o per la modificació proposada per a la infraestructura existent, cal realitzar l'anàlisi hidràulica de la llera en l'estat actual sense la infraestructura a projectar o modificar, i futur, en règim gradualment variat, mitjançant l'ús d'un model matemàtic, podent fer simplificacions de la geometria. En el seu cas, es consideraran les seccions determinants pròximes, com ara ponts, estrenyiments, assuts, etc...

La sobreelevació per a l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn haurà de ser menor de 0,3 m sobre el nivell actual sense la infraestructura a projectar o modificar, com a regla general. Si per les raons que siguin aquesta sobreelevació sobrepassa el límit de 0,30 m establert, s'haurà de justificar degudament l'absència d'afeccions a tercers o bé caldrà preveure mesures per evitar la inundació que es pot provocar, per exemple mitjançant la construcció d'una petita mota o augmentant l'amplada lliure de la infraestructura projectada. Com en el cas anterior, per a modificacions d'infraestructures existents aquesta sobreelevació haurà de ser, en general, menor de 0,5 m respecte la situació actual sense l'obra existent.

En aquells casos en que la infraestructura a implantar o existent a modificar es situï en zones inundables sensibles per a 500 anys de període de retorn en les condicions actuals, és a dir, amb afeccions clares a tercers, la sobreelevació com a conseqüència de la nova obra o de la modificació haurà de ser nul·la. En aquest cas, si es projecten les actuacions necessàries per resoldre la inundabilitat que afecta a tercers per a 500 anys de període de retorn es podrà aplicar el criteri general de 0,30 m de sobreelevació respecte la situació sense problemes d'inundació per a tercers.

D'altra banda, en el cas d'obres de pas, el resguard lliure mínim entre el màxim nivell de la làmina d'aigua en l'interior de l'obra i la clau de la mateixa, per a Q_{500} , serà superior a 0,5 m i es comprovarà que la línia d'energia no toca la clau de l'obra, justificat perquè aquesta línia marca la màxima cota a la que poden arribar els flotants.

Aquest resguard lliure mínim s'haurà de mantenir en una longitud igual a l'amplada de la secció de la llera per on passa la major part del cabal i centrada amb aquesta.

Pel que fa als endegaments i cobertures de barrancs, la secció dels mateixos haurà d'assegurar, en general, una capacitat suficient per a desguassar l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn i un resguard mínim de 0,5 m entre la cota de la làmina d'aigua per aquesta avinguda i la coronació dels marges de la canalització o la clau de l'obra de cobertura. En els cas de cobertures, a més, es comprovarà que la línia d'energia no toca la clau de la mateixa. Per aquells casos en que les cobertures puguin entrar en càrrega, s'haurà de justificar i dimensionar adequadament. Es tindrà en compte i com a criteri de referència que es podria acceptar que la línia d'energia no superi la cota d'urbanització.

Pel que fa a la metodologia d'anàlisi hidràulica per a endegaments i cobertures, s'utilitzarà la descrita en aquest apartat quan el cabal de disseny és superior a $50 \text{ m}^3/\text{s}$ i inferior a $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

També en aquest cas caldrà fer l'anàlisi més completa possible de les característiques del tram d'estudi i justificar cadascun dels paràmetres i consideracions utilitzades per al càlcul.

2.2.4. $50 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{500} \geq 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i zona sense risc de danys catastròfics

En zones sense risc de danys catastròfics on el cabal d'avinguda associat a 500 anys de període de retorn és inferior a $50 \text{ m}^3/\text{s}$ i superior a $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$, per a l'anàlisi del comportament hidràulic a l'entorn de l'obra, a més de la modelització esmentada en l'apartat anterior es podrà utilitzar la metodologia que s'exposa a la Instrucció de Carreteres 5.2-IC, tot i que quan el règim hidràulic és ràpid proporciona resultats més conservadors que fent servir un model en règim gradualment variat. En qualsevol cas, és necessari estudiar i justificar els paràmetres i les consideracions utilitzades en el càlcul.

Com en el cas anterior, tant les infraestructures de nova construcció com les existents a modificar hauran de permetre el desguàs del cabal de disseny, que per aquelles amb caràcter permanent correspon a l'associat a 500 anys de període de retorn.

La sobreelevació per a l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn haurà de ser menor de 0,3 m sobre el nivell actual, com a regla general. Si per les raons que siguin aquesta sobreelevació sobrepassa el límit de 0,30 m establert, s'haurà de justificar degudament l'absència d'afeccions a tercers o bé caldrà preveure mesures per evitar la inundació que es pot provocar, per exemple mitjançant la construcció d'una petita mota o augmentant l'amplada lliure de la infraestructura projectada. Com en el cas anterior, per a modificacions d'infraestructures existents aquesta sobreelevació haurà de ser, en general, menor de 0,5 m respecte la situació sense l'obra existent.

En aquells casos en que la infraestructura a implantar es situï en zones inundables sensibles per a 500 anys de període de retorn en les condicions actuals, és a dir, amb afeccions clares a tercers, la sobreelevació com a conseqüència de la nova obra haurà de ser nul·la. En aquest cas, si es projecten les actuacions necessàries per resoldre la inundabilitat que afecta a tercers per a 500 anys de període de retorn es podrà aplicar el criteri general de 0,30 m de sobreelevació respecte la situació sense problemes d'inundació per a tercers.

Per altra banda, en el cas d'obres de pas el resguard lliure mínim entre el màxim nivell de la làmina d'aigua en l'interior de l'obra i la clau de la mateixa, per a Q_{500} , serà superior a 0,5 m i es comprovarà que la línia d'energia no toca la clau de l'obra, justificat perquè aquesta línia marca la màxima cota a la que poden arribar els flotants.

Aquest resguard lliure mínim s'haurà de mantenir en una longitud igual a l'amplada de la secció de la llera per on passa la major part del cabal i centrada amb aquesta

També en aquest cas caldrà fer l'anàlisi més completa possible de les característiques del tram d'estudi i justificar cadascun dels paràmetres i consideracions utilitzades per al càlcul, seguint els criteris establerts en la Guia Tècnica (GT1, 2003).

Pel que fa als endegaments i cobertures de barrancs, la secció dels haurà d'assegurar, en general, una capacitat suficient per a desguassar l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn i un resguard mínim de 0,5 m entre la cota de la làmina d'aigua per aquesta avinguda i la coronació dels marges de la canalització o la clau de l'obra de cobertura. En els cas de cobertures, a més, es comprovarà que la línia d'energia no toca la clau de la mateixa. Per aquells casos en que les cobertures puguin entrar en càrrega, s'haurà de justificar i dimensionar adequadament. Es tindrà en compte i com a criteri de referència que es podria acceptar que la línia d'energia no superi la cota d'urbanització.

Pel que fa a la metodologia d'anàlisi hidràulica per a endegaments i cobertures, pel que fa a la metodologia d'anàlisi, s'utilitzarà la descrita en aquest apartat quan el cabal de disseny és superior a $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i inferior a $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.2.5. $Q_{500} \leq 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i zona sense risc de danys catastròfics

Com en els casos anteriors, tant les infraestructures de nova construcció com les existents a modificar hauran d'assegurar el desguàs del cabal de disseny, que per aquelles amb caràcter permanent correspon a l'associat a 500 anys de període de retorn.

En general no serà estrictament necessària una anàlisi hidràulica de les condicions inicials de la llera natural, no obstant, s'haurà de justificar que la sobreelevació de l'aigua provocada per la

nova infraestructura o per la modificació proposada per a la infraestructura existent no afecta a tercers.

3. AMPLADA LLIURE

El Sistema Hídric (SH) és la zona de l'espai fluvial necessària per a preservar el règim de corrents en cas d'avinguda en tant que és una zona amb elevat risc d'inundacions. És una zona imprescindible per al riu en tant que vehiculadora del flux d'aigua en avinguda i, alhora, de relació mediambiental amb la resta d'elements naturals. El Sistema Hídric té com a referència la franja delimitada per la línia d'inundació de l'avinguda associada a 100 anys de període de retorn.

L'amplada lliure necessària és la que permet donar continuïtat al Sistema Hídric sota les infraestructures que travessen el curs fluvial i la que permet que circuli el major volum d'aigua amb velocitat apreciable en cas d'avinguda, configurant així la zona de preservació del règim de corrents. Respectar aquesta amplada permet el funcionament eficient del corredor biològic al voltant del curs fluvial i permet evitar que objectes arrossegats per una avinguda obstrueixin el pas de l'aigua.

L'amplada lliure necessària pot considerar-se com l'ocupada per l'avinguda de 100 anys de període de retorn on el flux té una velocitat igual o superior a 0,5 m/s i per tant, és la zona vehiculadora de pràcticament tot el cabal.

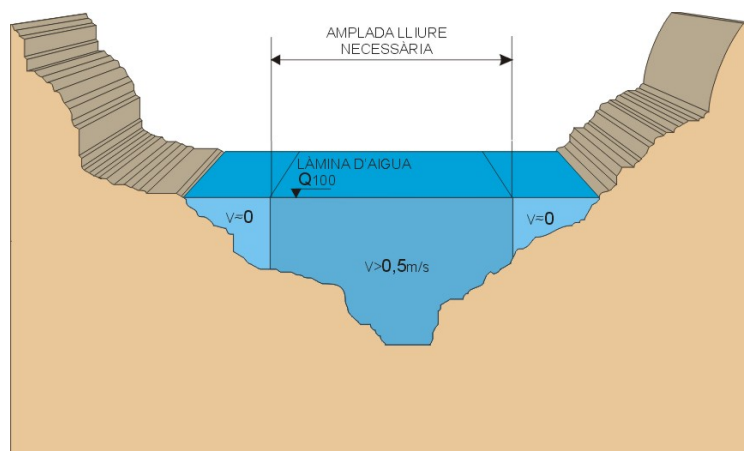


Fig. 3. Amplada lliure necessària

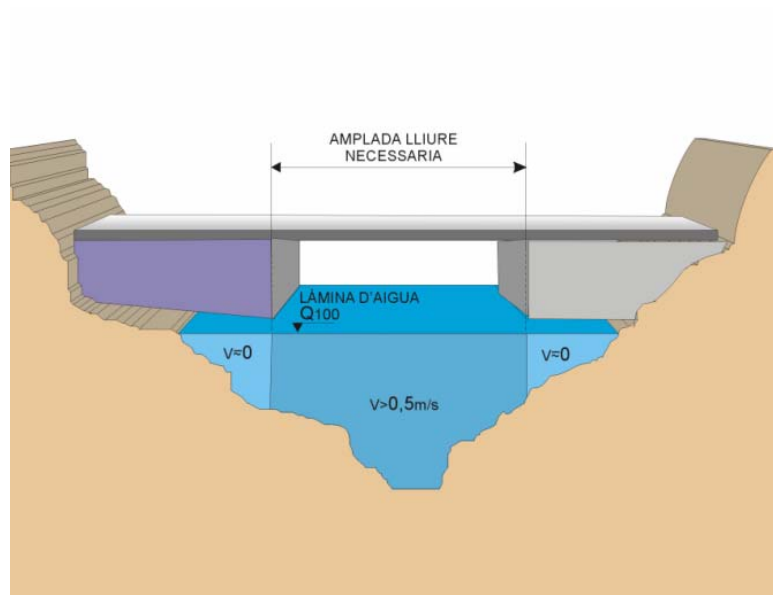


Fig. 4. Respecte de l'amplada lliure necessària per part d'estreps

Així doncs, el disseny de qualsevol infraestructura que dona continuïtat a un curs fluvial haurà de tenir una llum lliure mínima entre estreps que respecti la continuïtat del Sistema Hídric, per tant, que respecti l'amplada lliure necessària.

En el cas de ponts i viaductes amb piles intermèdies, a més de respectar l'amplada lliure necessària per part dels estreps, aquesta limitació equival a la no ocupació d'aquesta amplada per part de les piles.

Donada la dificultat constructiva que pot representar en alguns casos la condició de respectar-la, en els casos en que això no sigui possible caldrà justificar-ho suficientment. En qualsevol cas, la distribució de les piles haurà de perseguir el màxim respecte possible a aquella amplada i evitar l'emplaçament de les mateixes en punts amb risc de patir problemes d'erosió o despreniment (talussos molt verticals, ..), o bé que doni lloc a vànols d'amplada petita entre pila i estrep, creant zones de turbulències.

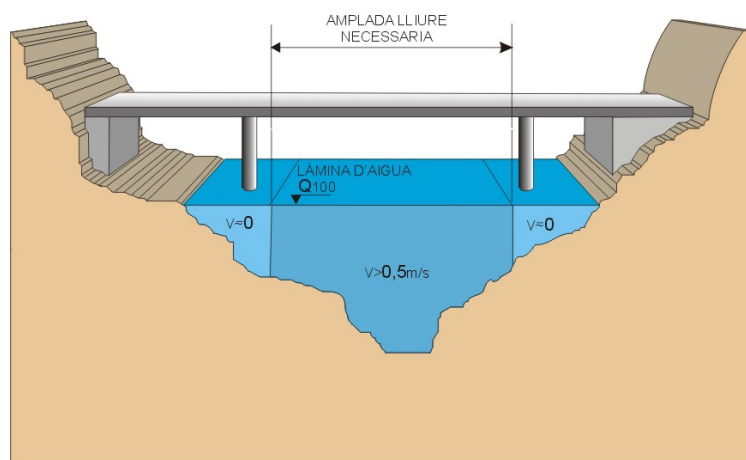


Fig. 5. Respecte de l'amplada lliure necessària en el cas de ponts i viaductes amb piles intermèdies.

En tot cas, si es justifica que no és possible respectar l'amplada lliure necessària, i si aquesta superés els 45 m, en general s'acceptaran separacions mínimes entre piles de 45 m, que mesurades sobre la projecció en planta d'aquestes en la perpendicular al flux resultin com a mínim de 35 m.

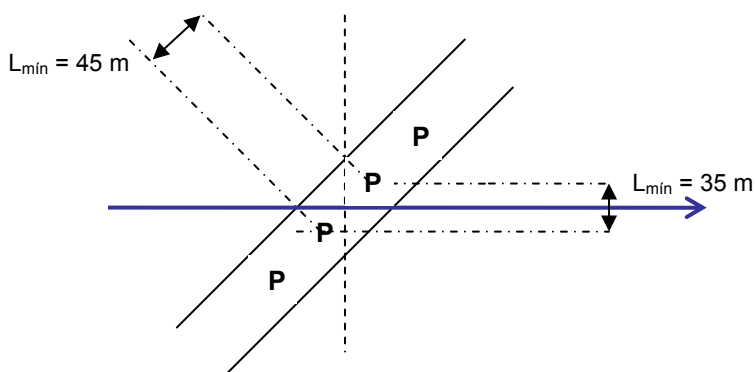


Fig. 6. Distància mínima entre piles sobre la projecció en planta en la perpendicular al flux

4. DISSENY DE LES INFRAESTRUCTURES

4.1. Introducció

En aquest apartat es presenten recomanacions que cal tenir en compte en el disseny de qualsevol infraestructura que interfereix amb un curs fluvial, que no van lligades a un càlcul hidràulic i que tenen com a objectiu assegurar el correcte manteniment de l'obra i minimitzar les afectacions aigua amunt i aigua avall d'aquesta, ja sigui per soscavació, sedimentació, inundació, etc.,

Aquestes recomanacions es presenten concretades per a diferents tipologies d'infraestructures que interfereixen amb un curs fluvial.

4.2. Disseny de ponts i viaductes

En el disseny de ponts i viaductes s'ha de tenir en compte els següents aspectes:

- Els pilars de sustentació de les obres de fàbrica tindran en el seu parament d'aigua amunt formes hidrodinàmiques, amb l'objectiu d'evitar l'acumulació de materials flotants, i se situaran en el sentit dels corrents d'aigua.
- Les cotes de fonamentació dels pilars i estreps estaran justificades d'acord amb la geotècnia i els càlculs d'erosió, transitòria i a llarg termini, local i general, en la llera.
- Els pilars i estreps es protegiran adequadament front les erosions, justificant-se el dimensionament d'aquestes proteccions. Aquestes proteccions en cap cas suposaran una disminució de la secció efectiva de desguàs i, en general, no tenen perquè estendre's per tot el llit de la llera.
- Per als casos en què la llera d'un curs fluvial no tingui prou capacitat per a una avinguda de 500 anys de període de retorn, i es produeixi una inundació dels terrenys

confrontants, caldrà fer una anàlisi de l'efecte del terraplens d'aproximació a l'estructura en la inundabilitat de la zona, especialment en zones molt planeres. En els casos en què s'intercepti la inundació, el criteri a adoptar és el de garantir la permeabilitat dels terraplens mitjançant la col·locació de tubs o arcs. Aquesta mesura ha de permetre reduir la sobrelevació que poden provocar cap a l'aigua amunt aquests terraplens i, per tant, evitar un augment de la superfície inundable. Atès que la velocitat de l'aigua en les planes d'inundació és petita, aquestes obres de pas només han de complir les dimensions mínimes exigides a les obres de drenatge menor per qüestions de manteniment.

- Per als casos en què un curs d'aigua es trobi constret en zona urbana o hi hagi un endegament fet per l'administració hidràulica, en tots dos casos amb capacitat insuficient per a l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn i sense possibilitat raonable d'ampliació, el disseny d'un pont o viaducte de nova construcció haurà de permetre una capacitat de desguàs superior a la del curs d'aigua o de l'endegament existent.
- Per als casos en què la llera d'un curs fluvial no tingui prou capacitat per a una avinguda de 500 anys de període de retorn i hi hagi previsió d'endegar-la o d'ampliar l'endegament existent (per exemple en zones urbanes), l'emplaçament dels estreps d'un pont o viaducte de nova construcció haurà de preveure aquest possible endegament.

4.3. Disseny d'obres de drenatge menors

S'entén per obres de drenatge menors aquelles obres de drenatge transversal la secció de les quals està lligada més directament a dotar de capacitat i que generalment disposen de solera. El seu disseny considera tipus d'embocadura, sistemes de reducció d'aterraments i d'erosions a la seva entrada i sortida, que demostrin la seva vinculació directa amb la capacitat de desguàs.

En el disseny d'aquestes obres de drenatge menors, a més de considerar aquells aspectes associats a càlculs hidràulics que s'han exposat en punts anteriors, cal tenir en compte el següent:

- Totes les obres de drenatge menors han de ser visitables i han de permetre l'accés i sortida de la maquinària adequada per a la neteja. Amb aquest objectiu, les dimensions interiors no seran inferiors a $\varnothing 2$ m en les seccions circulars i 2×2 m² en les rectangulars, encara que impliqui que la solera quedi per sota del nivell de la llera. Quan $Q_{500} \leq 3$ m³/s, s'acceptaran diàmetres inferiors, sempre i quan es projectin unes seccions que garanteixin el desguàs i l'absència de risc d'aterrament. En aquests casos les dimensions s'hauran d'ajustar, com a mínim, al que marca la 5.2-IC en funció de la longitud de l'obra.
- En cas que el volum interior de l'obra de drenatge menor sigui superior o igual a 250 m³ es facilitarà l'accés i sortida de la maquinària adequada per a la neteja, respectant al màxim la vegetació de ribera i les condicions naturals de la llera.
- Les obres de drenatge menor no podran tenir una geometria multicel·lular (bicel·lulars, tricel·lulars, etc), justificat perquè aquest disseny interfereix l'ample de llera per on circula la major part del cabal d'una avinguda, perquè afavoreix el risc d'acumulació de materials arrossegats en els hastials intermitjos, disminuint la seva capacitat de desguàs, i perquè dificulta el manteniment.
- Les entrades i sortides de l'obra de drenatge es protegiran front les erosions, justificant-se el dimensionament i la fonamentació d'aquestes proteccions.

- En lleres de perfil estable, el perfil de l'obra de drenatge s'haurà d'ajustar, en la mesura que sigui possible, al de la llera, excepte en cas de rectificacions menors, ja que qualsevol discontinuïtat pot comprometre la seva estabilitat.
- Per als casos en què les infraestructures projectades intercepten conques difuses en zones planeres, actuant com a barreres (carreteres en terraplè, línies de ferrocarril, etc.), es projectaran obres de drenatge menors amb l'objectiu de garantir la permeabilitat i reduir la sobreelevació que poden provocar aquestes barreres aigua amunt. Aquestes obres es dimensionaran per desguassar el cabal associat a 500 anys de període de retorn per a la conca associada a l'obra de drenatge.

En aquestes zones planeres, per tal de conduir l'aigua interceptada per la infraestructura cap a l'obra de drenatge i evitar un augment de la inundació que es dona abans de la construcció de la infraestructura, es projectaran cunetons de transport, dimensionats, com a mínim, pel cabal associat a 100 anys de període de retorn. En cas que l'efecte barrera del terraplè projectat impliqui l'afecció de béns o d'activitats situats aigua amunt, aquests cunetons de transport es dimensionaran per a desguassar l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn. Cal tenir en compte que el cabal de disseny d'aquests cunetons no contempla tot el cabal drenat per la conca, sinó que va augmentant al apropar-se a l'OD.

Excepte en el cas en que aquelles obres de drenatge projectades aboquin en cursos d'aigua ja definits, serà necessari dissenyar algun sistema que eviti que l'aigua concentrada en l'OD creï un nou curs d'aigua aigua avall. Una possibilitat és completar el sistema de drenatge projectat amb la construcció d'uns cunetons de distribució situats aigua avall de les obres de drenatge, per tal que l'aigua es distribueixi en tota la seva longitud i, un cop superada la cota de coronació dels mateixos, l'aigua sobreixi creant un escorrentiu difús similar al que es dona abans de la construcció de la infraestructura.

El dimensionament d'aquests cunetons de distribució no respon a un cabal de disseny concret, sinó que el seu disseny ha d'afavorir el repartiment de l'aigua en tota la seva longitud. Si és possible, longitudinalment aquests cunetons hauran de tenir un pendent des del punt d'entrada d'aigua cap a cunetes o recs existents, afavorint el desguàs i evitant que quedi aigua embassada en els cunetons. A la sortida de les obres de drenatge transversal que connectin amb aquests cunetons de distribució es construirà un petit bol esmorteïdor protegit amb escullera, amb la finalitat de disminuir la velocitat de l'aigua que entra en el cunetó i afavorir la distribució lateral en tota la longitud del mateix. En cada cas, l'autor del projecte haurà d'analitzar l'aplicabilitat d'aquesta solució i el disseny més adequat.

- En general, totes les obres de drenatge menors es projectaran de manera que les aigües siguin conduïdes als cursos de drenatge i escorrentiu existents del terreny, adoptant les mesures adients de protecció contra l'erosió d'aquestes lleres i els seus marges. En els casos en què això no sigui possible, caldrà estudiar la possibilitat de construir un cunetó de distribució aigua avall de l'obra de drenatge, que, com en el cas anterior, permeti que l'aigua es distribueixi en tota la seva longitud i, un cop superada la cota de coronació del mateix, l'aigua sobreixi creant un escorrentiu difús com el que es dona abans de la construcció de l'obra de drenatge. La construcció d'aquest cunetó ha de permetre evitar la creació d'un nou curs d'aigua.

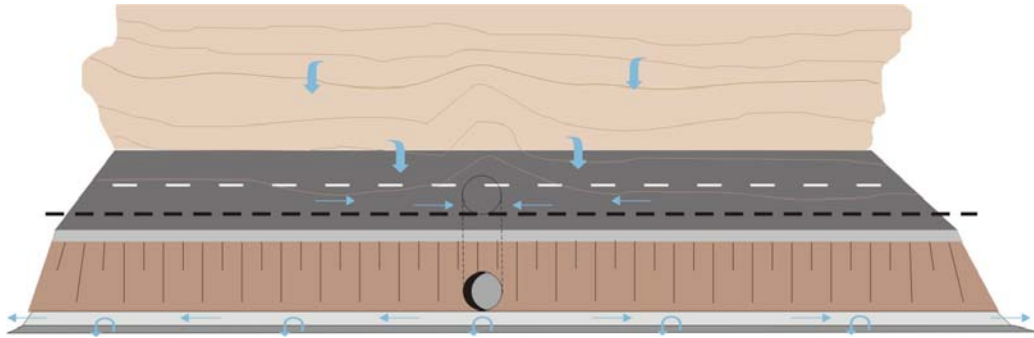


Fig. 7. Solució proposada per a la sortida d'una obra de drenatge transversal en un punt on no existeix un curs d'aigua.

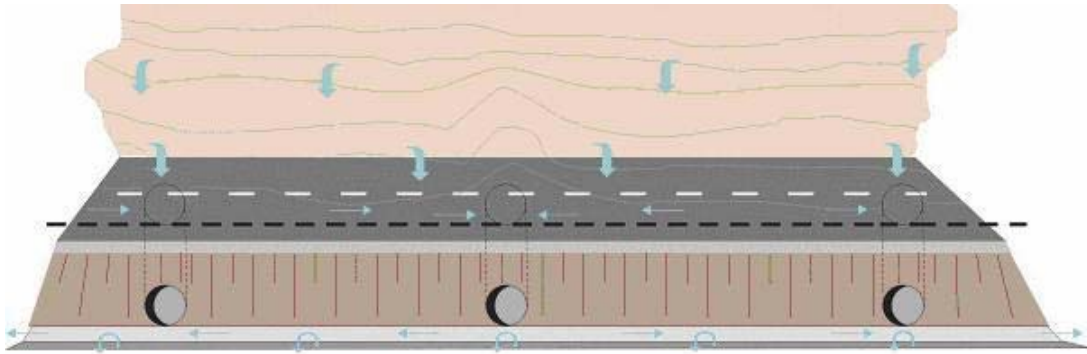


Fig. 8. Solució proposada per a zones planeres i àmplies, amb més d'un punt de sortida per tal de dotar de permeabilitat al terraplè.

- No es projectaran reixes a les entrades de les obres de drenatge menors.
- Per als casos en què un curs d'aigua es trobi constret en zona urbana o hi hagi un endegament fet per l'administració hidràulica, en tots dos casos amb capacitat insuficient per a l'avinguda associada a 500 anys de període de retorn i sense possibilitat raonable d'ampliació, el disseny d'una obra de drenatge de nova construcció haurà de permetre una capacitat de desguàs superior a la del curs d'aigua o de l'endegament existent.
- Per als casos en què la llera d'un curs fluvial no tingui prou capacitat per a una avinguda de 500 anys de període de retorn i hi hagi previsió d'endegar-la o d'ampliar l'endegament existent (per exemple en zones urbanes), l'emplaçament de les testeres d'una obra de drenatge de nova construcció haurà de preveure aquest possible endegament.

En publicacions com la "Instrucció 5.2-IC Drenaje superficial de Carreteras MOPU1990 (5.2-IC)" es poden trobar altres consideracions que poden completar les exposades en aquest document.

4.4. Modificacions en obres de drenatge menors, ponts i viaductes existents

El disseny de qualsevol modificació que afecti la geometria d'obres de drenatge menors, ponts o viaductes existents s'haurà de fer tenint en compte els següents aspectes:

- En el cas que una obra de drenatge menor existent es vegi afectada per una modificació de la seva geometria (ampliació, perllongació, etc.), aquesta haurà de complir les recomanacions de càlcul hidrològiques i hidràuliques, i de dimensions mínimes que s'exposen en aquest document, encara que això impliqui una substitució de l'obra existent. Es considera una excepció les obres de drenatge menors amb una secció circular de diàmetre 1,8 m o superior, i amb capacitat suficient per desguassar l'avinguda de 500 anys de període de retorn. En aquest últim cas es podrà realitzar la perllongació de l'obra amb la mateixa secció que l'existent.
- Es podrà realitzar la perllongació d'obres de drenatge menors amb una geometria multicel·lular (bicel·lulars, tricel·lulars, etc), mantenint la geometria de l'obra existent, sempre i quan s'asseguri una capacitat de desguàs suficient per a l'avinguda de 500 anys de període de retorn, tenint en compte la restricció al desguàs dels hastials.
- Per al cas d'un pont existent sense capacitat per a cabals associats a 500 anys de període de retorn, es podrà realitzar una ampliació de la plataforma per a pas peatonal o de bicicletes sempre i quan es realitzi pel costat aigua avall del curs d'aigua i sigui d'una amplària màxima de 2 m. En aquests casos es preveurà un sistema d'alerta en avingudes.
- Es podrà realitzar qualsevol ampliació de plataforma d'un pont existent per a pas de trànsit de vehicles a motor sempre i quan quedi garantida la capacitat d'aquest per a una avinguda de 500 anys de període de retorn, i es garanteixi un resguard lliure mínim d'1 m i una sobrelevació màxima de 0,5 m, en lloc dels 0,3 m establerts per a l'obra nova.
- Qualsevol modificació de la geometria d'un pont que afecti a la seva fonamentació s'haurà de justificar d'acord amb la geotècnia i els càlculs d'erosió, transitòria i a llarg termini, local i general, en la llera.

4.5. Disseny d'obres de drenatge transversal i obres de fàbrica en camins rurals

Els següents criteris només es consideraran d'aplicació quan els camins afectats es trobin en zones on una possible inundació provocada per la falta de capacitat de desguàs de l'obra no impliqui afeccions a zones urbanitzades o industrials properes, o bé a una carretera o línia de ferrocarril. Per tant, queden exclosos els camins de servei que recorren paral·lels a carreteres o línies de ferrocarril.

Tenint en compte l'amplada del camí, el disseny de les obres de drenatge noves o existents a modificar es realitzarà amb un cabal de disseny i uns condicionants que es descriuen a continuació.

4.5.1. Amplada camí \leq 4m

Quan l'amplada del camí rural objecte d'estudi sigui inferior o igual a 4m, per al disseny de l'obra de drenatge es consideren vàlids els criteris que s'exposen en la Instrucció 5.2-IC.

Tot i que els guals inundables no són la tipologia d'obra més adequada des del punt de vista hidràulic, atès que aquests camins sovint corresponen a accessos a finques, s'acceptarà la seva construcció, sempre i quan s'ajustin al que s'exposa en el punt 3.6 d'aquest document.

4.5.2. 4m < Amplada camí < 6m

En el cas de camins rurals amb una amplada superior a 4m i inferior a 6m, tant les obres de drenatge de nova construcció com les existents a modificar hauran de permetre el desguàs del cabal associat a 100 anys de període de retorn.

Amb l'objectiu de permetre l'accés per a la seva neteja, en les seccions circulars les dimensions interiors no seran inferiors a $\varnothing 1,8$ m i $1,80 \times 1,80$ m² en les rectangulars. Quan $Q_{500} \leq 3$ m³/s, s'acceptaran diàmetres inferiors, sempre i quan es projectin unes seccions que garanteixin el desguàs i l'absència de risc d'aterrament. En aquests casos les dimensions s'hauran d'ajustar, com a mínim, al que marca la 5.2-IC en funció de la longitud de l'obra.

En les zones molt planeres on els camins es troben en zones inundables, caldrà senyalitzar degudament en ambdós extrems, indicant la inundabilitat del mateix. Atès que aquests camins són competència de l'Administració local, aquesta haurà de preveure la gestió del risc en cas d'avinguda, així com assegurar el manteniment de la senyalització i de les obres de drenatge .

4.5.3. Amplada camí > 6m

Quan l'amplada del camí rural objecte d'estudi sigui igual o superior a 6m, el cabal de disseny de les obres de drenatge transversal i les obres de fàbrica serà l'associat a 500 anys de període de retorn, i per al disseny es consideren vàlides les recomanacions exposades en el punt 3.3 d'aquest document, excepte pel que fa a les dimensions mínimes.

Pel que fa a les dimensions mínimes, com en el cas anterior, en les seccions circulars les dimensions interiors no seran inferiors a $\varnothing 1,8$ m i $1,80 \times 1,80$ m² en les rectangulars. Quan $Q_{500} \leq 3$ m³/s, s'acceptaran diàmetres inferiors, sempre i quan es projectin unes seccions que garanteixin el desguàs i l'absència de risc d'aterrament. En aquests casos les dimensions s'hauran d'ajustar, com a mínim, al que marca la 5.2-IC l'en funció de la longitud de l'obra.

4.6. Guals inundables

La construcció de guals mitjançant l'ús de tubs o calaixos només és admissible per als casos en què circuli aigua per la llera durant més del 80 % dels dies de l'any. Per a la resta de casos només s'admetrà la construcció de guals que no s'elevin significativament per sobre el perfil de la llera, limitant l'actuació a una fixació del fons en aquell punt.

Essent l'objectiu d'un gual inundable permetre el pas d'avingudes ordinàries i no resultar un obstacle per a avingudes majors, el dimensionament dels guals que inclouen tubs o calaixos es farà amb les dimensions mínimes necessàries per permetre el pas del cabal ordinari.

La situació i tipologia constructiva del gual no ha de posar en perill els marges en cas d'avinguda, preveient, si fos necessari, la protecció dels mateixos.

El gual estarà degudament senyalitzat en ambdós extrems, indicant la inundabilitat del mateix. En cas d'alerta d'avingudes es preveurà la gestió del risc per part de l'entitat peticionària de la infraestructura.

Quan un gual tingui caràcter provisional caldrà garantir que aquest serà destruït un cop finalitzada l'obra, retirades completament les restes del mateix i restaurades les condicions inicials de la llera i dels marges.

4.7. Encreuament de conduccions sota lleres

4.7.1. Introducció

Sovint les lleres fluvials s'utilitzen com a corredors d'infraestructures que discorren enterrades, com ara oleoductes, gasoductes, canonades d'abastament d'aigua, col·lectors d'aigües residuals, etc. En tots els casos en què aquest traçat sigui imprescindible és necessari tenir en compte una sèrie de criteris de disseny per tal d'evitar danys en la infraestructura i alteracions o modificacions en la llera i l'ecosistema associat.

Una fallida en aquestes conduccions, si transporten substàncies contaminants com ara aigua residual, gas natural, petroli o altres productes industrials, pot donar lloc a riscos greus per a les persones, la fauna i la flora.

Per altra banda, el fet que una conducció que travessa transversalment la llera quedi descoberta implica que aquesta actuï com un obstacle transversal, desenvolupant una erosió per caiguda de l'aigua en el salt que provoca.

En cas que es tracti d'un creuament aeri, els criteris a aplicar seran els mateixos que per a un pont (capacitat de desguàs, resguard lliure, sobrelevació, etc.)

No és recomanable la instal·lació de conduccions per sota de lleres en el sentit longitudinal, tret que es demostrï que no existeix una via de traçat alternatiu.

4.7.2. Soscavació

Un dels aspectes a tenir en compte en el disseny del creuament sota una llera, és la soscavació. El trencament de la canonada es pot produir, tant per quedar aquesta al descobert com per una erosió del material al·luvial sobre el que s'assenta.

En aquest sentit, la clau o el punt més alt de la canonada haurà d'estar per sota la cota d'erosió general transitòria corresponent a una avinguda de període de retorn de 500 anys. A aquesta erosió caldrà sumar-li les eventuais erosions locals. Si la canonada transporta substàncies inflamables o perilloses, la profunditat de la coronació que resulta dels càlculs d'erosió es multiplicarà per un coeficient de seguretat no inferior a 1,2.

Per al cas en què es vulgui disminuir el risc de trencament de la canonada protegint-la mitjançant blocs d'escullera o formigó, es recomana que aquests materials quedin enterrats per sota el llit natural del riu, a una profunditat igual o superior a l'afectada per l'erosió general transitòria, i per l'erosió general a llarg termini associada al període de retorn de 500 anys.

4.7.3. Flotació

Per al cas en què la canonada pugui quedar situada sota el nivell freàtic, caldrà preveure el travament de la mateixa per evitar la flotació del conducte i el possible trencament.

Com en el cas anterior, aquest travament haurà de quedar enterrat per sota el llit natural del riu, a una profunditat igual o superior a l'afectada per l'erosió general transitòria, i per l'erosió general a llarg termini del període de retorn fixat.

4.7.4. Pous de registre

Abans i després del creuament es disposaran pous de registre, a una distància de la llera que tingui en compte un possible endegament. En cap cas es disposaran pous de registre dins de la llera.

4.8. Endegaments i cobertures de barrancs

4.8.1. Introducció

L'adequació hidràulica d'un curs fluvial és qualsevol arranjament o intervenció en un tram de llera que és en sí mateix l'objecte primordial de l'actuació. Queden excloses d'aquesta definició les obres d'aprofitament del riu (del cabal de riu, dels materials solts de la llera i de l'espai del riu) i les obres d'infraestructures que interfereixen amb el riu (viària o de serveis). Entre els objectius d'una adequació hidràulica destaquen la defensa front inundacions, la defensa dels marges del riu, la millora de la capacitat de desguàs, l'estabilització de la llera, la formació d'un canal navegable i la restauració dels valors naturals d'un riu ("Ingeniería de ríos", J.P.Martín Vide, UPC 2002).

Atesos els inconvenients que poden derivar-se d'aquest tipus d'actuació (alteració o transformació del medi), únicament es realitzarà una adequació hidràulica i/o una cobertura quan aquesta actuació estigui suficientment justificada.

En aquest tipus d'actuació és important conèixer el riu i la seva conca, en particular la seva geometria hidràulica, el seu estat d'equilibri, el seu règim hidrològic i d'avingudes, i, en certs casos, el seu transport sòlid, per tal de respectar al màxim els fenòmens naturals que en ell es produeixen i preveure els efectes de l'adequació hidràulica per tal de minimitzar-los.

4.8.2. Recomanacions per al disseny

El disseny d'una adequació hidràulica s'haurà de fer tenint en compte els següents aspectes:

- Els llits en general no seran revestits per tal de respectar al màxim els fenòmens naturals d'erosió i sedimentació que es produeixen en el fons dels rius, i per tant el seu equilibri. Només es revestiran en zones urbanes en que sigui necessari augmentar la capacitat de desguàs de la secció hidràulica existent.
- La forma i el traçat adoptats hauran de justificar la no erosionabilitat del llit, excepte en el cas que aquest estigui revestit, així com el fet que no es produeixin sedimentacions que puguin reduir la capacitat hidràulica de la secció proposada per a avingudes posteriors. En qualsevol cas, s'haurà de tenir en compte la realització de tasques de neteja selectiva periòdiques, per garantir la màxima capacitat de desguàs.
- El disseny interior haurà de ser adequat des del punt de vista hidràulic, sense obstacles sobresortints de les parets o fonamentacions, corbes de petit radi o brusques, rugositat dels materials, etc.,
- Si el disseny de l'endegament o cobertura considera la construcció d'esglaons per dissipar energia, si aquests es troben en el camí d'accés a punts de l'interior de l'endegament o cobertura, caldrà dissenyar rampes a l'altura de les rodes dels vehicles de neteja per tal de permetre'ls salvar aquests esglaons.
- Seran visitables. Per a la qual cosa s'exigirà que les dimensions interiors "útils" no siguin inferiors a $2 \times 2 \text{ m}^2$. En el cas de cobertures de fins a 5 m d'amplada, s'hauran de construir pous de registre de dimensions interiors no inferiors a $2 \times 2 \text{ m}^2$ aproximadament cada 200 m. Per a cobertures amb una amplada $> 5 \text{ m}$ aquests pous de registre hauran de tenir unes dimensions interiors no inferiors a $4 \times 4 \text{ m}^2$.

- En cas d'una solera no revestida, la velocitat màxima assolible per l'aigua dependrà de la erosionabilitat del terreny natural. Quan es tracti d'una solera revestida, tot i que la velocitat màxima dependrà del tipus de material utilitzat, en general no s'acceptaran velocitats superiors a 5 m/s. Per a poder acceptar velocitats superiors s'haurà de justificar adequadament la no erosionabilitat dels materials de revestiment i la no cavitació de l'aigua.
- Es desaconsella, en general, la cobertura de cursos d'aigua amb acer corrugat, atesa la dificultat de neteja interior mecanitzada. Si en casos justificats es decideix emprar aquesta tipologia, la velocitat de l'aigua en avinguda no superarà els 5 m/s.

4.8.3. Obres complementàries

Tot i que el càlcul de la secció s'ha de realitzar per a la màxima avinguda, cal tenir en compte que per a avingudes inferiors probablement també es produirà un transport de sòlids a velocitats baixes, inferiors a la que genera el transport de fons i de suspensió, i que aquest fet pot donar lloc a la formació de dipòsits de sediments a l'interior de la canalització.

En el disseny de les canalitzacions i de les cobertures es consideraran els següents elements complementaris, que no s'han de considerar excloents:

- Construcció d'un canal d'aigües baixes a l'adequació hidràulica, a fi d'evitar sedimentacions en avingudes ordinàries. A la resta de la secció es pot considerar la seva utilització per a usos de lleure.
- Construcció de desarenadors a l'entrada de la canalització o cobertura, o dipòsits de sòlids a la conca, amb capacitat d'emmagatzemar el volum de sòlids transportat per la màxima avinguda. Caldrà preveure, en el disseny i l'explotació, la neteja d'aquestes estructures després de cada avinguda.
- Construcció d'elements que permetin la retirada de sòlids flotants aigua amunt de la canalització realitzada, com a element complementari dels dipòsits de sòlids esmentats en l'apartat anterior. Aquests elements seran obligatoris a les cobertures, sempre i quan no sigui possible mantenir un resguard mínim d'1 m per raons urbanístiques.
- Es prohibeix explícitament la construcció de reixes a l'entrada i a la sortida de la cobertura o canalització, ja que aquestes provoquen una disminució de la capacitat de desguàs de la secció.
- Construcció de rampes i accessos per a la maquinària a les canalitzacions, cobertures i dipòsits de sòlids.

5. RECOMANACIONS DE TIPUS AMBIENTAL PER AL DISSENY

5.1. Introducció

Un sistema fluvial actua com a corredor i connector ecològic, de manera que qualsevol actuació que interfereix amb aquest sistema dona lloc a un impacte que pot tenir conseqüències importants en els sistemes naturals existents en l'entorn del curs fluvial.

La fragmentació del territori i dels seus hàbitats pot tenir l'origen en esdeveniments de caire natural, però sens dubte són les transformacions de caire artificial les que poden provocar un fraccionament del medi. Els corredors i connectors ecològics són vitals per a la subsistència

d'aquests sistemes naturals i, per tant, és necessari minimitzar l'impacte que el fraccionament de les infraestructures pot provocar.

Cal advertir que l'expansió de les xarxes d'infraestructures de transports i l'urbanisme introdueixen nombrosos efectes, entre ells una possible afecció a la permeabilitat del propi curs fluvial.

Les conseqüències resultants de la manca de connectivitat afecten a la biodiversitat amb uns resultats que a la llarga poden comportar l'extinció local d'espècies. Per aquest motiu, cal considerar aquest aspecte a l'hora de dissenyar les infraestructures.

5.2. Mesures d'adequació ambiental

A continuació s'exposen una sèrie de recomanacions per tal d'adequar ambientalment el disseny de les infraestructures que interfereixen amb un curs fluvial. Algunes d'aquestes recomanacions són coherents amb les ja exposades anteriorment i exposades des d'un punt de vista hidràulic, però en aquest cas es justifiquen des del punt de vista ambiental.

- En el disseny d'una amplada lliure per a una infraestructura que intercepta un curs fluvial, més enllà de la definició d'aquesta des d'un punt de vista hidràulic, cal garantir que aquesta permet les funcions de corredor biològic fluvial. Per tal que així sigui, s'han de considerar dos aspectes fonamentals relacionats entre sí: l'amplada i el relleu de la base de la llera.

Amplada

Ha d'incloure un fragment de la terrassa fluvial, preferiblement d'ambdues bandes, dotant-les de més secció quan major sigui el talús del marge de la ribera (quan el Sistema Hídric, SH, sigui molt encaixat), i tenint en compte els usos presents en les terrasses.

Relleu de la llera

S'haurà de projectar de forma que no constitueixi efecte barrera. Tant des d'un punt de vista hidràulic com ambiental, les lloses travesseres no són recomanables, però en el cas que sigui necessari s'hauran d'adaptar de forma que es redueixi o elimini el soccavament i s'adeqüi un perfil d'entrega suau que no superi el 2H:1V.

- Les obres que donen continuïtat a un curs fluvial per sota una carretera, línia de ferrocarril, etc., poden ser utilitzades per nombrosos grups de fauna si es condicionen adequadament. De forma genèrica, no es pot establir un model funcional, però sí que es pot afirmar que com més gran sigui la secció de desguàs, els resultats seran més satisfactoris.

El soccavament produït aigua amunt i aigua avall d'una obra de drenatge, a més d'afectar l'equilibri general de la llera, té un efecte de barrera física pel desnivell provocat. En aquest sentit cal preveure mesures de protecció front l'erosió. D'aquesta forma, la solera de l'obra de drenatge tindrà el mateix nivell que els terrenys de les rodalies.

- Es recomana modificar la base de les seccions circulars per tal que aquesta sigui plana i afavorir així l'ús de l'obra com a pas de fauna. Aquesta adaptació pot realitzar-se per mitjà d'una estesa de formigó. Aquesta modificació redueix la secció de desguàs, que haurà de ser tinguda en compte en dissenyar hidràulicament aquesta secció.

En lleres d'aigües permanents o freqüents, aquesta base plana ha d'afavorir la creació d'una llera "d'aigües baixes", tal i com s'il·lustra amb dos exemples a la figura 9.

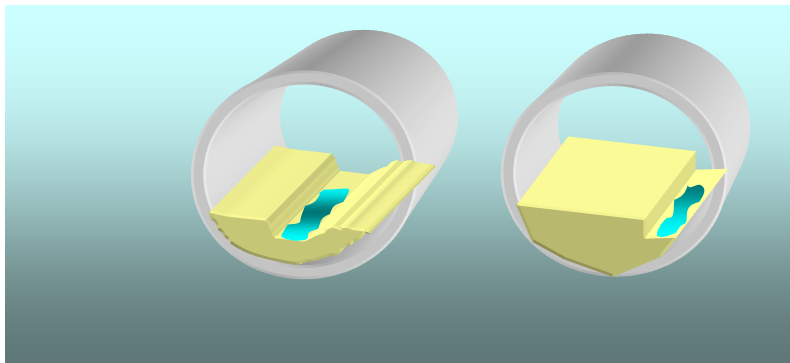


Fig. 9. Detall de l'adequació de la base dels drenatges circulars d'aigües permanents

Per a les obres de drenatge amb marcs, només cal habilitar les plataformes laterals com base seca (Fig 10).

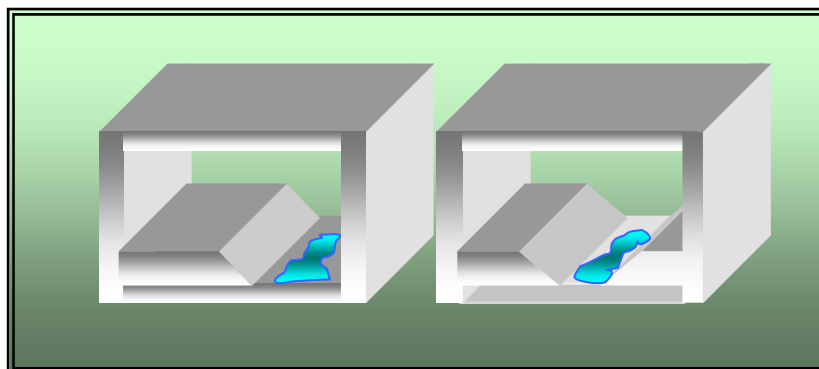


Fig. 10. Detall de l'adequació de la base dels drenatges, amb marcs, d'aigües permanents

En ambdós casos, el recobriment de la plataforma seca amb substrat natural sens dubte millorarà les condicions del pas.

Si es tracta de cursos fluvials que només porten aigua quan plou, només cal assegurar que les entrades i sortides laterals siguin adequades per permetre l'accés i la sortida.

- També caldrà considerar les espècies presents a la zona i els requeriments específics de cadascuna. En aquest sentit, cal precisar que poden adoptar-se mesures específiques adreçades a millorar la funcionalitat de cada espècie.
- Cal respectar la vegetació present al voltant de l'embocadura i de la sortida, o bé reforestar si no hi és present, doncs actua com a refugi, i alhora dota de més efectivitat el pas.
- Es desaconsella, en general, la cobertura de cursos d'aigua amb acer corrugat, atesa la dificultat de neteja interior mecanitzada. Si en casos justificats es decideix emprar aquesta tipologia, la velocitat de l'aigua en avinguda no superarà els 5 m/s.

5.2.1. Classificació de l'àmbit d'actuació

Abans d'implantar qualsevol activitat auxiliar d'obra en una àrea propera a un curs d'aigua (oficines, aparcaments del personal, abocadors, préstecs, plantes de formigó, parcs de maquinària, etc.,...), s'haurà d'establir i definir la classificació del territori, segons la seva aptitud d'ús i de la qualitat/fragilitat del medi amb caràcter previ a la selecció de la ubicació dels diferents elements i instal·lacions necessàries per a l'execució de l'obra. Aquesta classificació haurà d'estar recollida en el Projecte Constructiu, d'acord als criteris i tipologies de zones que es defineixen a continuació:

CLASSIFICACIÓ	DESCRIPCIÓ I EXEMPLES
Zones Excloses	<p>Descripció:</p> <p>Corresponen a les zones de major qualitat i fragilitat ambiental. En aquestes zones no es permetrà la localització de construccions permanents ni temporals, abassegament de materials, viari o instal·lació de servei de les obres, excepte aquells elements o instal·lacions amb caràcter puntual i que resultin imprescindibles i d'inexcusable realització per a l'execució de l'obra, la qual cosa s'haurà de justificar degudament davant Direcció de l'Obra per a autorització. En aquests casos, aquesta ubicació, sempre temporal, quedarà condicionada a la restitució integral i immediata de l'espai afectat a les seves condicions inicials.</p> <p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Espais Naturals de Protecció Especial: Parcs Nacionals, Paratges Naturals d'interès nacional, Reserves Naturals Integrals, Reserva Natural Parcial, Parcs Naturals, Reserva Naturals de fauna salvatge - Rius, rieres i lleres associades, amb vegetació natural - Llacunes, aiguamolls, zones inundables.
Zones Restringides	<p>Descripció:</p> <p>Són les àrees amb cert valor ambiental de conservació. En aquestes àrees només s'admet la localització d'instal·lacions de servei de les obres, amb caràcter temporal, exclusivament durant la seva execució. Quan finalitzi l'obra, aquestes instal·lacions temporals s'han de retirar completament i l'àrea afectada s'haurà de restituir a les seves condicions originals tan topogràfiques com de coberta vegetal.</p> <p>Aquestes zones s'inclouran dintre les actuacions del projecte de restauració ecològica i paisatgística.</p> <p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Espais inclosos en la proposta Xarxa Natura 2000 no declarats de Protecció Especial (ZEPA, LIC). - Àrees amb vegetació natural desenvolupada i ben conservada. - Àrees d'elevada qualitat/fragilitat paisatgística.
Zones Admissibles	<p>Descripció:</p> <p>Corresponen a les àrees o zones del territori afectat per l'obra que presenta uns valors ambientals menors i conseqüentment amb menors mèrits de conservació (zones antropitzades, abocadors, pedreres abandonades,...). En aquestes zones es localitzaran preferentment aquelles instal·lacions i elements que per les seves especials característiques tinguin un caràcter permanent (per exemple, abocadors).</p> <p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La resta de zones que no compleixin els requisits anteriors.

6. RECOMENACIONS DE TIPUS AMBIENTAL DURANT LES OBRES

6.1. Introducció

Les principals alteracions que sobre els recursos hídrics es poden produir en fase de construcció, es troben en gran part associades a les següents activitats:

- Moviments de terra.
- Processos de construcció de les obres de drenatge i a les activitats i/o instal·lacions que comportin la generació d'aigües residuals que s'hagin d'abocar a llera pública.
- Elecció d'emplaçaments per a la implantació d'activitats i equipaments d'obra.
- Producció de residus durant les obres.

Els efectes negatius sobre el medi generats pels moviments de terra i pels processos constructius, solen estar molt relacionats amb possibles alteracions sobre la claredat i la qualitat les masses d'aigua. En aquest casos, a més del perill d'arrossegament de sòlids, l'execució de l'obra pot provocar també efluentes que arribin a superar els límits permesos per la legislació vigent i si s'aboquen sobre els recursos hídrics, afectar negativament la qualitat ecològica de l'entorn.

D'altra banda, certes operacions de manteniment de la maquinaria (canvis d'oli, rentat de formigoneres, etc.) generen residus que poden resultar força contaminants si no es gestionen correctament.

Totes aquestes activitats requereixen l'aplicació de mesures preventives adaptades a la tipologia d'afecció potencial i a les característiques implícites a cada obra, essent la definició de les accions minimitzadores l'objectiu perseguit en els capítols precedents.

6.2. Accions de minimització de les afeccions sobre la qualitat de les aigües

6.2.1. Basses de decantació per a tractar les aigües procedents dels túnels

Durant la fase de moviment de terres en qualsevol tipologia d'obra, apareixen talussos i/o noves superfícies desprotegides que poden patir fenòmens erosius en el cas de produir-se pluges intenses. Aquestes situacions poden arribar a provocar importants acumulacions de sediments en les lleres dels cursos d'aigua propers si no s'estableixen mesures preventives al respecte.

Aquesta problemàtica és fa palesa especialment durant els processos d'excavació de túnels, atenent a la gran quantitat de material excavat que es produeix en aquests casos. Per a evitar els efectes derivats de l'arrossegament de materials sòlids cap als cursos propers, s'hauran de construir basses de decantació impermeabilitzades, al costat de les embocadures dels túnels, que interceptin les aigües residuals procedents dels processos d'excavació.

- **Controls analítics**

El tractament de les aigües residuals consistirà en la seva captació i posterior decantació mitjançant l'establiment de diverses basses (com a mínim dues), disposades en continu,

convenientment impermeabilitzades i dimensionades per acollir el cabal d'efluents previstos. Aquestes basses s'han de situar en indrets de fàcil accés que permetin efectuar els treballs de control i manteniment, que s'hauran de dur a terme.

Atenent a que poden aparèixer contaminants no previstos, s'hauran d'analitzar els efluents de sortida abans de ser eliminats a llera pública, que permetran caracteritzar la seva qualitat i determinar si compleixen els paràmetres que fixa la normativa al respecte.

Tan sols es podran abocar directament a llera pública si no s'igualen o superen els valors establerts per l'Agència Catalana de l'Aigua, que dependran de les diferents activitats, cabals abocats i medi receptor. De moment, des del Departament d'Autoritzacions de l'Agència Catalana de l'Aigua s'estableixen com a nivells de referència els valors de la taula 3 de l'Annex al Títol IV del Reglament de Domini Públic Hidràulic (RDPH), encara que aquests no siguin vigents:

VALORS LÍMIT PER A VESSAMENTS A LLERA PÚBLICA Annex al Títol IV del reglament del Domini Públic Hidràulic				
Paràmetre	Unitat	Taula 1	Taula 2	Taula 3
pH	u. pH		Comprés entre 5,5 i 9,5	
Sòlids suspensió	mg/l	300	150	80
Sòlids sediment	ml/l	2	1	0,5
Sòlids gruixuts	mg/l	Absents		
DBO ₅	mg/l	300	60	40
DQO	mg/l	500	200	160
Temperatura	°C	Menys de 3°C d'increment		
Color	mg/l Pt-Co	Inapreciable per dilució		
Al	mg/l	2	1	1
As	mg/l	1	0,5	0,5
Ba	mg/l	20	20	20
B	mg/l	10	5	2
Cd	mg/l	0,5	0,2	0,1
Cr trivalent	mg/l	4	3	2
Cr hexavalent	mg/l	0,5	0,2	0,2
Fe	mg/l	10	3	2
Mn	mg/l	10	3	2
Ni	mg/l	10	3	2
Hg	mg/l	0,1	0,05	0,05
Pb	mg/l	0,5	0,2	0,2
Se	mg/l	0,1	0,03	0,03
Sn	mg/l	10	10	10
Cu	mg/l	10	0,5	0,2
Zn	mg/l	20	10	3
Cianurs	mg/l	1	0,5	0,5
Clorurs	mg/l	2.000	2.000	2.000
Sulfurs	mg/l	2	1	1
Sulfits	mg/l	2	1	1
Sulfats	mg/l	2.000	2.000	2.000
Fluorurs	mg/l	12	8	6
Fòsfor total (rius)	mg/l	20	20	10
Amoniàc	mg/l	50	50	15
N-Nitrats	mg/l	20	12	10
Olis i greixos	mg/l	40	25	20
Fenols	mg/l	1	0,5	0,5
Aldehíds	mg/l	2	1	1
Detergents	mg/l	6	3	2
Pesticides	mg/l	0,05	0,05	0,05

En aquest apartat és especialment important remarcar la necessitat de controlar el pH de les aigües residuals generades en els treballs de gunitatge de l'interior dels túnels, donat que assolixen valors molt alcalins.

En aquests casos, es requerirà un sistema de correcció de l'efluent de sortida, treballant en continu, mitjançant la col·locació d'un mesurador i d'un corrector automàtic de pH en les basses de decantació. En la primera bassa, s'instal·larà una boia i un sensor, per detectar l'arribada d'aigües i posar en marxa el dispositiu de tractament. En corrector del pH s'haurà de situar a la sortida de la primera bassa, en el canal d'unió dels dos decantadors i finalment, l'entrada de la segona bassa acollirà un altre sensor de pH.

Quan les obres es desenvolupin en indrets amb molta probabilitat d'episodis plujosos torrencials, és sol·licitarà la construcció d'una tercera bassa de seguretat per a prevenir possibles desajustaments, desbordaments o, també, errades en el sanejament.

En tots els casos, abans de l'eliminació de les aigües residuals interceptades a terreny natural, es requerirà la corresponent autorització d'abocament a llera pública per part de l'Agència Catalana de l'Aigua.

Quan les aigües de les basses no tinguin els valors de qualitat establerts per l'Agència Catalana de l'Aigua, hauran de sotmetre's a tractaments específics addicionals (coagulació, floculació, etc.), per a millorar les seves característiques.

En última instància, si les aigües no poden abocar-se a llera pública, hauran de ser eliminades mitjançant camió cisterna i gestionades per un gestor autoritzat. En aquest últim cas, el Contractista haurà d'aportar l'acreditació de l'empresa gestora i la documentació de seguiment de les aigües residuals que informin sobre el correcte destí i tractament de les mateixes.

- **Manteniment de les basses de decantació**

Serà necessari realitzar manteniments periòdics de les basses de decantació que inclouran l'extracció, el transport i l'eliminació dels sediments acumulats en la base. En aquests cas, el Contractista també haurà de controlar les característiques i la qualitat dels fangs recollits, essent necessari efectuar analítiques que determinin les seves propietats físico-químiques i el seu grau de contaminació, els resultats de les quals determinaran el destí final i/o tractament dels mateixos.

En cas també, el Contractista haurà d'aportar l'acreditació de l'empresa gestora que es faci càrrec del fangs recollits i la documentació de seguiment dels materials retirats que demostrin que han estat finalment eliminats en un abocador degudament legalitzat o han estat transportats a centres de tractament autoritzats.

- **Clausura de les basses de decantació**

Un cop finalitzada l'obra, s'hauran de clausurar i eliminar les instal·lacions de les basses de decantació i els equips de control provisional implantats, havent de restituir i condicionar els terrenys ocupats, com a mínim, a les seves condicions originals.

6.2.2. Establiment de barreres i basses de retenció de sediments

- **Barreres de retenció**

S'haurà de preveure la instal·lació de barreres de retenció de sediments en les àrees properes a lleres públiques que evitin, en cas de pluges torrencials, la incorporació de sòlids arrossegats des dels talls d'obra oberts on s'executin moviments de terres.

Aquests sistemes poden realitzar-se mitjançant diferents dispositius com poden ser l'ús de postes de fusta clavats al terra, que sobresurtin aproximadament 1 metre, col·locats a una distància d'uns 2 metres entre ells, els quals poden suportar una làmina geotèxtil que actui com a mitjà de retenció dels sediments arrossegats. També es pot instal·lar una filera de bales de palla de cereals que permetran la circulació de l'aigua i podran retenir fins a un 75% dels sòlids arrossegats.

Les barreres es situaran al peu del pendent, en indrets on no s'afecti la vegetació de ribera existent.

Aquest dispositius s'hauran de revisar periòdicament, especialment després de pluges torrencials, i segons l'estat en que es trobin, s'hauran d'anar reposant. Un cop finalitzades les obres, aquestes barreres es retiraran completament i es procedirà a restituir la zona ocupada, com a mínim, a les mateixes condicions originals.

6.2.3. Desviaments provisionals i construcció de guals provisionals sobre torrents i rieres

El Contractista haurà de proposar el disseny de guals en els camins d'accés a l'obra, ja siguin existents o de nova creació, provisionals o no, que creuin cursos d'aigua, per tal d'evitar que el pas continuat de vehicles i maquinària de l'obra enterboleixi les lleres.

D'altra banda, quan les obres es realitzin dins la llera caldrà desviar les aigües per tal de treballar en sec.

El disseny i construcció dels passos provisionals i la proposta de desviaments temporals requeriran l'autorització prèvia de l'Agència Catalana de l'Aigua.

Els guals de caire provisional, s'hauran de demolir un cop executada l'obra, havent de restaurar i condicionar a les seves característiques originals, la zona ocupada. Tanmateix, s'haurà de reconstruir la llera desviada provisionalment a les seves condicions inicials.

6.2.4. Tractament de les aigües residuals procedents de les instal·lacions auxiliars d'obra

Com ja s'ha comentat en la fase de disseny, abans de proposar la implantació de qualsevol activitat auxiliar d'obra, el Contractista haurà de tenir en compte la classificació del territori. Aquesta zonificació limitarà els usos temporals de les àrees considerades restringides pels seus valors ambientals i encara més, les considerades excloses.

La proposta per part del Contractista d'implantar equipaments temporals d'obra en les àrees excloses i restringides haurà d'estar degudament justificada i autoritzada per l'Administració competent. Els espais auxiliars d'obra plantejats que ocupin terrenys inclosos dins de Domini Públic Hidràulic hauran de disposar de l'autorització d'ús per part de l'Agència Catalana de l'Aigua.

En qualsevol cas però, les activitats auxiliars que comportin operacions o actuacions potencialment contaminants del medi hauran de disposar de mecanismes preventius que evitin alterar les condicions originals de l'entorn per possibles fuites o vessaments incontrolats. Aquestes mesures consistiran en l'establiment d'àrees impermeabilitzades que disposin d'una rasa perimetral de desviament i retenció de l'escorrentia exterior i d'una arqueta impermeabilitzada i estanca de separació d'olis i greixos.

- **Parcs de maquinària**

Segons el que s'ha indicat, els sòls que albergaran els parcs de maquinària hauran d'estar impermeabilitzats amb una solera de formigó que eviti la percolació de substàncies de diferents naturalesa cap al terreny. Per tant, les operacions de manteniment (canvis d'oli, aplicació de lubricants, desengreixants, etc.) s'hauran d'executar sobre aquestes plataformes, que disposaran a més d'un sistema de drenatge o canaleta amb pendent suficient com per a transportar per gravetat els líquids residuals generats cap a una arqueta de recollida, impermeabilitzada i estanca, que acollirà finalment aquests residus.

En qualsevol cas, s'evitarà el vessament i escorrentiu d'olis i greixos, i demés residus líquids tòxics procedents del parc de maquinària, fora de dita superfície impermeabilitzada.

D'altra banda, per tal d'evitar afectar la qualitat de les aigües, quedarà terminantment prohibit realitzar operacions de neteja de vehicles i maquinària d'obra, en els cursos d'aigua propers a la zona, essent necessari efectuar dita operació en el recinte del parc de maquinària en les àrees habilitades per a tal activitat, mitjançant l'ús de mànegues.

- **Zona d'oficines i serveis de l'obra**

Les aigües residuals sanitàries generades en la zona d'oficines i serveis de l'obra, s'hauran de sotmetre a depuració, quan pel seu enclavament sigui impossible connectar-les a la xarxa de clavegueram. En aquests casos, serà necessari instal·lar fosses sèptiques desmuntables, rentats químics o sistemes de depuració biològica que disminueixin la càrrega contaminant de les aigües sanitàries.

El sistema de depuració finalment escollit, s'haurà de dimensionar en funció dels equips sanitaris previstos i del personal usuari estimat.

El manteniment d'aquestes instal·lacions s'haurà de realitzar a través d'una empresa especialitzada i autoritzada.

- **Punts de proveïment de combustible i emmagatzematge de matèries perilloses**

En obres on el parc mòbil és important, es possible que sigui necessari fixar punts de proveïment de combustible on s'hauran de disposar sistemes preventius que evitin contaminacions del medi per negligència en la recàrrega o per possibles vessaments accidentals (a més de les mesures de seguretat pertinents, al tractar-se d'una instal·lació perillosa).

Per a evitar els efectes negatius que sobre el medi poden generar els vessaments, els dipòsits hauran d'estar en recintes estancs que permetin la recollida de les possibles fuites i escorrentius que es puguin produir.

Tanmateix, atenent a que es tracta de materials que poden esdevenir contaminants en contacte amb l'aigua, els emplaçaments d'aquestes instal·lacions es situaran en indrets fora de l'abast de les zones inundables per a avingudes ordinàries. Aquesta mesura es fa extensible a la resta de substàncies i materials d'obra perillosos i potencialment contaminants que requereixin ser emmagatzemats temporalment mentre durin les activitats constructives.

6.2.5. Gestió de residus durant les obres

- **Normativa bàsica**

La gestió dels residus generats a les obres es realitzarà d'acord amb el que disposa la Llei 15/2003, de 13 de juny, de modificació de la Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus de la Generalitat de Catalunya. Tanmateix, s'hauran de tenir en compte les normatives i ordenances d'àmbit local existents en el terme municipal on es realitzi l'actuació.

La gestió dels olis usats es realitzarà d'acord amb l'Ordre de 28 de febrer de 1989 del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme i l'Ordre de 13 de juliol de 1990, per la que es regula la gestió dels olis usats, a més de l'Ordre de 6 de setembre de 1988, sobre prescripcions en el tractament i eliminació dels olis usats de la Generalitat de Catalunya.

La gestió de runes i altres residus de la construcció es realitzarà d'acord amb el que estableix el Decret 161/2001, de 12 de juny, de modificació del Decret 201/1994, de 26 de juliol, regulador de runes i altres residus de la construcció.

- **Residus tòxics i perillosos**

Els principals residus perillosos que es generaran en una obra solen ser, olis usats i lubricants, i en menor proporció bateries, piles i restes de pintures.

Tots aquests materials s'hauran d'emmagatzemar separatament dels altres residus, en indrets estancs i a ser possible, tancats (casetes d'obra, bidons, contenidors específics, etc.), que evitin l'afecció del medi en cas de vessament o fuga accidental, i en enclavaments de fàcil accés. Les fraccions perilloses s'hauran d'etiquetar adequadament indicant la data d'inici de l'emmagatzematge, donat que aquest no podrà superar els sis mesos d'estada en obra.

Quedarà específicament prohibit el vessament directe dels olis i de les altres substàncies contaminants en aigües superficials, interiors, en aigües subterrànies, en qualsevol zona del mar territorial i en els sistemes de sanejament o evacuació de les aigües residuals.

Finalment, els residus perillosos hauran de ser retirats per transportista i gestor autoritzat. El Contractista haurà de facilitar a l'Administració competent les dades de l'empresa gestora i els Fulls de seguiment dels residus retirats, degudament complimentats.

Pel que fa als residus d'explosius, cartutxos i artificis pirotècnics, quedaran subjectes al que estableix la legislació específica vigent.

- **Residus no perillosos**

El Contractista estarà obligat a recollir, transportar i dipositar adequadament les runes i demés materials d'obra, estant específicament prohibit abocar-los en indrets externs a les àrees habilitades per aquesta finalitat, i sobre lleres.

Per tant, els residus classificats com inerts (principalment terres i roques sobrants de les excavacions) s'hauran de dipositar en els enclavaments tramitats com a tals, i autoritzats per l'Administració competent.

Pel que respecta als formigons de rebuig, els talls d'obra on s'executin activitats que requereixin formigonat, hauran de disposar de dipòsits, basses o contenidors impermeabilitzats i degudament senyalitzats, en nombre i dimensions suficients, per acollir els residus procedents

del rentat de cubes i canaletes. Un cop pres el formigó, es retiraran els residus recollits en dites basses o recipients, essent el destí final un dipòsit controlat que aculli aquesta fracció residual.

Pel que fa als residus plàstics, metàl·lics, cartrons i fustes, assimilables als domèstics, es prioritzarà la seva valorització en obra, essent necessari habilitar espais de recollida selectiva per a cada fracció, en indrets de fàcil accés i separats de la resta de materials aplegats, degudament senyalitzats i identificats.

Finalment, tots els residus no perillosos hauran de ser retirats per transportista i gestor autoritzat. El Contractista haurà de facilitar a l'Administració competent les dades de l'empresa gestora i els Fulls de seguiment dels residus retirats, degudament complimentats.

6.3. Accions de minimització de les afectacions sobre el medi i la fauna

Amb l'objectiu de minimitzar durant la fase de construcció l'impacte en l'entorn d'una infraestructura que interfereix amb un curs fluvial, es recomanen un seguit de mesures preventives a contemplar en la redacció dels projectes constructius.

Cal tenir amb compte l'estació reproductora de la fauna fluvial. Per aquest motiu és important planificar un calendari d'obres que eviti coincidir amb aquest període reproductor.

En general, i sempre que sigui possible, caldrà acotar les actuacions fora del període comprès entre l'1 de març i l'1 d'agost. Ara bé, en funció de la tipologia del sistema fluvial i àmbit geogràfic, pot precisar-se aquest període amb més detall. En actuacions que afectin zones poblades per espècies salmonícoles, el període a respectar és des de l'1 de novembre fins a l'1 de febrer.

7. RECOMENACIONS PER AL MANTENIMENT DE LES OBRES DE FÀBRICA O DE DRENATGE

7.1. Introducció

Les obres de fàbrica i de drenatge que donen continuïtat a un curs fluvial han de mantenir-se sempre lliures d'obstruccions que impedeixin el flux d'aigua i el correcte funcionament de l'obra.

Per evitar una pèrdua significativa de permeabilitat de la infraestructura que dona continuïtat a un curs fluvial, principalment com a conseqüència d'aterraments i acumulació de vegetació i altres residus després d'avingudes, és del tot imprescindible establir un programa de manteniment específic. A priori és difícil establir un calendari concret, donat que les necessitats poden variar molt en funció del tipus d'estructura, de les condicions a l'entrada i a la sortida de la mateixa, de les característiques del curs fluvial interceptat, de la climatologia local, etc.

Això implica definir un període de transició (de 3 a 5 anys) on es fixarà una inspecció de les estructures, amb una freqüència d'inspecció d'entre 6 i 12 mesos. La informació recollida amb aquestes inspeccions definirà les característiques concretes del programa de manteniment a aplicar a llarg termini.

Per altra banda, les actuacions necessàries per aquest manteniment (obertura d'accessos al curs fluvial, neteja de fons i marges de lleres, etc.) es realitzarà de manera que es produeixi el mínim impacte en el propi curs fluvial i en el seu entorn. En aquest sentit es consideren vàlides les recomanacions de tipus ambiental durant les obres exposades en l'apartat 6 d'aquest document.

Per tal de dur a terme les actuacions de neteja necessàries per al manteniment de les obres de fàbrica i de drenatge, quan aquestes impliquen l'afecció al Domini Públic Hidràulic és necessari comunicar-ho a l'Agència Catalana de l'Aigua.

7.2. Freqüència en el manteniment de les obres de fàbrica i de drenatge

Al cap de 6-12 mesos de la construcció de l'obra de fàbrica o de drenatge, temps raonable perquè s'hagin pogut generar els primers aterraments, es realitzarà una primera supervisió. Aquesta primera inspecció haurà de posar de manifest les deficiències greus detectades en l'obra de fàbrica o de drenatge, i poder arranjar-les ràpidament. Per altra banda, el nombre i distribució dels incidents enregistrats haurà de servir de base per a l'elaboració d'un mapa preliminar de riscos d'incidències a mig i llarg termini.

La informació obtinguda amb la primera prospecció donarà lloc al protocol detallat del seguiment, establint una zonificació en funció de tres nivells d'exigència: normal, alt i molt alt.

-El seguiment normal, amb una cadència anual o pròxima a l'any, de caràcter rutinari i afectant a totes les obres de desguàs.

-Seguiment alt, on la freqüència de revisió s'ajustarà a un període d'entre 3 i 6 mesos. Correspondrà a zones, o trams poblats, potencialment conflictives on s'hagin enregistrat incidències més o menys greus.

-Seguiment molt alt, que es correspondrà amb aquells indrets considerats "punts negres" on es produeixin incidents realment greus. En aquest supòsits, atesa la consideració, caldrà aplicar solucions urgents i una supervisió intensa de l'estat de l'obra de desguàs.

Referències

- “Ingeniería de ríos” J.P. Martín Vide, Ed. UPC 2002
- “Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial” MOPT Carreteras 1990
- “Recomanacions Tècniques per als estudis d’Inundabilitat d’àmbit local” Documents tècnics de l’Agència Catalana de l’Aigua.

Bibliografia

- “Análisis estadístico de caudales de avenida”, CEDEX 1993
- “Control de la erosión fluvial en puentes” MOPT Carreteras 1988
- “Bridge Scour” Melville, B.W. y Coleman, S.E. Water Resources Publications LLC (2000).
- “Manual de ingeniería de ríos” J.A. Maza Álvarez y V. Franco
- “ Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna” Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, 2001.
- “Recull d’accions per minimitzar l’impacte de les infraestructures viàries sobre el territori” Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, 2000.
- “Protocolos de criterios Mediambientales d’Obra Civil”, publicació tècnica de Gestió d’Infraestructures, S.A. (GISA), 2003.

ANNEX 1. RESUM DE RECOMANACIONS CÀLCULS HIDROLÒGICS I HIDRÀULICS

		OBRES DE NOVA CONSTRUCCIÓ	OBRES EXISTENTS AFECTADES PEL PROJECTE
CÀLCULS HIDRÀULICS	Zones amb risc de danys catastròfics o $Q_{500} > 200 \text{ m}^3/\text{s}$	Anàlisi mitjançant model en règim gradualment variat (HEC- RAS o similar)	
		Sobreelevació inferior a 0,3m respecte làmina d'aigua en llera natural	Sobreelevació inferior a 0,5m respecte làmina d'aigua en llera natural, sense infraestructura a modificar
		Resguard lliure 1m en amplada pas major part Q i comprovació que línia energia no toca clau .	
		No ocupació de l'amplada lliure necessària per part de piles i estreps	
	Zones sense risc de danys catastròfics i $200 < Q_{500} < 500 \text{ m}^3/\text{s}$	Anàlisi mitjançant model en règim gradualment variat (HEC- RAS o similar). S'admet geometria del model simplificada	
		Sobreelevació inferior a 0,3m respecte làmina d'aigua en llera natural	Sobreelevació inferior a 0,5m respecte làmina d'aigua en llera natural, sense infraestructura a modificar
		Resguard lliure 0,5m en amplada pas major part Q i comprovació que línia energia no toca clau.	
		No ocupació de l'amplada lliure necessària per part de piles i estreps	
	Zones sense risc de danys catastròfics i $50 < Q_{500} < 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$	A més de models en règim gradualment variat, s'accepta la metodologia proposada per la Instrucció 5.2-IC	
		Sobreelevació inferior a 0,3m respecte làmina d'aigua en llera natural	Sobreelevació inferior a 0,5m respecte làmina d'aigua en llera natural
		Resguard lliure 0,5m en amplada pas major part Q i comprovació que línia energia no toca clau.	
		No ocupació de l'amplada lliure necessària per part de piles i estreps	
	Zones sense risc de danys catastròfics i $Q_{500} < 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$	A més de models en règim gradualment variat, s'accepten altres metodologies simplifiades	
		Sobreelevació sense afecció a tercers	
DIMENSIONS MÍNIMES	Diàmetre de 2m en seccions circulars i de 2mx2m en les rectangulars	En les modificacions de geometria es permeten dimensions mínimes de 1,80 m.	
		Substitució de les obres de drenatge que no compleixen amb dimensions mínimes.	
	No es dissenyaran geometries multicel·lulars	Es podrà perllongar mantenint una geometria multicel·lular sempre i quan s'asseguri una capacitat de desguàs suficient per a Q500	
	Quan $Q_{500} < 3 \text{ m}^3/\text{s}$, s'accepten diàmetres inferiors si la secció projectada garanteix el desguàs i no hi ha risc d'aterrament. En aquests casos les dimensions s'hauran d'ajustar, com a mínim, al que marca la Instrucció 5.2-IC en funció de la longitud de l'obra		

PREDIMENSIONAT DELS SISTEMES A IMPLANTAR

I. Exemple pel càlcul de dimensionament de les basses de decantació

Pel predimensionat de les basses de decantació es pot partir de la consideració de que el màxim volum d'aigües residuals es produeix durant l'activitat de neteja de les cubes formigoneres. Per la resta de les activitats (execució de túnels, execució d'obres de drenatge, etc.), es poden adoptar basses de decantació de les mateixes dimensions.

- **Exemple pràctic**

Com a exemple, es parteix de la hipòtesi d'una obra en la que es preveuen 5 talls oberts alhora que requereixen formigonat.

En aquest cas, s'estima que cada tall de formigonat pot posar en obra un màxim de 150 m³/dia i es considera que una cuba de formigó de mida mitjana té una capacitat d'uns 6 m³. Segons aquestes premisses s'obté que en un dia punta de formigonat, seran necessàries:

Si cada viatge de la cuba, descàrrega inclosa, suposa uns cinquanta minuts entre cubes, un camió de formigonera pot realitzar en un dia:

$$\frac{8h / dia \times 60 \text{ min} / h}{50 \text{ min} / \text{viatge}} = 9,6 \text{ viatges} / \text{dia} \cong 9 \text{ viatges} / \text{dia}$$

Dividint les 125 cubes que són necessàries per un número de viatges al dia que pot realitzar cada cuba, s'obté que són necessàries unes 14 cubes diàries per cobrir el rendiment previst.

La quantitat d'aigua necessària per netejar cada cuba s'estima en un 10% de la seva capacitat, essent doncs, necessaris al dia, un total de:

$$14 \text{ cubes} / \text{dia} \times 0,6 \text{ m}^3 / \text{cuba} = 8,4 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Per la decantació de tots els materials arrossegats per l'aigua es precisa, com a mínim, deu dies de magatzematge i per tant, la capacitat mínima de la bassa hauria de ser:

$$8,4 \text{ m}^3 / \text{dia} \times 10 \text{ dies} = 84 \text{ m}^3$$

Per aquest motiu, es pot plantejar disposar d'una bassa de decantació compartimentada en dos (o dues basses en sèrie), les dimensions interiors de les quals siguin de:

$$3,50 \times 6,00 \times 2,40 \text{ m}$$

El volum útil total serà de 100,8 m³ i suposarà un temps de decantació de, com a mínim, 12 dies.

II. Exemple pel càlcul de dimensionament de les plataformes d'impermeabilització

Les superfícies destinades a la ubicació de parcs de maquinària i, especialment, les zones dedicades a les operacions de manteniment de maquinària s'hauran de protegir amb una plataforma impermeabilitzada que disposi de drenatge per gravetat (amb un pendent mínim del 2%) i d'una bassa/arqueta-trampa pels greixos i olis.

La impermeabilització d'aquesta superfície es durà a terme amb una **capa de formigó de neteja de gruix mínim 15 cm**, sobre la que es col·locarà una **tela asfàltica**.

Per aconseguir el pendent de la plataforma pot ser necessari anivellar la superfície abans d'estendre la capa de formigó de neteja.

En l'extrem de la superfície impermeabilitzada cap a on drenen les aigües es disposarà d'una cuneta triangular revestida amb el mateix gruix de formigó de neteja i coberta també amb tela asfàltica, que igualment, haurà de tenir un pendent mínim del 2%.

En l'extrem de la cuneta de recollida de les aigües residuals es disposarà d'una trama atrapaolis i greixos que tindrà unes dimensions mínimes de **1,10 x 1,20 m**.

**ANNEX 3. PROTOCOL PER A L'OBTENCIÓ D'INFORMES TÈCNICS PER PART DE L'ÀREA DE
DOMINI PÚBLIC DE L'AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA**

Caldrà demanar informe tècnic a l'Àrea de Domini Públic Hidràulic de l'Agència Catalana de l'Aigua en relació a projectes, obres o qualsevol tipus d'actuació que impliqui l'afecció de cursos d'aigua superficial i masses d'aigua subterrània.

Per a l'obtenció d'aquest informe tècnic és necessari adreçar un escrit a l'Àrea de Domini Públic de l'Agència Catalana de l'Aigua i aportar la següent documentació:

Projectes o obres en general

Document administratiu complert (projecte constructiu, estudi informatiu, etc.) o en el seu defecte la documentació necessària per conèixer l'objecte general del projecte o obra i de les actuacions que afecten al Domini Públic Hidràulic, i la justificació de les actuacions des del punt de vista hidràulic i ambiental.

En general, la documentació mínima serà la següent:

- Memòria (principalment descripció de les obres)
- Annex de climatologia, hidrologia i drenatge (principalment justificació d'actuacions hidràuliques, incloent arxius de models hidrològics i hidràulics).
- Annex de geologia i geotècnia (principalment justificació d'erosions i cotes i tipologia de fonamentacions).
- Annex ambiental, Estudi d'Impacte Ambiental o DIA (Declaració d'Impacte Ambiental)
- Annex d'obres complementàries (tractament d'aigües i d'altres relacionats amb les mesures preventives i correctores previstes inicialment).
- Documentació gràfica

La documentació gràfica haurà d'incloure:

- Plànol de situació.
- Plànols en planta de les infraestructures projectades (en format paper i .dwg).
- Plantes de drenatge i de detall de les obres de drenatge projectades o existents a modificar.

Projectes o obres que afectin a aquífers classificats o amb un gran número de pous

Els projectes que afectin a aquífers classificats o amb un gran número de pous hauran d'aportar, a més de l'esmentat en l'apartat anterior, la següent documentació:

- Annex d'hidrogeologia.
- Documentació gràfica.

La documentació gràfica haurà d'incloure:

- Perfils longitudinals amb les cotes de la rasant del carril (per avaluar l'efecte dren).
- Perfils longitudinals amb les cotes d'empotrament de les pantalles o de la base i del sostre del túnel en el cas que s'executi amb tuneladora (per avaluar l'efecte barrera).
- Perfils litològics longitudinals amb la infraestructura projectada.

En aquesta tipologia de projectes l'annex de geologia i geotècnia haurà d'incloure un plànol amb la situació en planta dels punts d'investigació, indicant els diferents tipus d'investigació

(sondeig, CPU, DPSH, etc). Aquest document gràfic s'acompanyarà d'una taula en la que s'indicaran:

- Coordenades UTM.
- Tipus d'investigació.
- Profunditat assolida.
- Característiques de la perforació (diàmetre, necessitat o no de revestiment, percentatge de recuperació).
- Piezòmetres instal·lats.

En cas que s'hagin de portar a terme assaigs de permeabilitat s'hauran d'adjuntar els resultats i les dades brutes per a que es puguin refer els càlculs si es considera necessari.

L'annex hidrogeologia haurà d'incloure:

- La definició i descripció de les unitats hidrogeològiques (litologia, granulometria, potència, paràmetres hidràulics).
- Caracterització piezomètrica i de la qualitat de les aigües prèvia a l'inici de les obres.

S'elaborarà un plànol de l'inventari de punts de control utilitzat en la determinació de la piezometria i de la qualitat de les aigües, així com la situació dels pous utilitzats en els assaigs de bombament empleats per a determinar les propietats hidràuliques de l'aqüífer. Aquest document gràfic anirà acompanyat d'una taula en la que s'indicarà per a cadascun dels pous i piezòmetres utilitzat les següents dades:

- Coordenades UTM.
- Nivell piezomètric (H) en cotes absolutes.
- Cota absoluta del terreny.
- Descripció del punt de control (diàmetre, profunditat, situació del tram ranurat, etc).

Quan s'hagin de realitzar assaigs de bombament a part dels resultats es proporcionaran les dades brutes.

Si el projecte preveu esgotaments, els cabals estimats i la metodologia utilitzada en l'esgotament hauran de justificar-se mitjançant càlculs, els quals s'hauran d'adjuntar.

Si s'han avaluat les afeccions que les infraestructures i/o els esgotaments tindran sobre els aqüífers mitjançant un model numèric (modflow, feeflow, etc), s'adjuntaran tots els fitxers numèrics amb el model base de partida i la simulació o simulacions realitzades. El model base i les diferents simulacions realitzades es lliuraran en arxius individualitzats i s'indicarà per a cadascuna d'elles els canvis implementats respecte a la situació inicial, de forma que puguin ser reproduïdes i interpretades totalment pels codis de què disposa la METALL.

En relació a les estructures (túnels, viaductes, etc) s'haurà de quantificar el seu pes per avaluar possibles assentaments. Així mateix, es determinarà també el pes del volum de terres que s'extraurà per a verificar si es produeix una compensació de terres.