PLA D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA MUNICIPAL

- APROVACIÓ INICIAL -

SETEMBRE 2023



narcís teixidor vilà - DNI 40292575 W (SIG)

Aprovat inicialment per l'Ajuntament Ple en sessió de trenta d'octubre de 2023.
2023.11.06 11:09:24 +01'00'

AJUNTAMENT DE SAUS, CAMALLERA I LLAMPAIES

DOC. 10.1 – ESTUDI INUNDABILITAT

UTE POUM CAMALLERA

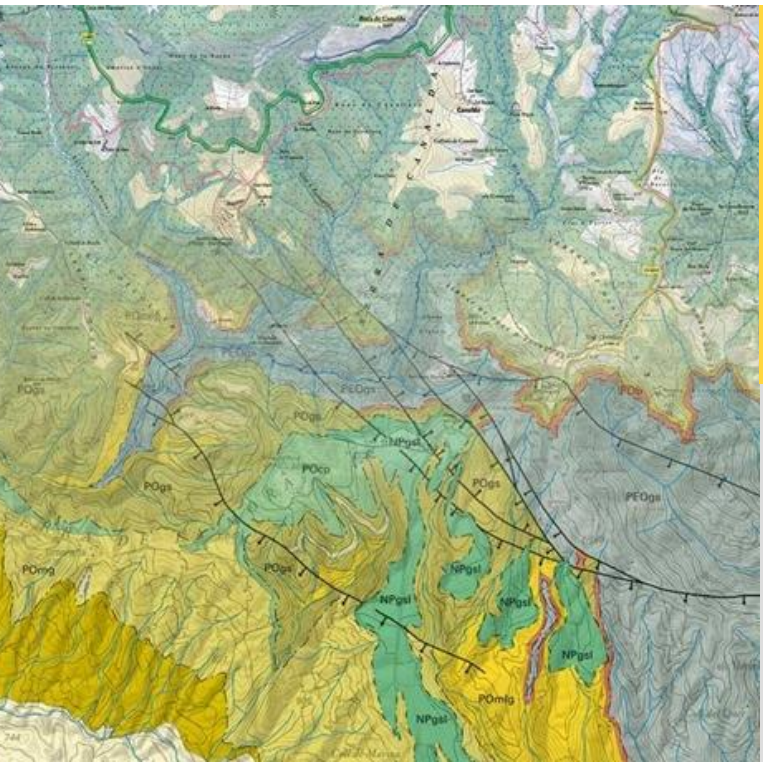
MERCÈ ORIOL arquitectura i urbanisme

TECPLAN Enginyeria i urbanisme

MARIA MERCE ORIOL HILARI / num:55216-1
Firmado digitalmente por MARIA MERCE ORIOL HILARI / num:55216-1
Fecha: 2023.09.25 13:13:29 +02'00'

XAVIER FRIGOLA MERCADER - DNI 77917065B
Firmado digitalmente por XAVIER FRIGOLA MERCADER - DNI 77917065B
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, sn=FRIGOLA MERCADER, givenName=XAVIER, serialNumber=IDCES-77917065B, cn=XAVIER FRIGOLA MERCADER - DNI 77917065B
Fecha: 2023.09.25 10:41:52 +02'00'

ICGC
Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya



Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies. (Alt Empordà).

Codi: AI-0005/19

Desembre 2019

Generalitat
de Catalunya

Índex

1 Introducció 5

1.1 Objectius i àmbit d'estudi 5

2 Càlcul de cabals - Hidrologia 7

2.1 Introducció 7

2.2 Hidrologia segons la Guia Tècnica de l'ACA. 8

2.3 Càlcul de cabals 13

3 Càlcul hidràulic 14

3.1 Model d'elevacions del terreny – Geometria de càlcul 15

3.2 Coeficients de rugositat 15

3.3 Estructures hidràuliques transversals 18

3.4 Hidrogrames de cabal 19

3.5 Condicions de contorn 19

4 Resultats 20

4.1 Aspectes generals delimitació 20

4.2 Límits inundables, ZFP i ZI 20

4.3 Punts singulars 22

5 Consideracions finals 24

PLÀNOLS

Plànol 1. Zones Inundables per a TMCO, T100 i T500 anys.

Plànol 2. Zona de Flux Preferent i Zona Inundable

Plànol 3. Calats d'inundació per a TMCO.

Plànol 4 Calats d'inundació per a T100 anys.

Plànol 5 Calats d'inundació per a T500 anys.

Plànol 6 Zonificació segons RDPH

ANNEXES+

Annex I. Resum metodològic

Annex II. Cabals Càlcul.

Annex III Taules de n composta per lleres.

Annex IV Estructures hidràuliques transversals.

Annex V. Resumm d'usos en zones inundables. DI, LA i RDPH.

Índex de Taules

Taula 1. Cabals màxims (m³/s) obtinguts del model hidrològic Hec-Hms. 13

Taula 2. Taula resum del models hidràulic bidimensional construit. 14

Taula 3. Coeficients de rugositat de Manning utilitzats en la modelització hidràulica. 16

Taula 4. Coeficients de rugositat de Manning utilitzats a la zona de la llera del rec de Suas i el torrent del Bou. n2 ja es té en compte en el model hidràulic en els coeficients d'expansió i contracció. 17

Taula 5. Taula resum de les estructures hidràuliques considerades en el càlcul hidràulic. (PI-OD: pas inferior – obra de drenatge). Les coordenades són en el sistema ETRS 89 Fus 31 19

Taula 6. Cabals màxims (m³/s) obtinguts del model hidrològic. 19

Índex de Figures

Figura 1. Cursos fluvials inclosos en l'estudi d'inundabilitat.- 6

Figura 2. Conques del rec de Saus i el Torrent de Bou. Representació sobre mapa topogràfic 1:25000 (ICGC). 7

Figura 3. Geologia de les conques d'estudi. GTI - Mapa Geològic de Catalunya 1:25000 (ICGC). 9

Figura 4. Zonificació segons grup de sòl. Representació sobre MGC 1:25000 (GT-I, ICGC). 10

Figura 5. Zonificació segons els usos del sòl (font MCSC del CREAF). Representació sobre MTC Catalunya 1:25000 (ICGC). 11

Figura 6. Zonificació que recull els tres criteris: ús de sòl, grup de sòl i subconca. Representació sobre MTC 1:25000 (ICGC). 12

Figura 7. Àmbit des model hidràulic bidimensional que inclou el rec de Saus i el torrent de Bou. Representació sobre mapa topogràfic 1:25000 (ICGC). 14

Figura 8. MDT LidarCat 2 amb els elements incorporats per generar la geometria de càlcul. 15

Figura 9. Detall de la distribució dels diferents usos del sòl a l'àmbit del model bidimensional del rec de Saus i el torrent de Bou. Representació sobre MTC 1:25000 de l'ICGC. 16

Figura 10. Vista de la llera del rec de Saus. 17

Figura 11. Vista de la llera del torrent de Bou. 18

Figura 12. Localització de les estructures transversals valorades a l'estudi. Representació sobre mapa topogràfic de Catalunya 1:5000 (ICGC). 18

Figura 13. Esquema del mapa de zones inundables. Representació sobre mapa topogràfic 1:5000 de l'ICGC. 21

Figura 14. Esquema del mapa de la zona de flux preferent i zpna inundable. Representació sobre mapa topogràfic 1:5000 de l'ICGC. 22

Figura 15. Límits inundables i zona de flux preferent a l'àmbit del nucli urbà de Saus. Representació sobre mapa topogràfic 1:5000 de l'ICGC 23

Figura 16. Calats d'inundació per al període de retorn de 100 anys i 500 anys a l'entorn del nucli urbà de Saus.. Representació sobre mapa topogràfic 1:5000 de l'ICGC. 23

1 Introducció

A petició de la Secretaria d'Hàbitat Urbà i Territori (SHUT) s'ha dut a terme l'estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies (AI-0005/19), en el marc dels treballs de redacció del POUM del municipi, segons els requeriments del Reglament del Domini Públic Hidràulic (RDPH), aprovat pel Reial Decret 849/1986, d'11 d'abril i modificat pel Reial Decret 638/2016 de 9 de desembre.

La zonificació de la inundabilitat segons el text refós de la Llei d'aigües (TRLA) i el RDPH, defineixen les zones associades a les lleres de cursos fluvials naturals i les limitacions d'ús que si poden desenvolupar. A l'article 2 es defineix com a domini públic hidràulic (DPH) les lleres de corrents naturals, continus o discontinus.

El present estudi inclou les delimitacions de la inundació per els períodes de retorn de màxima crescuda ordinària (mco, 2,33 anys), la inundació per els períodes de retorn de 100 i 500 anys. Aquestes delimitacions permeten definir el domini públic hidràulic (DPH), la zona de servitud (ZS), la zona de policia (ZP), la zona de flux preferent (ZFP) i la zona inundable (ZI), tal i com estableix la TRLA i el RDPH

1.1 Objectius i àmbit d'estudi

L'objectiu del present estudi és determinar les zones inundables del rec de Saus i el torrent de Bou que creuen zones urbanes, urbanitzables o incloses en nous plans de desenvolupament urbanístic del municipi, a efectes de conèixer els condicionants que el RDPH imposa sobre les mateixes (Figura 1).

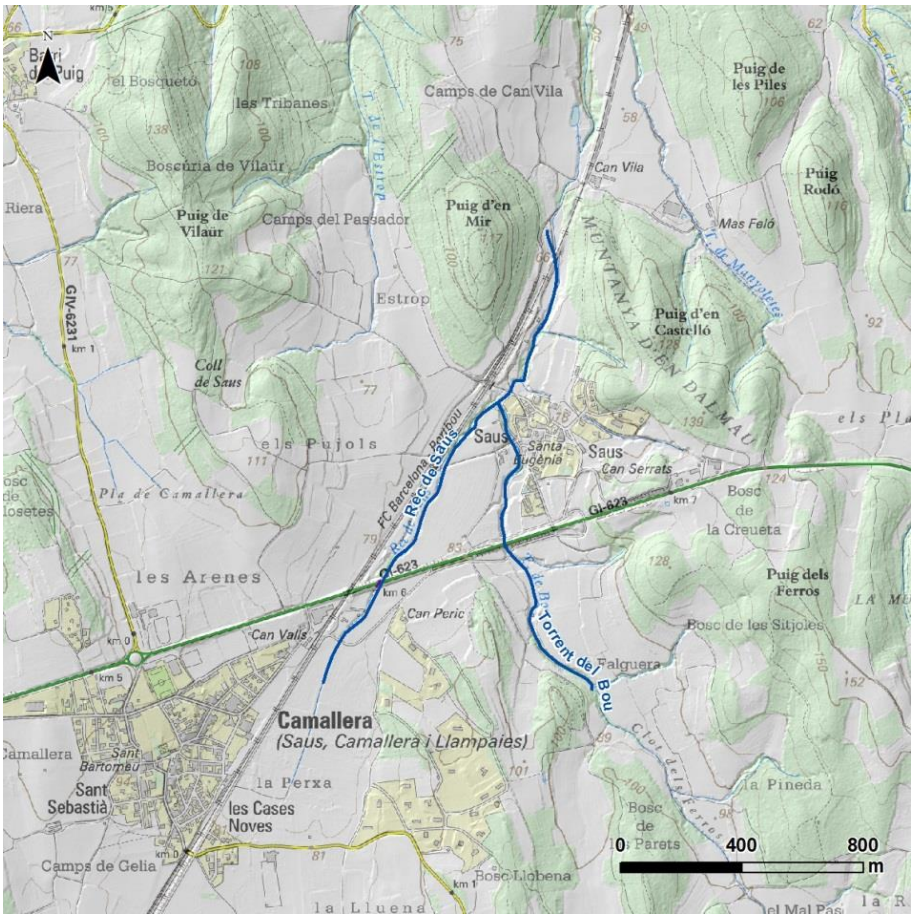


Figura 1. Cursos fluvials inclosos en l'estudi d'inundabilitat.-

..

2 Càlcul de cabals - Hidrologia

2.1 Introducció

El model hidrològic, inclou els cursos fluvials del rec de Saus i el torrent de Bou, emprant el programari Hec-Hms. Els períodes de retorn calculats en el model són el de màxima crescuda ordinària (mco), 100 i 500 anys (Figura 2).

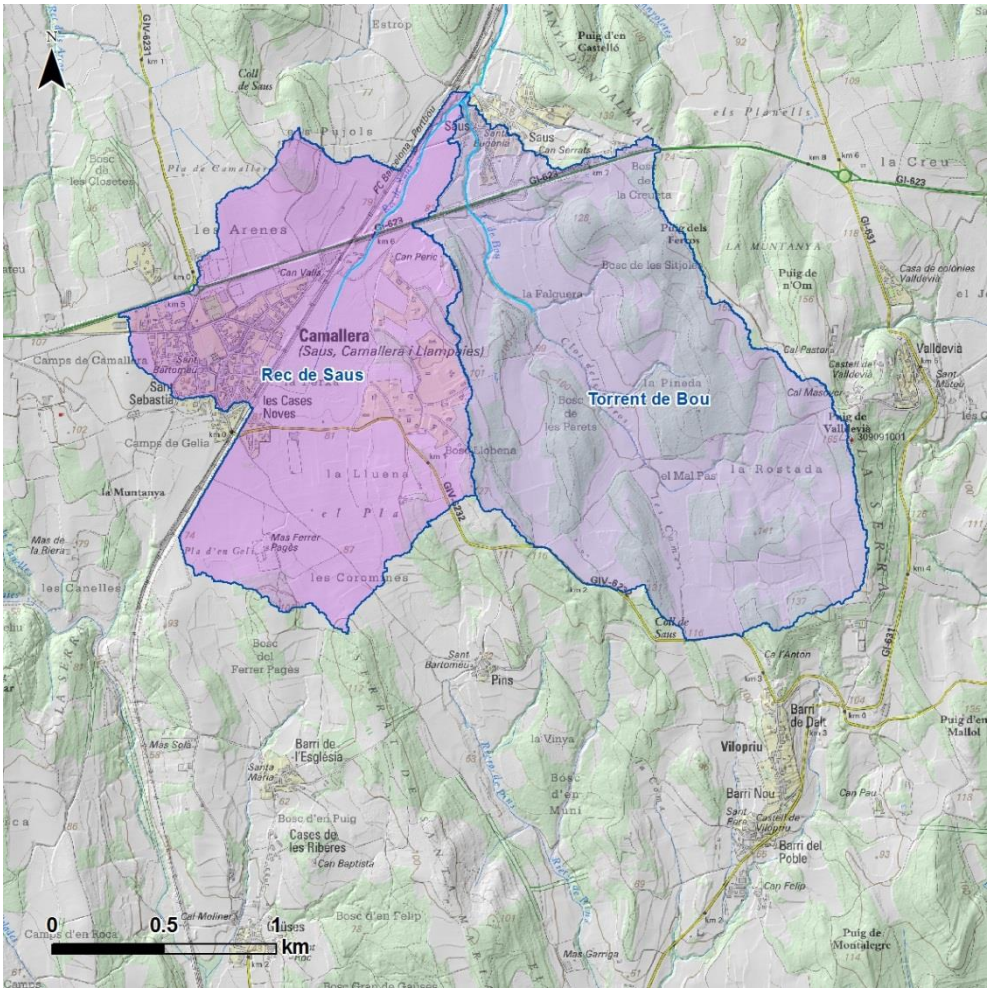


Figura 2. Conques del rec de Saus i el Torrent de Bou. Representació sobre mapa topogràfic 1:25000 (ICGC).

2.2 Hidrologia segons la Guia Tècnica de l'ACA.

2.2.1 Aspectes bàsics

Per a l'estudi hidrològic, s'ha utilitzat la metodologia inclosa a la Guia Tècnica "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local", editada per l'ACA (2003).

Per determinar els cabals de càlcul, per als períodes de retorn de MCO (màxima crescuda ordinària), 100 i 500 anys, s'han utilitzat dades de precipitació obtingudes de la web de l'ACA.

Per a la informació del terreny s'ha treballat amb un model d'elevacions del terreny de l'ICGC informació en format malla de regular amb cel·les de 2 metres, el mapa urbà de Catalunya a escala 1:1000, el mapa geològic de Catalunya a escala 1:25000 i el mapa de cobertes del sòl de Catalunya (mcsc) del Centre de Recerca ecològica i aplicacions forestals (CREAF).

El mètode emprat, per obtenir l'hidrograma de cabal per a les conques d'estudi, és el de l'hidrograma unitari del SCS dels EEUU (actualment NRCS), considerant una durada efectiva de la pluja de 24 hores.

2.2.2 Pluja de projecte

Per a l'obtenció de les dades de precipitació de projecte, s'han utilitzat les dades obtingudes de l'ACA (per al període de retorn de mco, 100 i 500 anys), considerant un factor de correcció adimensional; K_A, coeficient de simultaneïtat per cada subconca considerada:

$$\text{si S} \leq 1\ \text{km}^2\ \text{K}_\text{A} = 1$$

$$\text{si S} > 1\ k\text{m}^2\ \text{K}_\text{A} = 1 - \frac{\log \text{S}}{15}$$

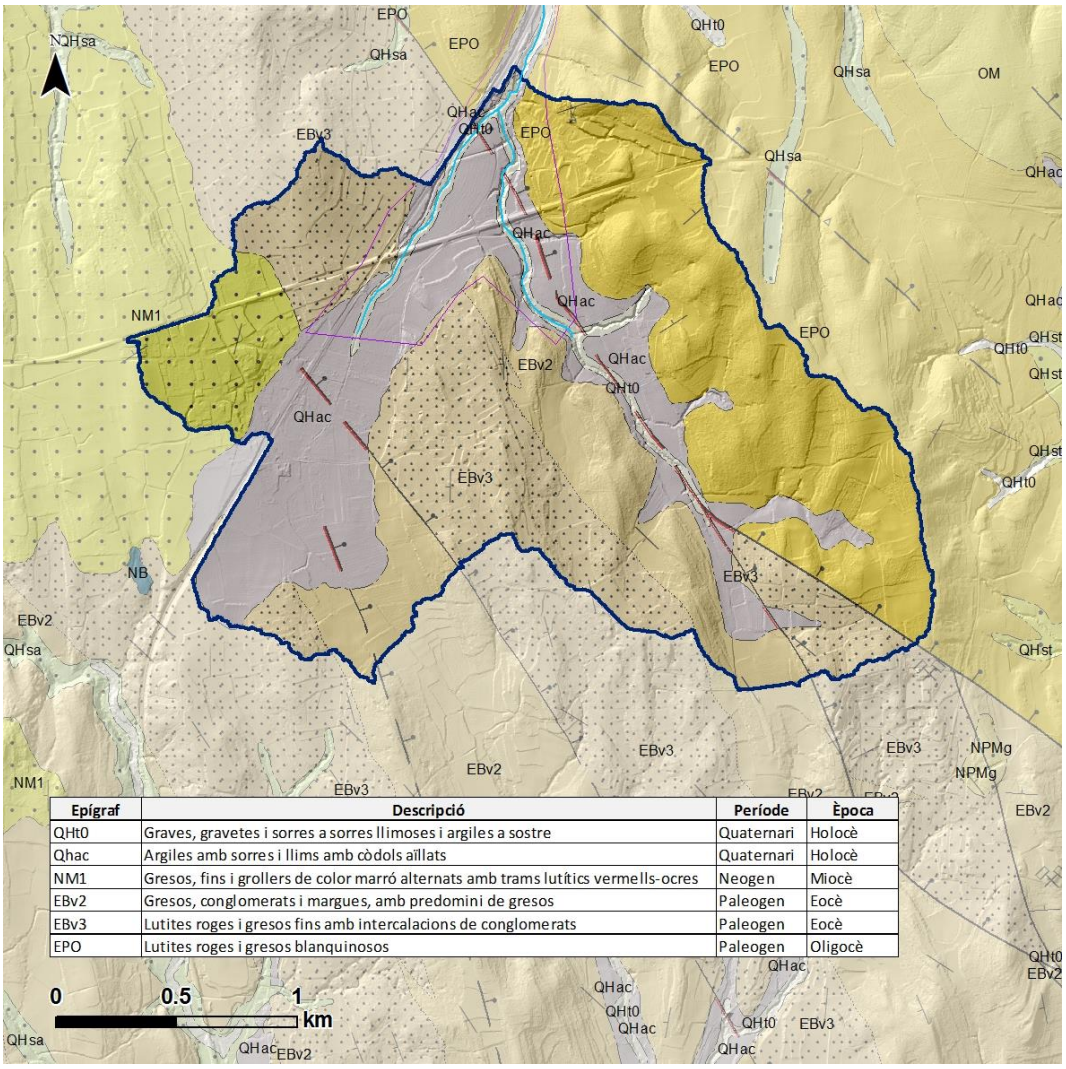
On S és la superfície de la subconca expressada en km².

La informació dels paràmetres hidromorfomètrics, el temps de concentració i les dades de precipitació, intensitat de precipitació emprats en el model hidrològic per a cada subconca es poden consultar a l'annex II Hidrologia.

El càlcul del hietograma de precipitació, un cop coneguda la P_d' i la corba IDF aplicable s'ha realitzat amb el mètode de blocs alternats.

2.2.3 Pèrdues de precipitació

Per a la determinació de les pèrdues de precipitació, la Guia Tècnica segueix el mètode desenvolupat pel SCS, en el qual es relaciona els grups hidrològics del sòl, l'ús del sòl i les característiques hidrològiques amb el nombre de corba, NC (valor invers a l'escolament). Per a cada subconca es calcula el nombre de corba (NC).



Epígraf	Descripció	Període	Època
QHt0	Graves, gravetes i sorres a sorres llimoses i argiles a sostre	Quaternari	Holocè
Qhac	Argiles amb sorres i llims amb còdols aïllats	Quaternari	Holocè
NM1	Gresos, fins i grollers de color marró alternats amb trams lutítics vermells-ocres	Neogen	Miocè
EBv2	Gresos, conglomerats i margues, amb predomini de gresos	Paleogen	Eocè
EBv3	Lutites roges i gresos fins amb intercalacions de conglomerats	Paleogen	Eocè
EPO	Lutites roges i gresos blanquinosos	Paleogen	Oligocè

Figura 3. Geologia de les conques d'estudi. GTI - Mapa Geològic de Catalunya 1:25000 (ICGC).

Respecte els grups hidrològics del sòl (GHS), tot i que la Guia Tècnica de l'ACA inclou aquesta classificació segons la cartografia del Mapa Geològic (1:250000), establint una equivalència entre la descripció litològica i el tipus de sòl. En el present estudi 'ha optat per utilitzar la informació del Mapa Geològic de Catalunya 1:25000 (ICGC) i la informació del Mapa de Sòls de Catalunya 1:250000 (ICGC), doncs s'ha considerat que és informació de més detall.

Els materials que afloren a les conques d'estudi són Quaternaris (Holocè), Neògens (Miocè) i Paleògens (Eocè i Oligocè). A partir d'aquesta informació s'ha obtingut la capa de grups hidrològics del sòl (GHS Figura 4).

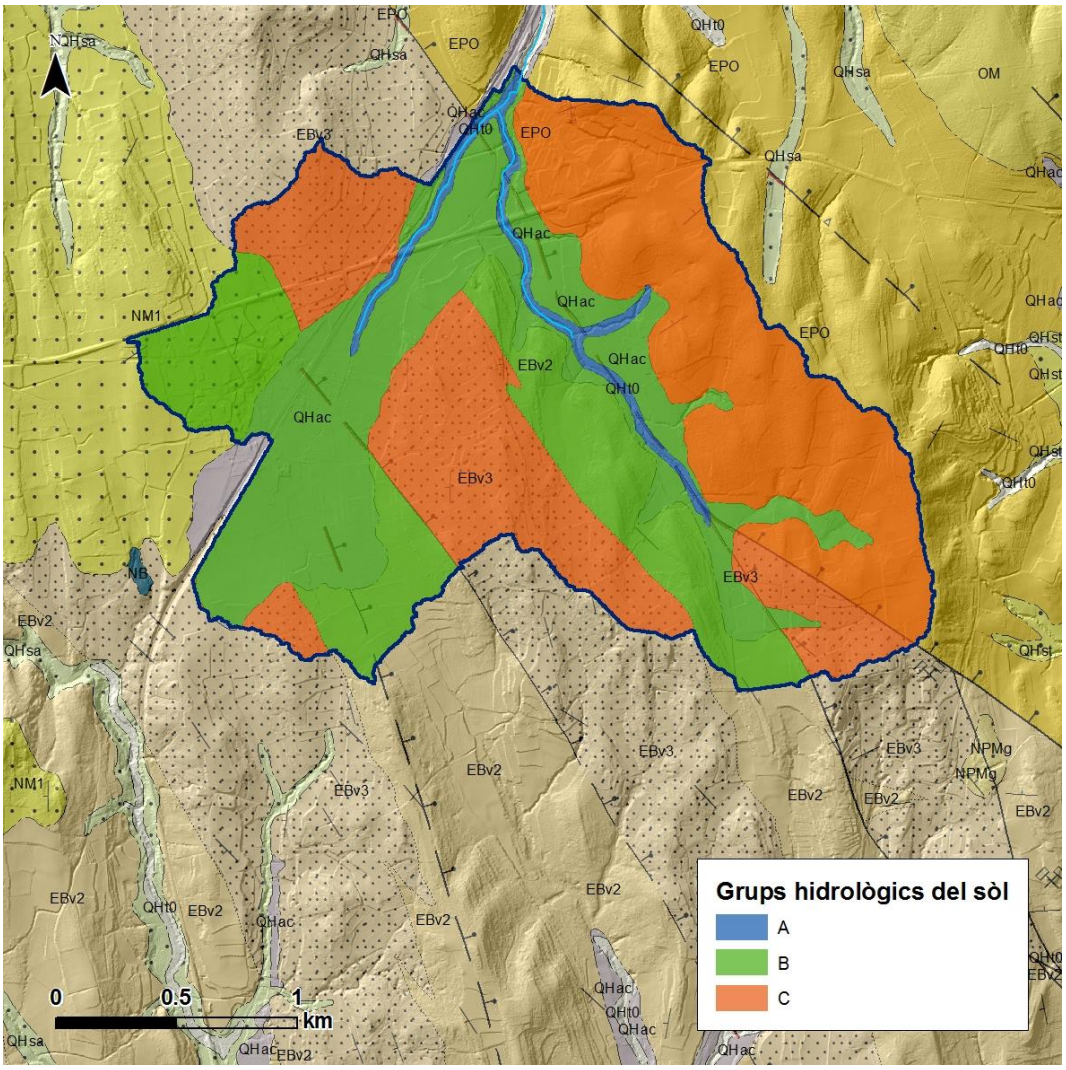


Figura 4. Zonificació segons grup de sòl. Representació sobre MGC 1:25000 (GT-I, ICGC).

Els principals usos del sòl que trobem a la zona d'estudi, segons el mapa de cobertes del sòl de Catalunya del CREAF (versió 4) són conreus. La Figura 5 mostra la zonificació segons els tipus del sòl.

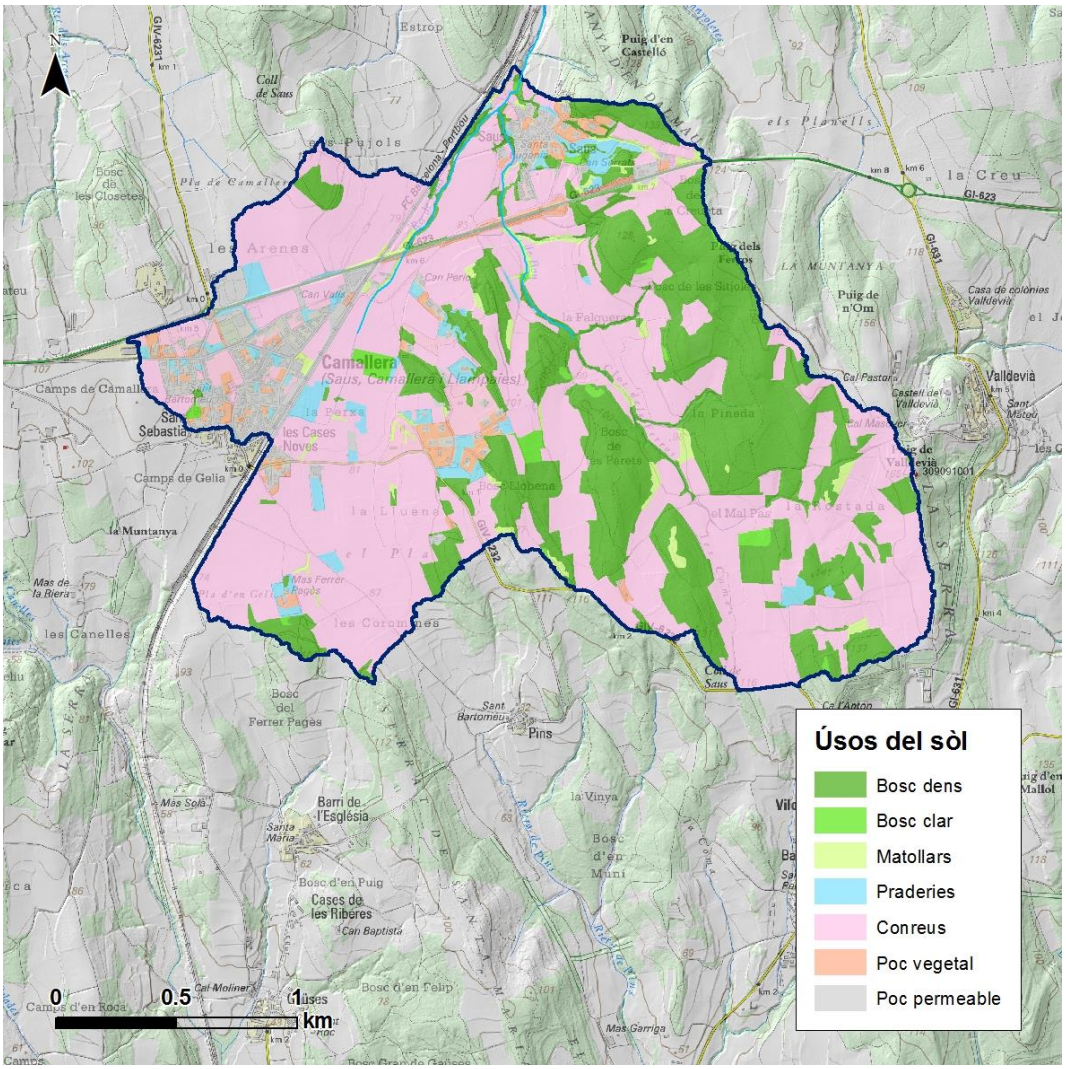


Figura 5. Zonificació segons els usos del sòl (font MCSC del CREAF). Representació sobre MTC Catalunya 1:25000 (ICGC).

La Figura 6 mostra la zonificació que resulta de recollir els criteris, ús del sòl (cobertura), el grup de sòl i subconca. El color és el del grup del sòl (blau, A, verd B, vermell C i marró D), i la tonalitat segons l'ús del sòl, més fosc és menys escolament (més retenció i/o infiltració) i més clar és més escolament.

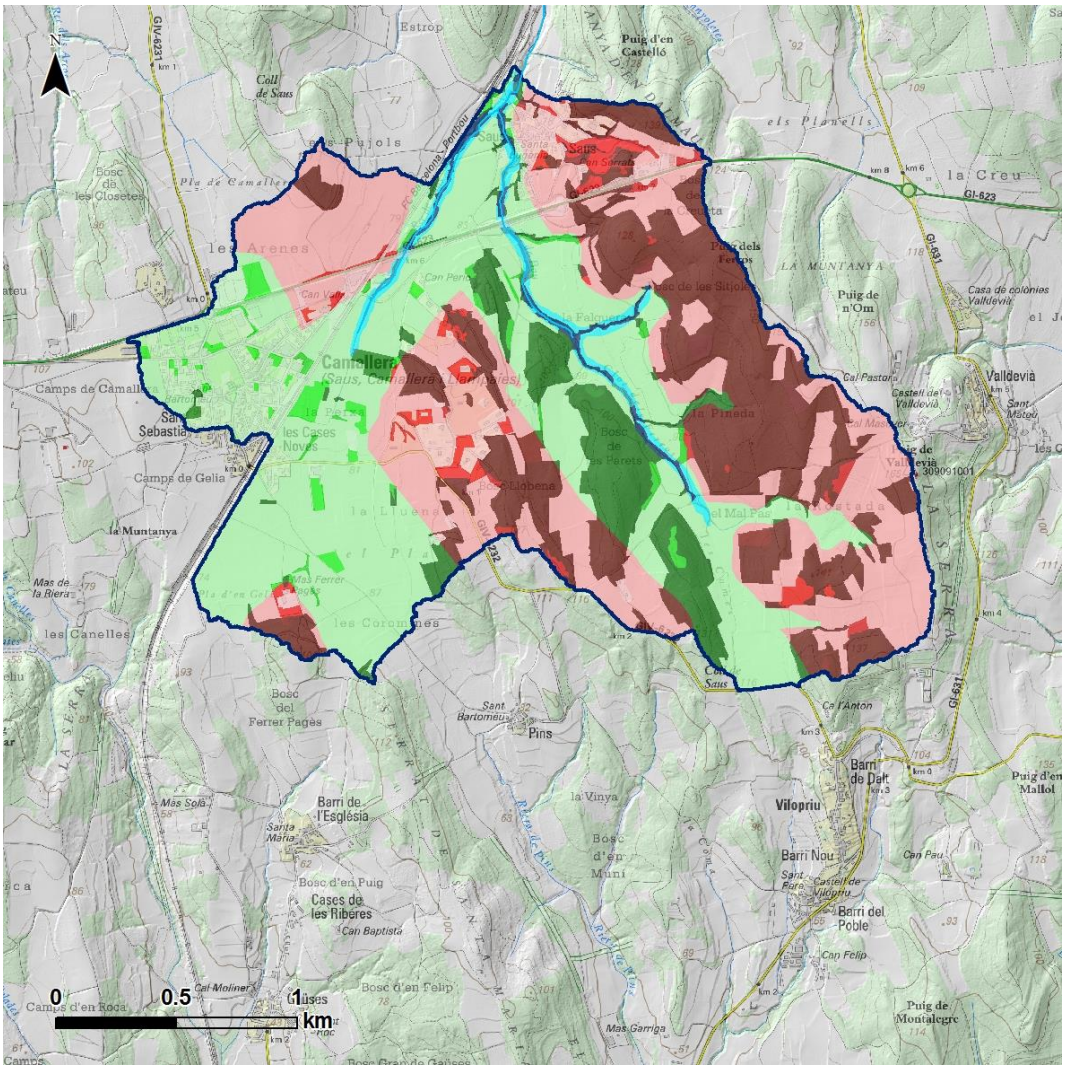


Figura 6. Zonificació que recull els tres criteris: ús de sòl, grup de sòl i subconca. Representació sobre MTC 1:25000 (ICGC).

A l'annex II Hidrologia es poden consultar les taules de distribució de la superfície de les diferents subconques, atenent a l'ús del sòl i el grup de sòl.

Els valors de NC i Po utilitzats en el càlcul hidrològic, són una estimació moderada, aquests valors es poden consultar a l'annex II Hidrologia.

2.2.4 Transformació pluja escorrentiu i mètode de propagació d'avingudes.

La hidrologia es modela amb el programa Hec-Hms, desenvolupat pel USACE. El mètode de transformació pluja escorrentiu que s'ha seguit és el mètode desenvolupat pel SCS, mètode que també recull la Guia Tècnica de l'ACA. S'obté un hidrograma adimensional, en el qual s'expressa la relació del cabal respecte al cabal punta, versus la relació entre el temps i el temps pic. La propagació d'avingudes s'ha modelat amb el mètode de propagació agregada de Muskingum-Cunge.

2.3 Càlcul de cabals

Els cabals obtinguts del model hidrològic Hec-Hms es mostren a la taula següent, corresponents al rec de Saus i el torrent del Bou al seu punt de confluència:

Cabals màxims (m3/s) i períodes de retorn				
Curs fluvial	**Àrea drenatge (km²)**	**MCO**	**T100**	**T500**
Rec de Saus aigües amunt del torrent del Bou	2.23	7.8	37.9	54.9
Torrent del Bou aigües amunt del rec de Saus	2.82	4.7	37.7	58.3

Taula 1. Cabals màxims (m³/s) obtinguts del model hidrològic Hec-Hms.

3 Càlcul hidràulic

S'ha optat per realitzar un únic model hidràulic bidimensional (realitzat amb el programari IBER) en règim variable, per obtenir les zones inundables del rec de Saus i el torrent del Bou, des d'aigües amunt del la carretera GI-623 fins el seu pas per la línia del ferrocarril (Figura 7).

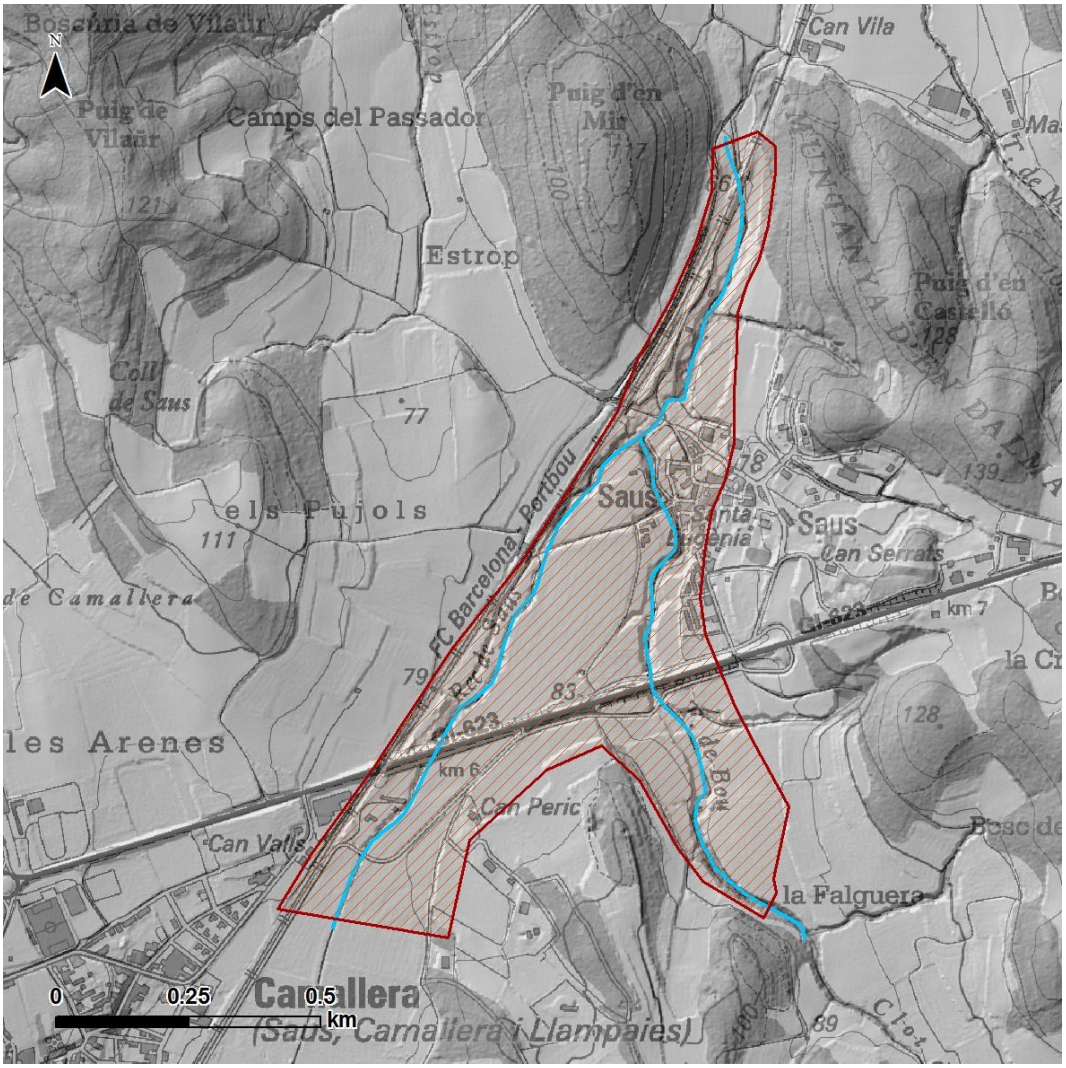


Figura 7. Àmbit des model hidràulic bidimensional que inclou el rec de Saus i el torrent de Bou. Representació sobre mapa topogràfic 1:25000 (ICGC).

Model hidràulic	Cursos fluvials inclosos	Tipus de Model	Períodes de retorn	Àrea (km²)
1	Rec de Saus i torrent de Bou	Bidimensional	MCO/100/500	0.5

Taula 2. Taula resum del models hidràulic bidimensional construit.

3.1 Model d'elevacions del terreny – Geometria de càlcul

Per a la modelització hidràulica, s'ha generat un model digital de superfície a partir de la següent informació geomètrica:

- LIDARCAT 2. Ràster cel·les de 2 metres, vol de l'any 2016.
- Topografia municipal 1 mil: àmbit urbà del nucli de Saus.
- Obres de fàbrica; informació recopilada en treball de camp.

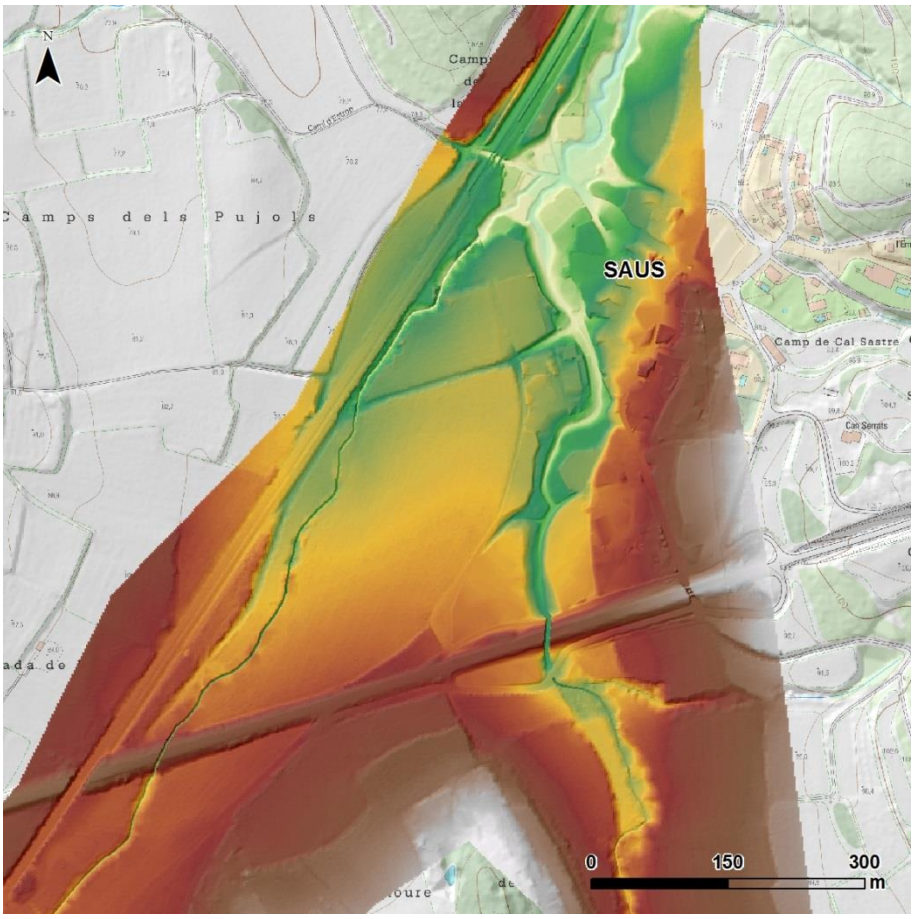


Figura 8. MDT LidarCat 2 amb els elements incorporats per generar la geometria de càlcul.

Els volums de les edificacions més significatives s'han extret de la malla de càlcul, per tal de representar-ne la seva possible obstrucció al flux.

3.2 Coeficients de rugositat

Per a l'assignació dels coeficients de rugositat de manning, s'ha emprat com a base la cartografia del mapa de cobertes del sol de Catalunya, modificada en base a les ortofotografies més recents. Els valors dels coeficients s'han obtingut de les equivalències establertes amb el SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España) de la *Guia Metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografia de Zonas*

Inundables (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). Els valors emprats i la seva representació es poden consultar a la Taula 3 i a la Figura 9.

Nom	Manning	Nom	Manning
Bosc Dens	0.07	Zones verdes viàries	0.04
Conreus	0.04	Urbà residencial	0.04
Matollars	0.06	Granges	0.04
Prats i herbassars	0.035	Grans vials	0.04
Arbrat urbà	0.09	Carreteres	0.035
Zones verdes artificials urbanes	0.04		

Taula 3. Coeficients de rugositat de Manning utilitzats en la modelització hidràulica.

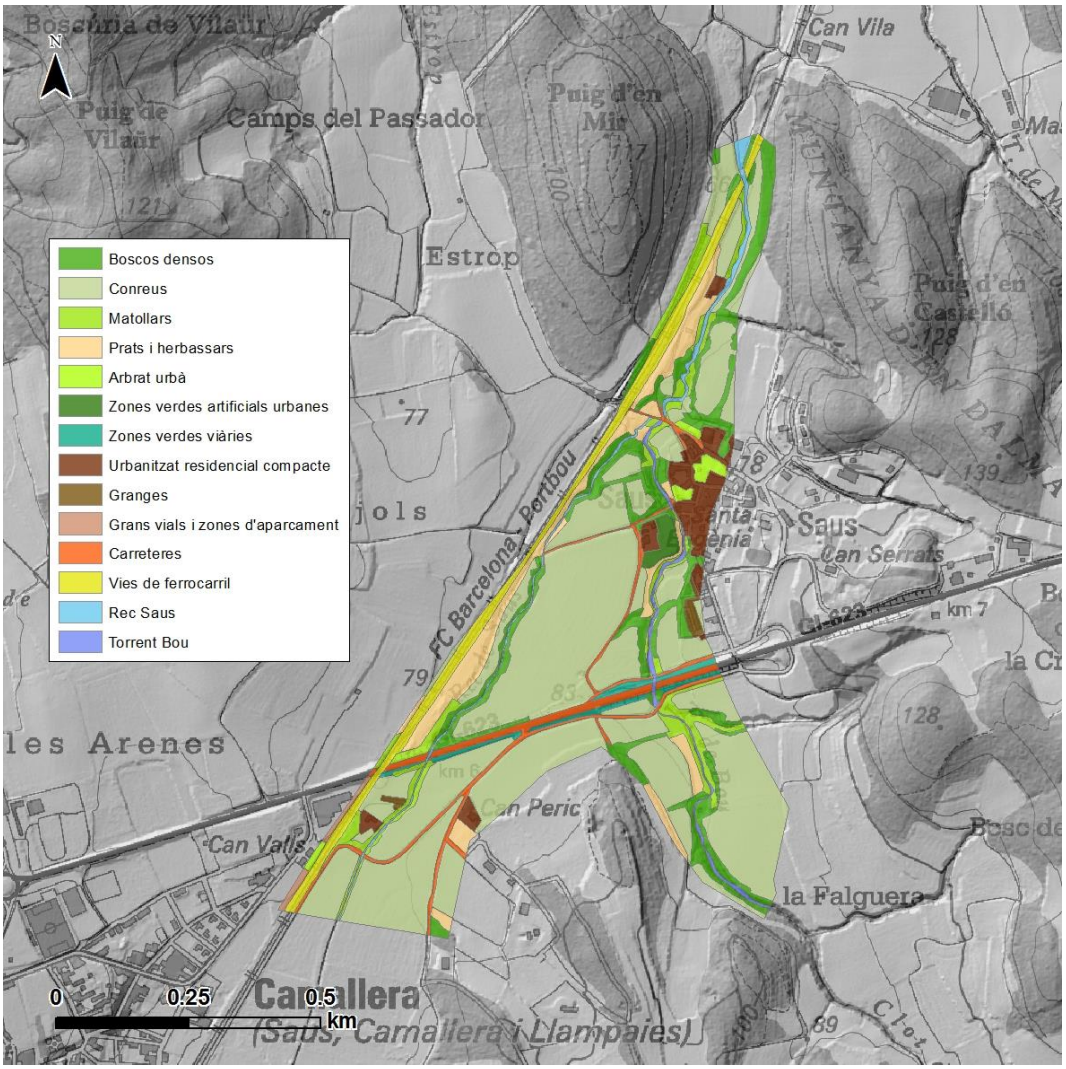


Figura 9. Detall de la distribució dels diferents usos del sòl a l'àmbit del model bidimensional del rec de Saus i el torrent de Bou. Representació sobre MTC 1:25000 de l'ICGC.

A la zona de la llera s'ha seguit el protocol de l'ACA per a estudis de detall mig, amb n multiparamètrica, basats en l'estudi *"Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Floodplains" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS) (veure Annex IV).*

Els valors dels paràmetres utilitzats a les lleres del rec de Saus i el torrent de Bou es mostren a la Taula 4.

	Rec de Sausl	Torrent de Bou
nb	0.03	0.03
n1	0.005	0.005
n2	--	--
n3	0.005	0.005
n4	0.007	0.008
m	1	1
Pendent Mig	0.0097	0.014
n	**0.047**	**0.048**

Taula 4. Coeficients de rugositat de Manning utilitzats a la zona de la llera del rec de Suas i el torrent del Bou. n2 ja es té en compte en el model hidràulic en els coeficients d'expansió i contracció.

A continuació es mostren algunes imatges de la llera dels cursos fluvials estudiats.



Figura 10. Vista de la llera del rec de Saus.



Figura 11. Vista de la llera del torrent de Bou.

3.3 Estructures hidràuliques transversals

S'han considerat un total de 8 estructures hidràuliques a la zona d'estudi (Taula 5).

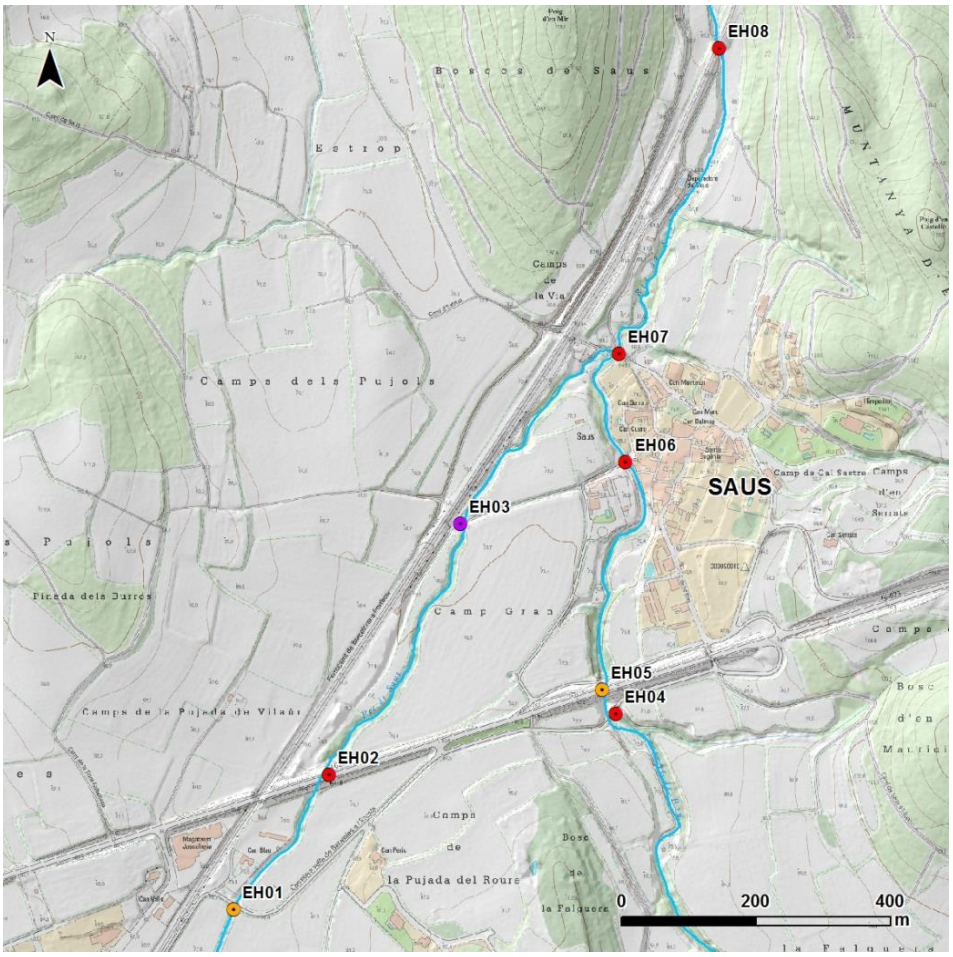


Figura 12. Localització de les estructures transversals valorades a l'estudi. Representació sobre mapa topogràfic de Catalunya 1:5000 (ICGC).

Riu	Estructura	Infraestructura	Tipus Estructura
Rec de Saus	EH01	Cta antiga Banyoles l'Escala	Pont
	EH02	Cta GI-623	Culvert
	EH03	Camí	Gual
Torrent de Bou	EH04	Cta antiga Banyoles a l'Escala	Culvert
	EH05	Cta GI-623	Pont
	EH06	Carrer	Culvert
	EH07	Camí d'Estrop	Culvert
	EH08	Ferrocarril Barcelona - Portbou	Culvert

Taula 5. Taula resum de les estructures hidràuliques considerades en el càlcul hidràulic. (PI-OD: pas inferior – obra de drenatge). Les coordenades són en el sistema ETRS 89 Fus 31

Les fitxes de les estructures hidràuliques es poden consultar a l'Annex III Estructures Hidràuliques transversals.

3.4 Hidrogrames de cabal

Els cabals màxims dels hidrogrames utilitzats en els diferents models hidràulics, per als períodes de retorn de mco, 100 i 500 anys es resumeixen a la següent taula.

CABAL m³/s	T MCO	T 100 ANYS	T 500 ANYS
Rec de Saus fins la confluència amb el torrent del Bou	7.8	37.9	54.9
Torrent del Bou fins la confluència amb el rec de Saus	4.7	37.7	58.3

Taula 6. Cabals màxims (m³/s) obtinguts del model hidrològic.

Els hidrogrames es poden consultar a l'Annex II. Hidrologia.

3.5 Condicions de contorn

Les condicions de contorn del model hidràulic es divideixen en les condicions de contorn d'entrada i sortida del model.

Les condicions d'entrada del model es refereixen als hidrogrames de cabal i les condicions de sortida s'ha optat per calat crític.

4 Resultats

4.1 Aspectes generals delimitació

Els resultats obtinguts s'han graficat en entorn SIG obtenint d'aquesta manera els plànols, amb la delimitació dels límits inundables per als períodes de retorn de mco, 100 i 500 anys (plànol 1), la zona de flux preferent i la zona inundable (plànol 2), els calats d'inundació per als 3 períodes de retorn estudiats (plànols 3, 4, 5) i la zonificació segons el RDPH (plànol 6).

Respecte a possibles afeccions a la zona urbana o urbanitzable pels torrents modelitzats:

- en l'àmbit del nucli de Saus hi ha edificacions que es troben afectades per la zona de flux preferent (ZFP) i la zona inundable (ZI), fet que es descriu en detall en l'apartat de punts singulars.

4.2 Límits inundables, ZFP i ZI

A continuació es mostren les figures dels límits inundables per als períodes de retorn de mco, 100 i 500 anys, la zona de flux preferent (ZFP) i la zona inundable (ZI). A l'annex I plànols es pot consultar la mateixa informació a escala 1:5.000.

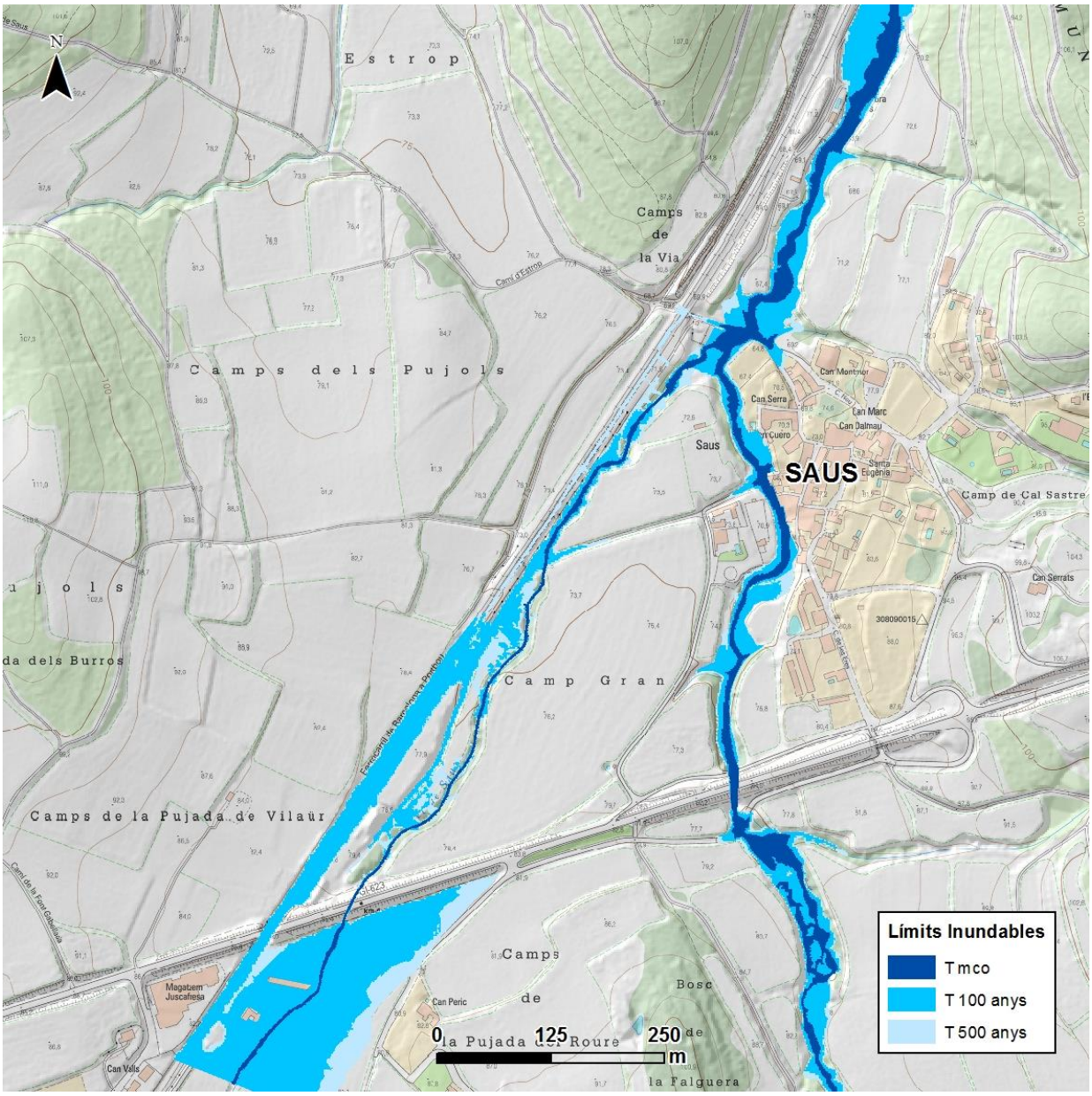


Figura 13. Esquema del mapa de zones inundables. Representació sobre mapa topogràfic 1:5000 de l'ICGC.

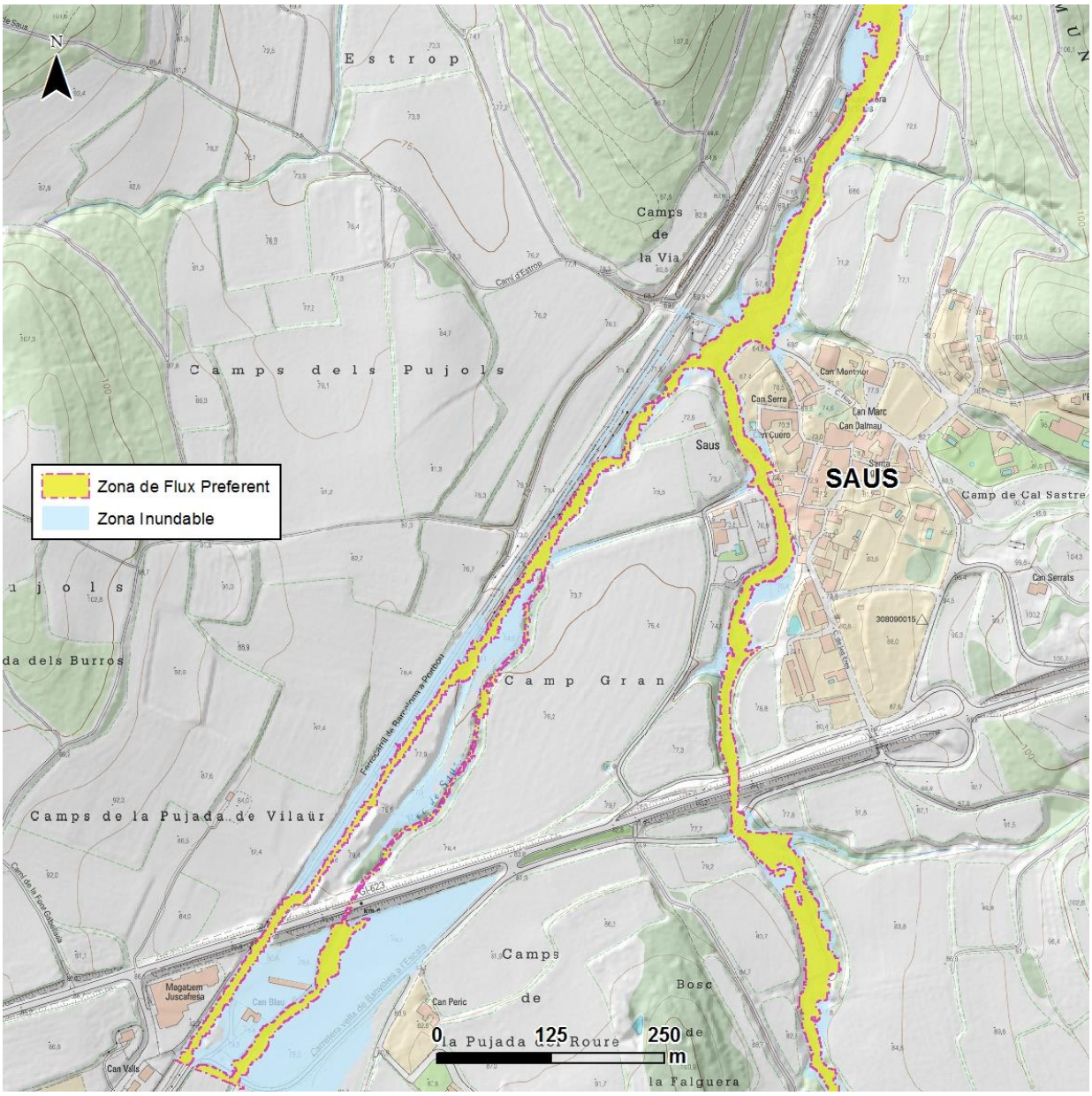


Figura 14. Esquema del mapa de la zona de flux preferent i zpna inundable. Representació sobre mapa topogràfic 1:5000 de l'ICGC.

4.3 Punts singulars

Els punts singulars detectats en les modelitzacions estan associades al torrent Bou, al seu pas pel nucli urbà de Saus.

El primer punt singular està associat al torrent (1 Figura 15), a la seva intersecció amb el carrer de baix. En aquesta zona, la línia de façana d'algunes cases del marge dret, es troba a pocs metres de la llera del torrent (parcialment modificada).

Les afectacions són per els períodes de retorn de màxima crescuda ordinària, 100 i 500 anys, amb el límit de la zona de flux preferent i el límit de la zona inundable a la línia de façana.

Els calats d'inundació són d'ordre mètric tant per al període de retorn de 100 anys (1-2 metres) com per el de 500 anys (2-4 metres) (Figura 16).

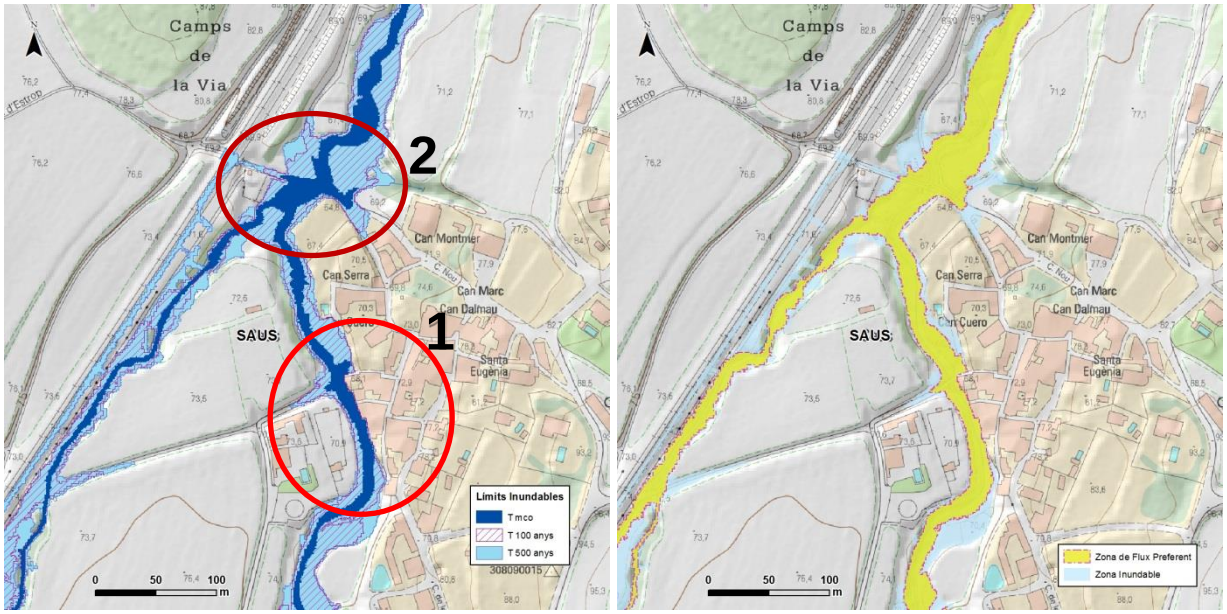


Figura 15. Límits inundables i zona de flux preferent a l'àmbit del nucli urbà de Saus. Representació sobre mapa topogràfic 1:5000 de l'ICGC.

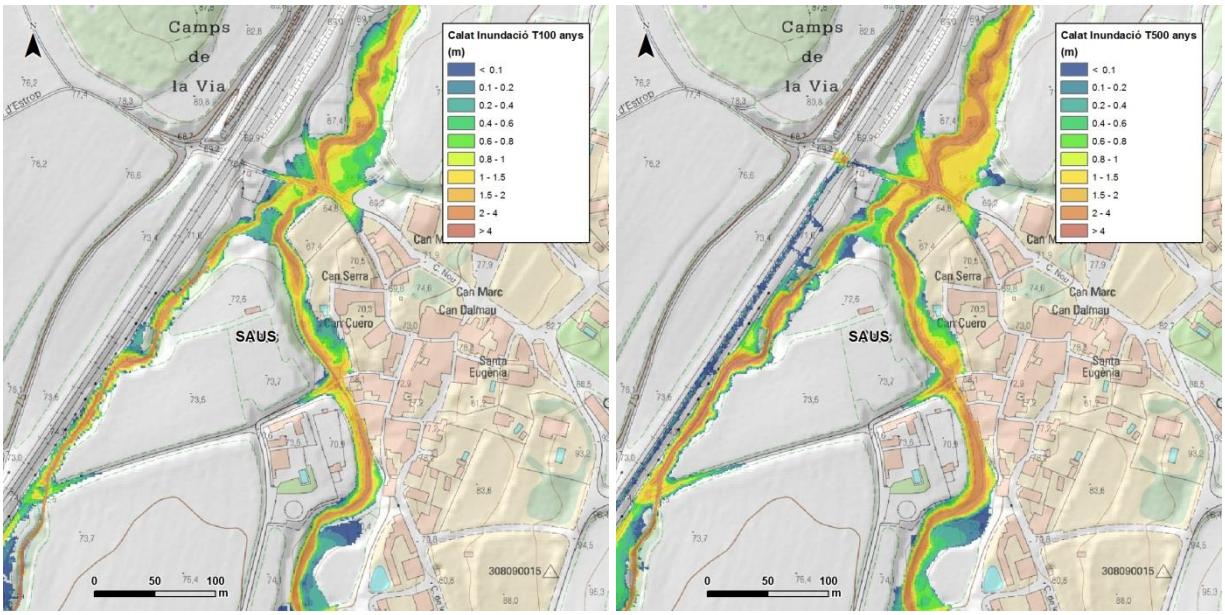


Figura 16. Calats d'inundació per al període de retorn de 100 anys i 500 anys a l'entorn del nucli urbà de Saus.. Representació sobre mapa topogràfic 1:5000 de l'ICGC.

A la zona de confluència del rec de Saus i el torrent de Bou (2 Figura 15), trobem afectacions a l'antic safareig, que es troba al mig de la llera del torrent de Bou, les afectacions inclouen també el carrer que intersecta amb el torrent, estenent-se la inundació fins el principi del carrer nou i el carrer de la font.

5 Consideracions finals

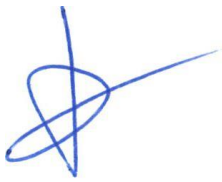
La regulació dels usos admissibles, limitats i prohibits en les diferents zones en que es divideix l'espai fluvial o la zona inundable queden establerts en el Reglament del Domini Públic Hidràulic, aprovat pel Reial decret 849/1986, d'11 d'abril, amb última modificació pel Reial decret 638/2016, de 9 de desembre.

A l'Annex V s'inclou un document resum dels usos a les zones inundables, redactat per el *Ministerio de Agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente*.

Les modelitzacions hidràuliques no inclouen l'efecte de transport sòlid, és a dir processos i/o efectes d'erosió i deposició de sediments.

Els resultats obtinguts en aquest estudi responen a unes hipòtesis de càlcul determinades, que en cas de veure's modificades, podrien fer variar els resultats finals.La documentació completa referent a aquest estudi s'annexa en format digital.

Barcelona, desembre de 2019



Joan Sunyer Closas

Geòleg

Vist i plau:

Jordi Marturià i Alavedra

Cap de la Unitat de Prevenció de Riscos Geològics

Vist i plau:

Pere Buxó i Pagespetit

Cap de l'Àrea de Geotècnia i Prevenció de Riscos Geològics

PLÀNOLS

ANNEXOS

PLÀNOLS

ANNEXOS

PLÀNOLS

ANNEXOS

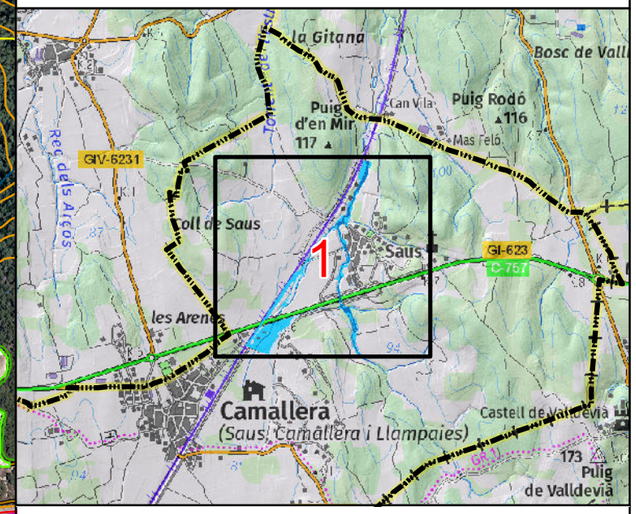
PLÀNOLS

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies
AI-0005/19

Desembre 2019

Tram: Rec de Saus i torrent del Bou al nucli urbà de Saus





Zones Inundables:

- Inundació per a T = MCO
- Inundació per a T = 100 anys
- Inundació per a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat del rec de Saus i el torrent del Bou, utilitzant MDT realitzat a partir de LIDARCAT 2 de cel·les de 2 metres i mapa urbà de Catalunya 1:1000.
Representació gràfica de resultats en plànol adjunt sobre ortofotografia de l'ICGC a escala 1:2500 versió 3.3 i topografia 1:5000 de l'ICGC.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabiliat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies

Plànol 1 - Zones inundables

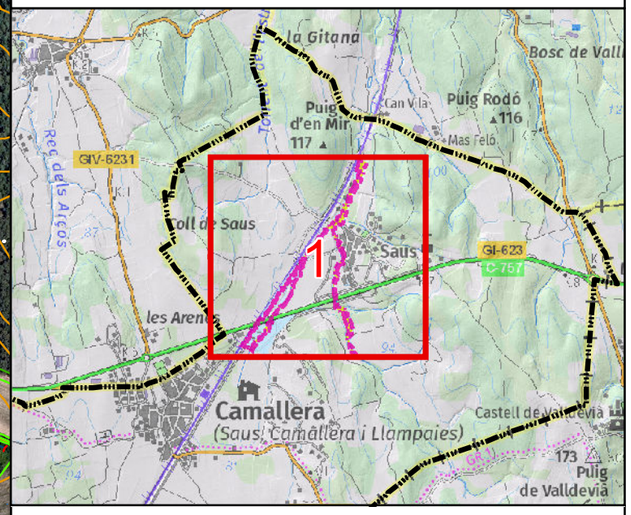
Full 1 de 1

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies
AI-0005/19

Desembre 2019

Tram: Rec de Saus i torrent del Bou al nucli urbà de Saus





Zona de Flux Preferent

Zona Inundable

Estudi d'inundabilitat del rec de Saus i el torrent del Bou, utilitzant MDT realitzat a partir de LIDARCAT 2 de cel·les de 2 metres i mapa urbà de Catalunya 1:1000.
Representació gràfica de resultats en plànol adjunt sobre ortofotografia de l'ICGC a escala 1:2500 versió 3.3 i topografia 1:5000 de l'ICGC.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies

Plànol 2
Zona de Flux Preferent i Zona inundable

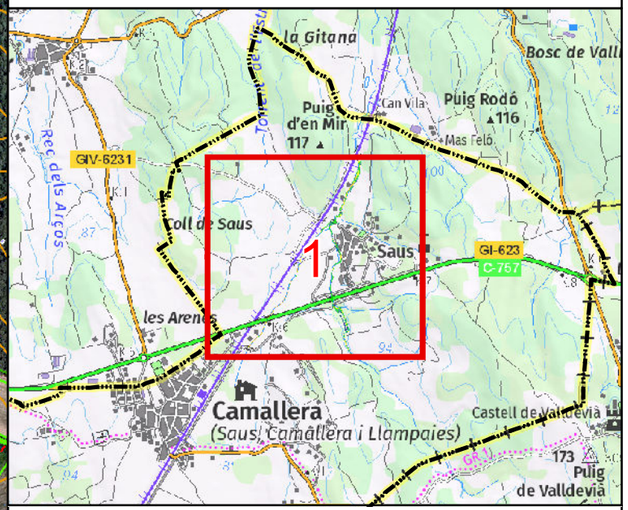
Full 1 de 1

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies
AI-0005/19

Desembre 2019

Tram: Rec de Saus i torrent de Bou al nucli urbà de Saus





Calats Inundació Tmco (m)

- < 0.1
- 0.1 - 0.4
- 0.4 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- > 4

Estudi d'inundabilitat del rec de Saus i el torrent de Bou, utilitzant MDT realitzat a partir de LIDARCAT 2 de cel·les de 2 metres i mapa urbà de Catalunya 1:1000.
Representació gràfica de resultats en plànol adjunt sobre ortofotografia de l'ICGC a escala 1:2500 versió 3.3 i topografia 1:5000 de l'ICGC.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camalleria i Llampaies

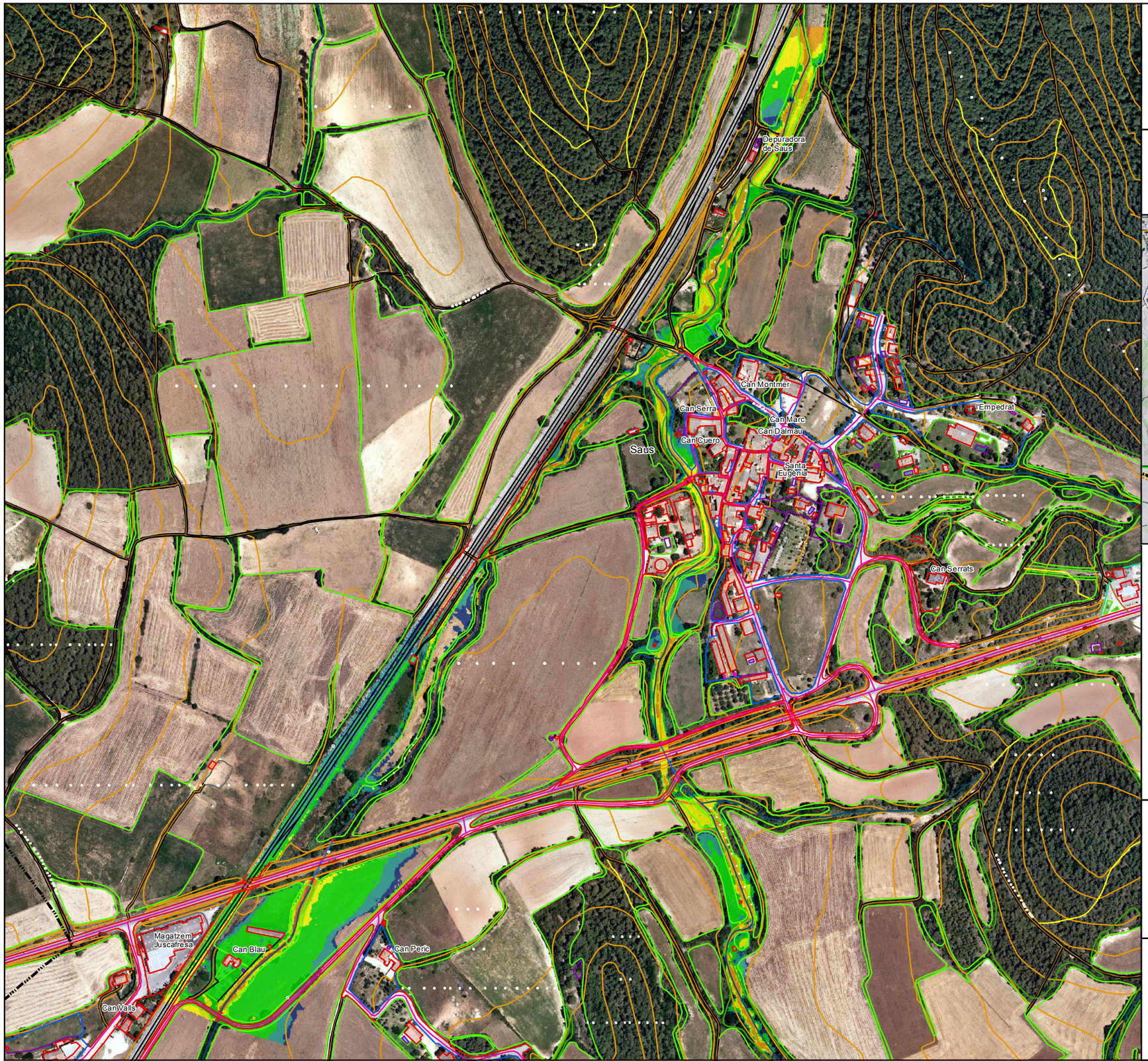
Plànol 3
Calat Inundació Tmco

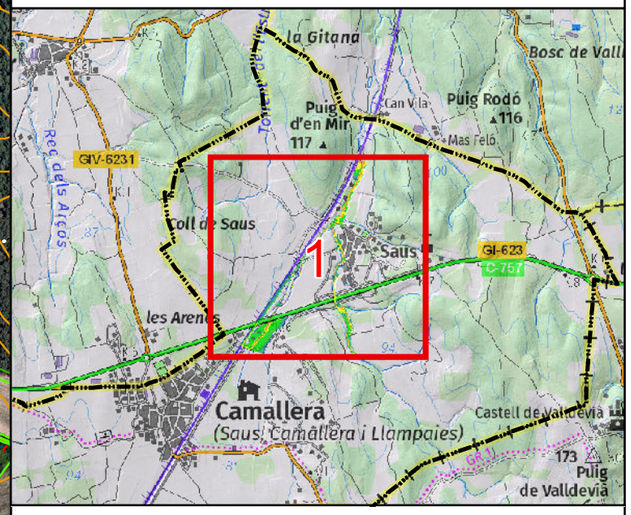
Full 1 de 1

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies
AI-0005/19

Desembre 2019

Tram: Rec de Saus i torrent de Bou al nucli urbà de Saus





Calats Inundació T100 anys (m)

- < 0.1
- 0.1 - 0.4
- 0.4 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- > 4

Estudi d'inundabilitat del rec de Saus i el torrent de Bou, utilitzant MDT realitzat a partir de LIDARCAT 2 de cel·les de 2 metres i mapa urbà de Catalunya 1:1000.
Representació gràfica de resultats en plànol adjunt sobre ortofotografia de l'ICGC a escala 1:2500 versió 3.3 i topografia 1:5000 de l'ICGC.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies

Plànol 4
Calat Inundació T100 anys

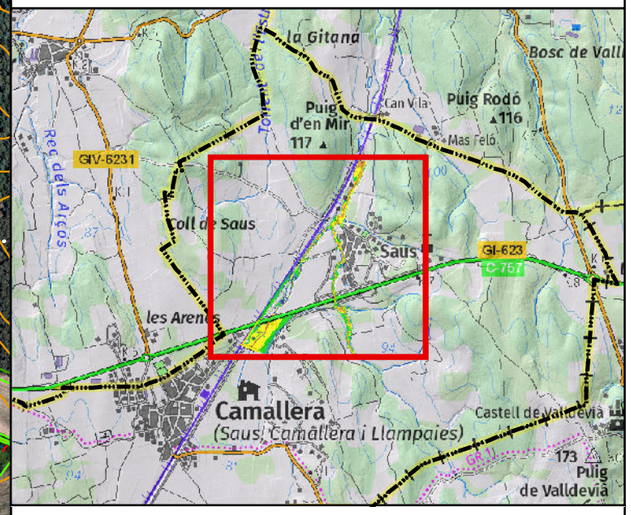
Full 1 de 1

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies
AI-0005/19

Desembre 2019

Tram: Rec de Saus i torrent del Bou al nucli urbà de Saus





Calats Inundació T500 anys (m)

- < 0.1
- 0.1 - 0.4
- 0.4 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- > 4

Estudi d'inundabilitat del rec de Saus i el torrent del Bou, utilitzant MDT realitzat a partir de LIDARCAT 2 de cel·les de 2 metres i mapa urbà de Catalunya 1:1000.
Representació gràfica de resultats en plànol adjunt sobre ortofotografia de l'ICGC a escala 1:2500 versió 3.3 i topografia 1:5000 de l'ICGC.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies

Plànol 5
Calat Inundació T500 anys

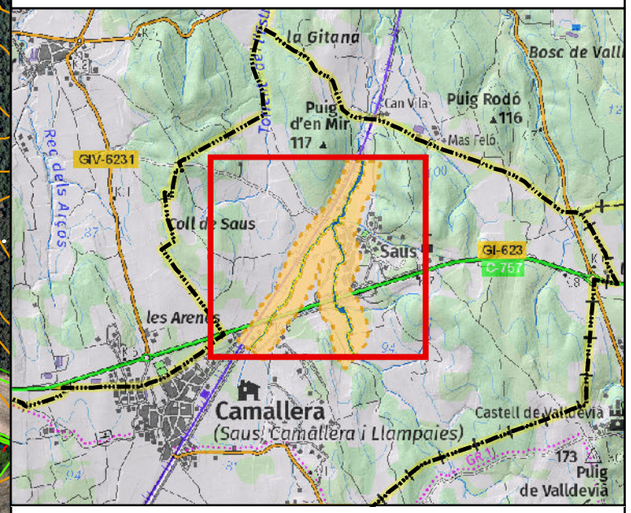
Full 1 de 1

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies
AI-0005/19

Desembre 2019

Tram: Rec de Saus i torrent del Bou al nucli urbà de Saus





- Domini Públic Hidràulic
- Zona de servitud
- Zona de policia

Estudi d'inundabilitat del rec de Saus i el torrent del Bou, utilitzant MDT realitzat a partir de LIDARCAT 2 de cel·les de 2 metres i mapa urbà de Catalunya 1:1000.
Representació gràfica de resultats en plànol adjunt sobre ortofotografia de l'ICGC a escala 1:2500 versió 3.3 i topografia 1:5000 de l'ICGC.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat del municipi de Saus, Camallera i Llampaies

Plànol 6
Zonificació segons RDPH

Full 1 de 1

ANNEXOS

Annex I. Resum metodològic

Per delimitar les zones inundables és necessària la realització de càlculs hidrològics i hidràulics. A partir del càlcul hidrològic es determinen els cabals d'avinguda per a cada conca o subconca, per als diferents períodes de retorn (màxima crescuda ordinària, 100 i 500 anys). El model hidràulic permet simular el funcionament de cadascun dels cursos fluvials per a cada cabal, obtenint d'aquesta manera els límits inundables associats a un determinat període de retorn.

La metodologia que s'ha emprat per la delimitació de les zones inundables és la que es recull a la Guia Tècnica de *Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local* de l'ACA (2003), incloent algunes variacions validades per l'ACA en estudis previs.

La modelització hidràuliques s'han realitzat considerant en flux d'aigua clara, sense incloure l'efecte de la mobilització i/o deposició de sediments.

1.1 Hidrologia

L'objectiu principal de la modelització hidrològica és obtenir les dades de cabal per poder dur a terme la simulació hidràulica. En els casos en que es disposi d'informació bibliogràfica de cabals d'avinguda, validats per l'ACA, aquests seran els que s'utilitzaran en la modelització hidràulica i en alguns casos poden ser utilitzats per a calibrar models hidrològics propis.

La modelització hidrològica es realitza amb el programari Hec-HMS, desenvolupat pel *US Army Corps of Engineers (USACE),* utilitzant el mètode de transformació pluja escorrentiu desenvolupat pel Soil Conservation Service (SCS) dels EEUU (actualment *Natural Resources Conservation Services, NRCS*).

A partir de la combinació d'una pluja de projecte, les característiques hidromorfomètriques de les conques dels cursos fluvials en estudi, les característiques litològiques, tipus i usos del sòl de l'àmbit d'estudi, s'obté la informació d'escorrentiu superficial, que permet determinar els hidrogrames de cabal per als diferents períodes de retorn en estudi.

La pluja de projecte s'obté de dades disponibles del Ministerio de Fomento, del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) o de l'ACA.

La informació hidromorfomètrica de les conques d'estudi, s'obté d'un model d'elevacions del terreny (MET) de pas de malla de 5 metres o de pas de malla de 2 metres, de l'ICGC. Aquesta informació inclou l'àrea, la longitud del fons de vall, la cota màxima i mínima, el pendent i el temps de concentració de les conques i subconques en estudi.

La caracterització del terreny és fa en base a la cartografia Geològica disponible de l'ICGC (Mapa Geològic de Catalunya 1:250000, Mapa Geològic de Catalunya 1:50000 o Mapa Geològic de Catalunya 1:25000), del Mapa de Sòls de Catalunya 1:250000 (ICGC) i del Mapa de Cobertes del sòl de Catalunya (MCSC) del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals de Catalunya (CREAF) de la Universitat Autònoma de Catalunya. Aquesta caracterització permet determinar el Nombre de Corba (NC), que defineix el grau de permeabilitat i el llindar d'escorrentiu de les conques o subconques en estudi.

Segons el *United States Department of Agriculture (USDA)* dels EEUU aquests són els diferents grups hidrològics de sòl:

- Grup A: sòls amb potencial baix d'escorrentiu en condicions d'humitat alta. Presenten percentatges d'argila inferiors al 10% i percentatges superiors al 90% de sorra o grava, amb textures de grava o sorra. També s'hi poden incloure alguns sòls amb textures arenofranques, francoarenoses, franques o francollimoses, si estan ben agregats, amb densitat aparent baixa o presenten percentatges superiors al 35% de fragments de roca.

- Grup B: sòls amb potencial d'escorrentiu moderadament baix en condicions d'humitat alta. Presenten percentatges d'argila d'entre el 10% i el 20% i d'entre el 50% i el 90% de sora, amb textures francoarenoses o arenofranques. També s'hi poden incloure sòls amb textures franques, francollimoses llimoses i francoargil·loarenoses si estan ben agregades, amb baixa densitat aparent o un percentatge superior al 35% de fragments de roques.

- Grup C: sòls amb un potencial d'escorrentiu moderadament alt en condicions d'humitat alta. La circulació de l'aigua a través del sòl es troba una mica restringida. Presenten percentatges d'argila d'entre el 20% i el 40%, amb percentatges de sorra inferiors al 50% i textures franques, francollimoses, francoargil·loarenoses, francoargiloses i francolargil·lollimoses. Sòls amb textures argiloses, argil·lollimoses o argil·loarenoses poden ser-hi inclosos si presenten una densitat aparent baixa o un percentatge superior al 35% de fragments de roques.

- Grup D: sòls amb potencial d'escorrentiu alt en condicions d'humitat alta. La circulació de l'aigua a través del sòl està restringida o molt restringida. Els percentatges d'argila són superiors al 40%, els de sorra inferiors al 50% i presenten textures argiloses. En algunes zones poden presentar potencials d'expansió-contracció alts. També queden inclosos en aquest grup els sòls amb potències inferiors als 50 cm i un basament impermeable.

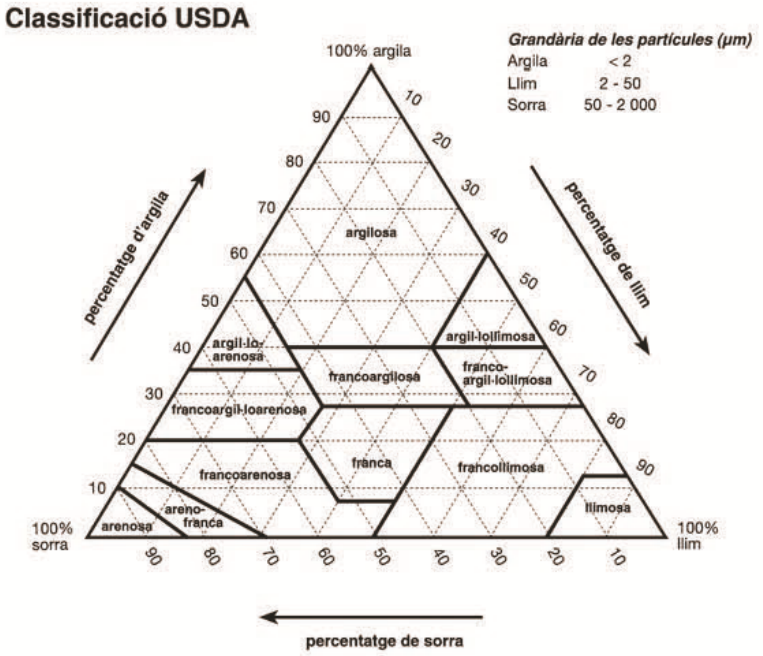


Figura 1. Textures bàsiques associades a la descripció dels tipus de sòl (adaptat de la USDA).

Per a la propagació dels hidrogrames d'avinguda entre les diferents subconques del sistema, obtinguts de la transformació pluja escorrentiu, s'utilitza el mètode de propagació agregada de Muskingum-Cunge.

En els casos en que es disposi d'informació bibliogràfica de cabals d'avinguda, validats per l'ACA, aquests seran els que s'utilitzaran en la modelització hidràulica i en alguns casos poden ser utilitzats per a calibrar models hidrològics propis.

1.2 Hidràulica

Per a la modelització hidràulica, en primera instància i en funció de les característiques geomorfològiques i la forma com es distribueixen els volums d'aigua en diferents escenaris d'inundació, es determinarà el tipus de modelització: unidimensional o bidimensional.

En la simulació unidimensional, s'utilitza el programari Hec-Ras, desenvolupat per *l'US Army Corps of Engineers (USACE)*, que permet recollir i discretitzar la informació del terreny en un seguit de seccions transversals a l'eix dels cursos fluvials en estudi. El càlcul hidràulic que permet determinar les zones inundables es fa en règim permanent.

En la simulació bidimensional, s'utilitza el programari IBER, desenvolupat per l'Institut Flumen de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) en col·laboració amb altres grups d'investigació d'àmbit universitari, que permet discretitzar l'àmbit d'estudi amb una malla de triangles i/o quadrilàters als que s'assignen diferents variables pel càlcul. El càlcul hidràulic es realitza en règim gradualment variat sempre que és possible.

En ambdós casos, un cop delimitats els límits del model, es necessita informació geomètrica i característica del terreny (coeficients de rugositat del terreny) i els cabals d'avinguda per a cada període de retorn en estudi.

La informació geomètrica del terreny s'obté o d'un model d'elevacions del terreny (MET) LIIDARCAT de l'ICGC, de pas de malla de 2 metres o d'un model digital de superfície obtingut a partir de la cartografia topogràfica municipal a escala 1:1000.

La informació dels coeficients de rugositat de Manning, s'obtenen, per a les zones de la plana d'inundació, del MCSC del CREAF, mentre que les dades de rugositat de la llera s'obtenen emprant la metodologia basada en l'estudi *"Guide of selecting Manning's roughness coeficients for natural channel and floodplains"* del *United States Geological Survey* (USGS).

Cal definir unes condicions de contorn, d'entrada i sortida, del model hidràulic. Les condicions de contorn d'entrada venen condicionades pels cabals de càlcul, obtinguts del model hidrològic. Per els càlculs unidimensionals es tracta de cabals màxims (al ser simulacions en règim permanent) i per als càlculs bidimensionals s'utilitzen hidrogrames de cabal (al ser simulacions en règim gradualment variat).

Respecte les condicions de contorn del model, aquestes venen determinades pel tipus de règim (ràpid o lent), la informació a l'entorn del model (per exemple l'existència d'un embassament) i la distància al límit del model de la zona d'interès.

En les simulacions hidràuliques també cal considerar l'efecte en la inundabilitat de les estructures hidràuliques i dels edificis en zones urbanes.

La informació de les estructures hidràuliques, s'obté d'informació bibliogràfica o de dades de camp. Tant en els models 1D com 2D, s'introdueix aquesta informació per tal que el càlcul reflecteixi el seu efecte en l'evolució de la inundabilitat al seu entorn

Respecte les zones urbanes i en els models bidimensionals, l'efecte d'obstrucció al pas del flux que produeixen els edificis es representa extraient-ne el volum corresponent de la malla de càlcul del model.

1.3 Tractament de resultats

Per als cursos fluvials estudiats, del model hidràulic s'obtenen malles en format ràster amb els valors de calats d'inundació per als períodes de retorn estudiats (màxima crescuda ordinària, 100 i 500 anys), a partir dels quals s'obtenen els límits de les zones inundables en format vectorial.

Per al període de retorn de 100 anyys, cal afegir la informació de velocitats del flux per tal d'obtenir la zona de flux preferent.

Aquests resultats de calats (Y) i velocitats (V), es processen per tal d'obtenir els mapes de perillositat per al període de retorn de 100 anys i els límits inundables corresponents pels períodes de retorn de MCO, 100 i 500 anys.

Per l'obtenció de les cobertures finals s'utilitza la metodologia definida per l'ACA, en la qual es defineixen tres categories de perillositat: lleu, moderada i greu:

- Perillositat lleu ➔ $Y < 0.4$ m i $V < 0.4$ m/s ó $Y \times V < -8$ m²/s
- Perillositat moderada ➔ $Y \geq 0.4$ m i $V \geq 0.4$ m/s ó $Y \times V \geq -8$ m²/s
- Perillositat greu ➔ $Y \geq 1$ m i $V \geq 1$ m/s ó $Y \times V \geq 0.5$ m²/s

Segons el Reial Decret 638/2016, de 9 de desembre de 2016, cal definir la zona de flux preferent, la qual és el resultat de la combinació de la Via d'intens Desguàs (VID) i la zona de perillositat greu per al període de retorn de 100 anys.

El format d'entrega de la informació dels límits inundables i la perillositat és el vectorial (shapefile o cad). La informació de calats d'inundació, per als models unidimensionals, es pot consultar amb els gràfics de les seccions transversals i les taules de dades associades, mentre que per als models bidimensionals es poden consultar als plànols de calats d'inundació per a cada període de retorn.

Cal tenir en compte que els resultats obtinguts s'extreuen en base a unes hipòtesis de càlcul determinades, que en cas de veure's modificades, podrien fer variar els resultats finals.

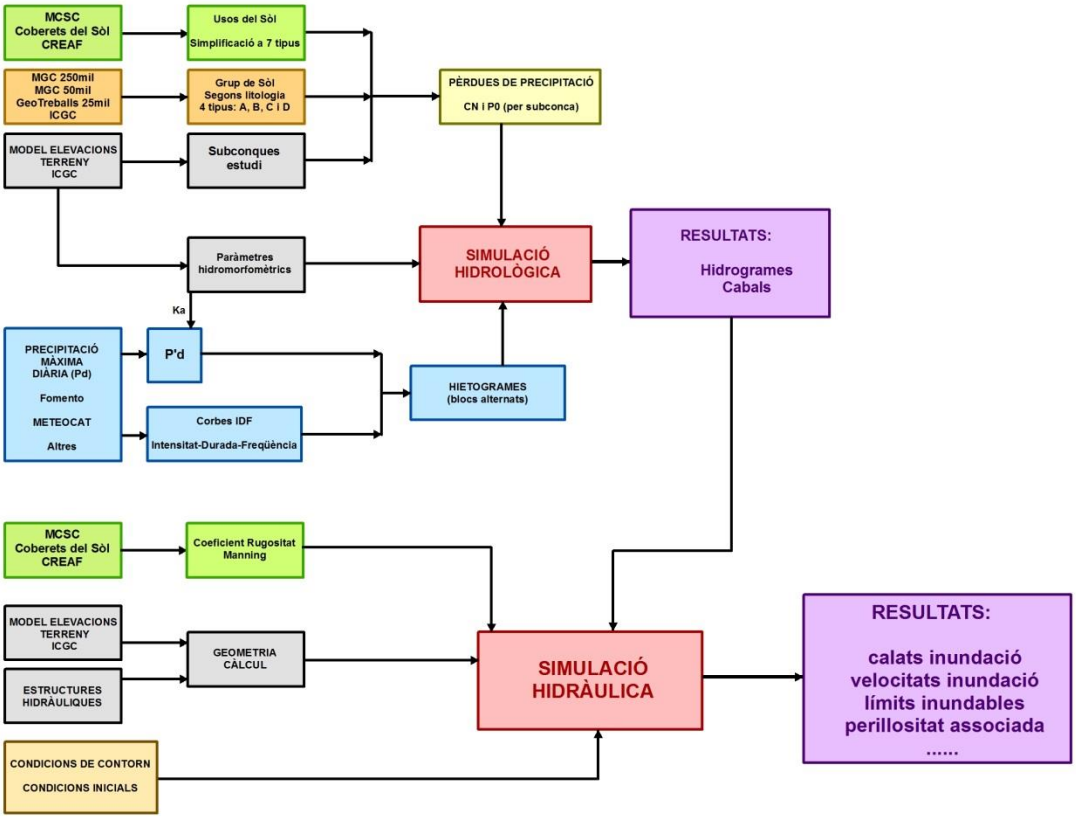


Figura 2. Diagrama resum del flux de treball.

Annex II. Hidrologia

Delimitació de subconques

Paràmetres hidromorfomètrics

Mapa Geològic de Catalunya 1:25000

Grups Hidrològics del Sòl

Mapa de Cobertes del Sòl

Intersecció GHS-MCSC

Taules de dades de precipitacions

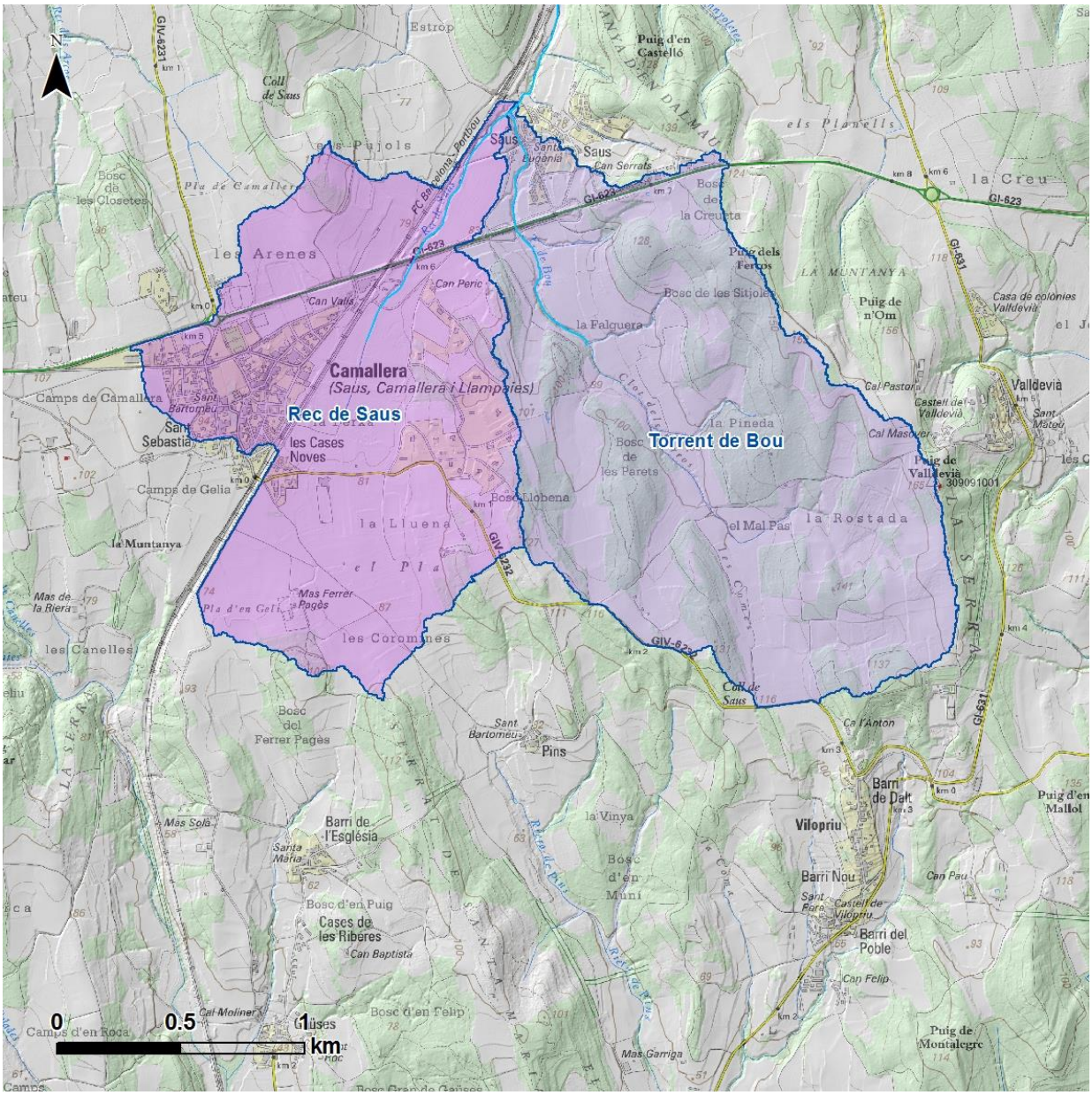
Taules de distribució. Usos del sòl – Grup de sòl

Valors de CN i Po

Taules resum resultats Hec-Hms

Hidrogrames cabals rec Saus i torrent Bou

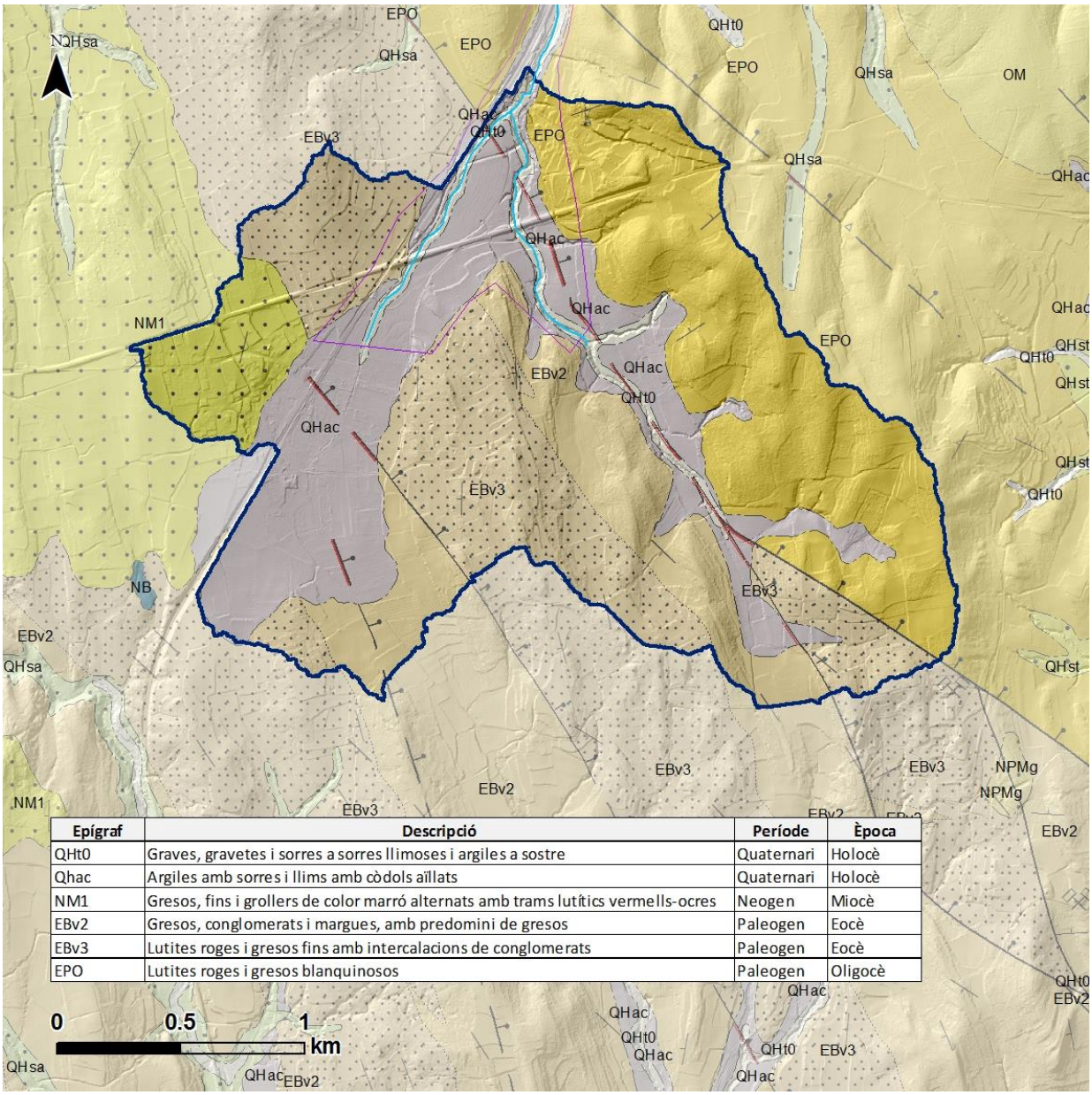
Subconques model hidrològic



Paràmetres hidromorfomètrics

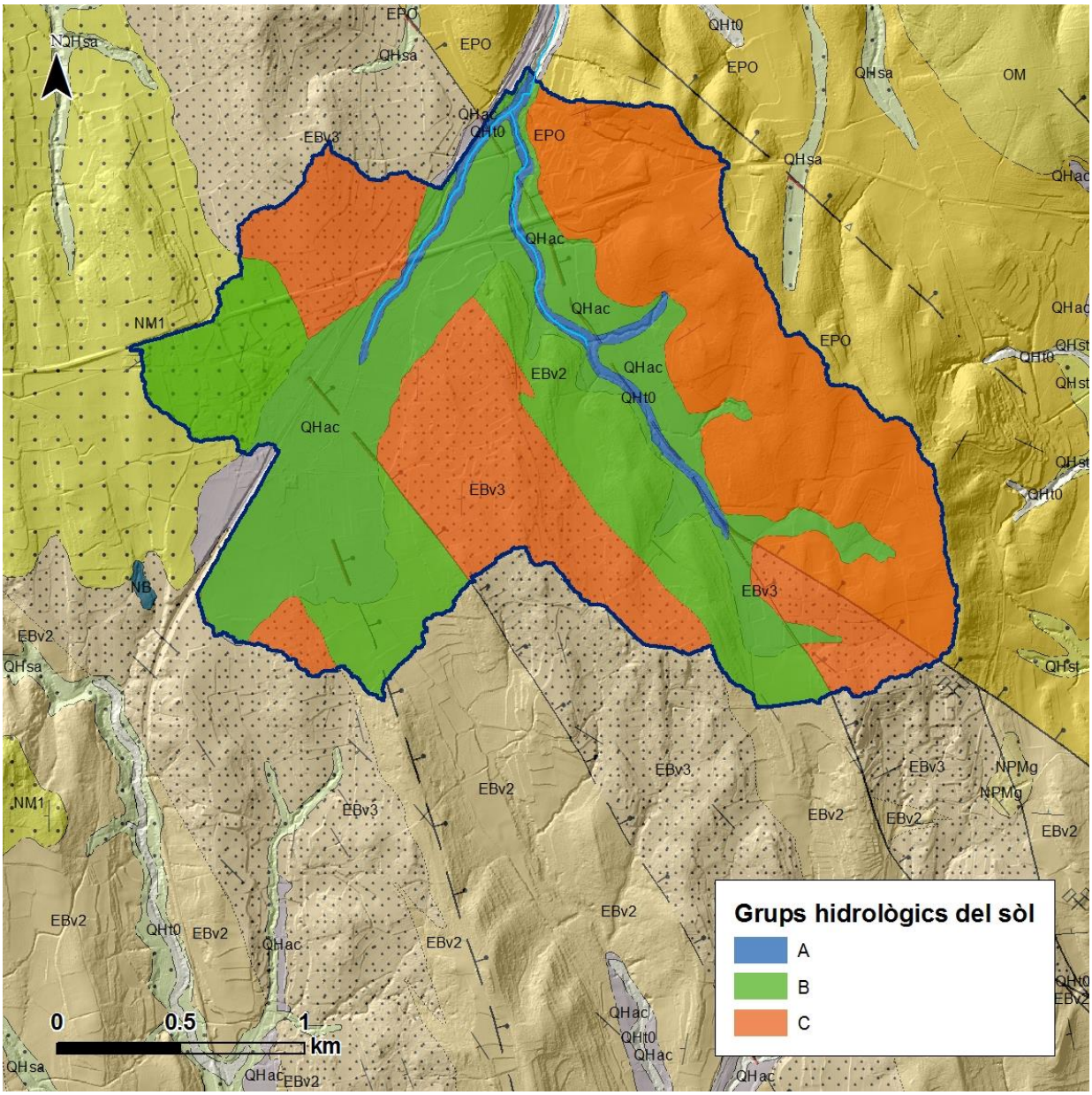
Curs Fluvial	ID Conca	A (km2)	KA	Cota Màx (msnm)	Cota Mín (msnm)	Longitud (m)	Pendent (m/m)	Temps Tc (h)]	Temps Tlag (min)
Rec de Saus	1	2.23	0.98	119.4	64.2	3400	0.016	1.66	31
Torrent de Bou	2	2.82	0.97	154	64.2	3850	0.023	1.71	32

Mapa Geològic de Catalunya 1:25000 (ICGC)

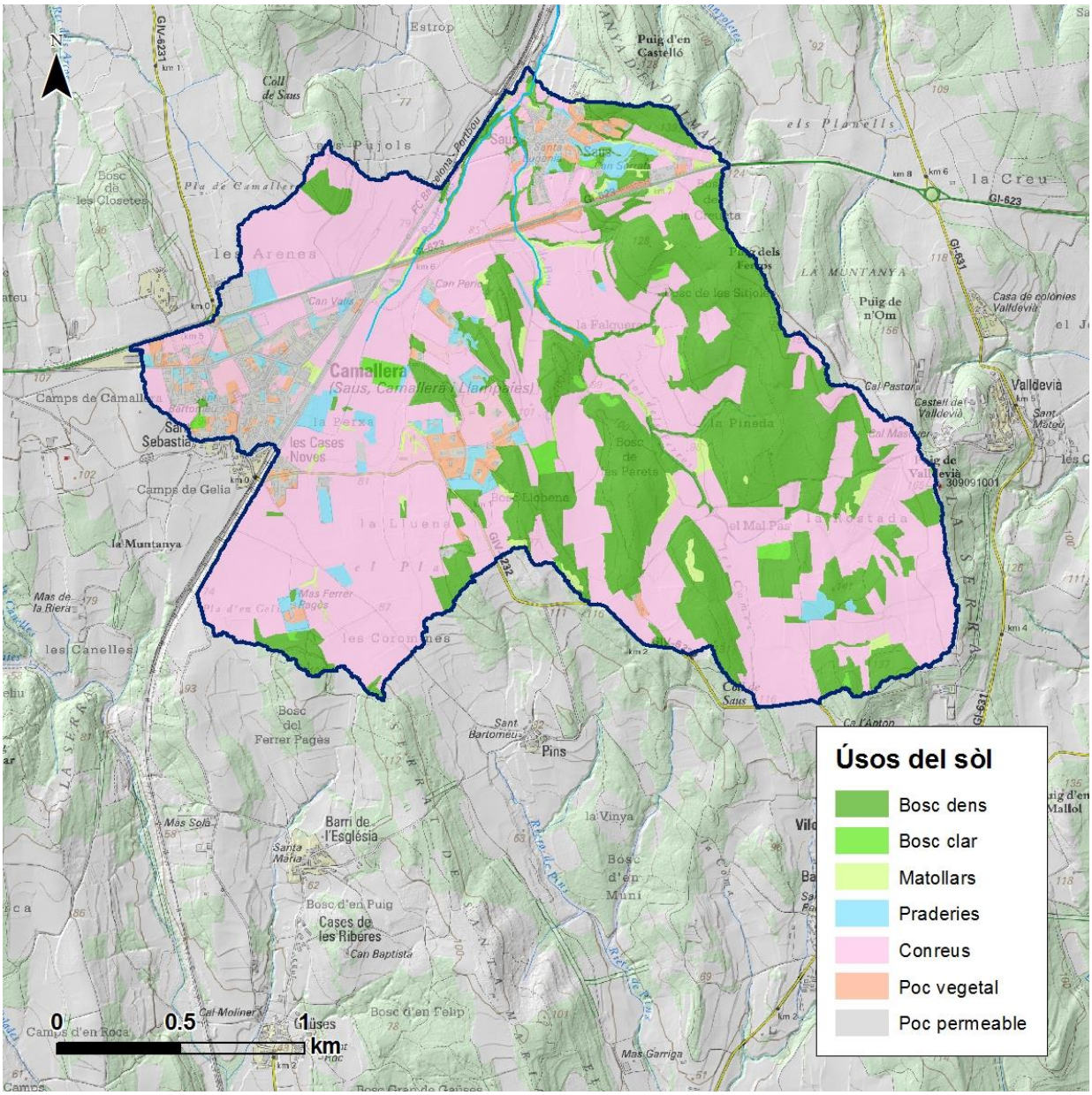


Epígraf	Descripció	Període	Època
QHt0	Graves, gravetes i sorres a sorres llimoses i argiles a sostre	Quaternari	Holocè
Qhac	Argiles amb sorres i llims amb còdols aïllats	Quaternari	Holocè
NM1	Gresos, fins i grollers de color marró alternats amb trams lutítics vermells-ocres	Neogen	Miocè
EBv2	Gresos, conglomerats i margues, amb predomini de gresos	Paleogen	Eocè
EBv3	Lutites roges i gresos fins amb intercalacions de conglomerats	Paleogen	Eocè
EPO	Lutites roges i gresos blanquinosos	Paleogen	Oligocè

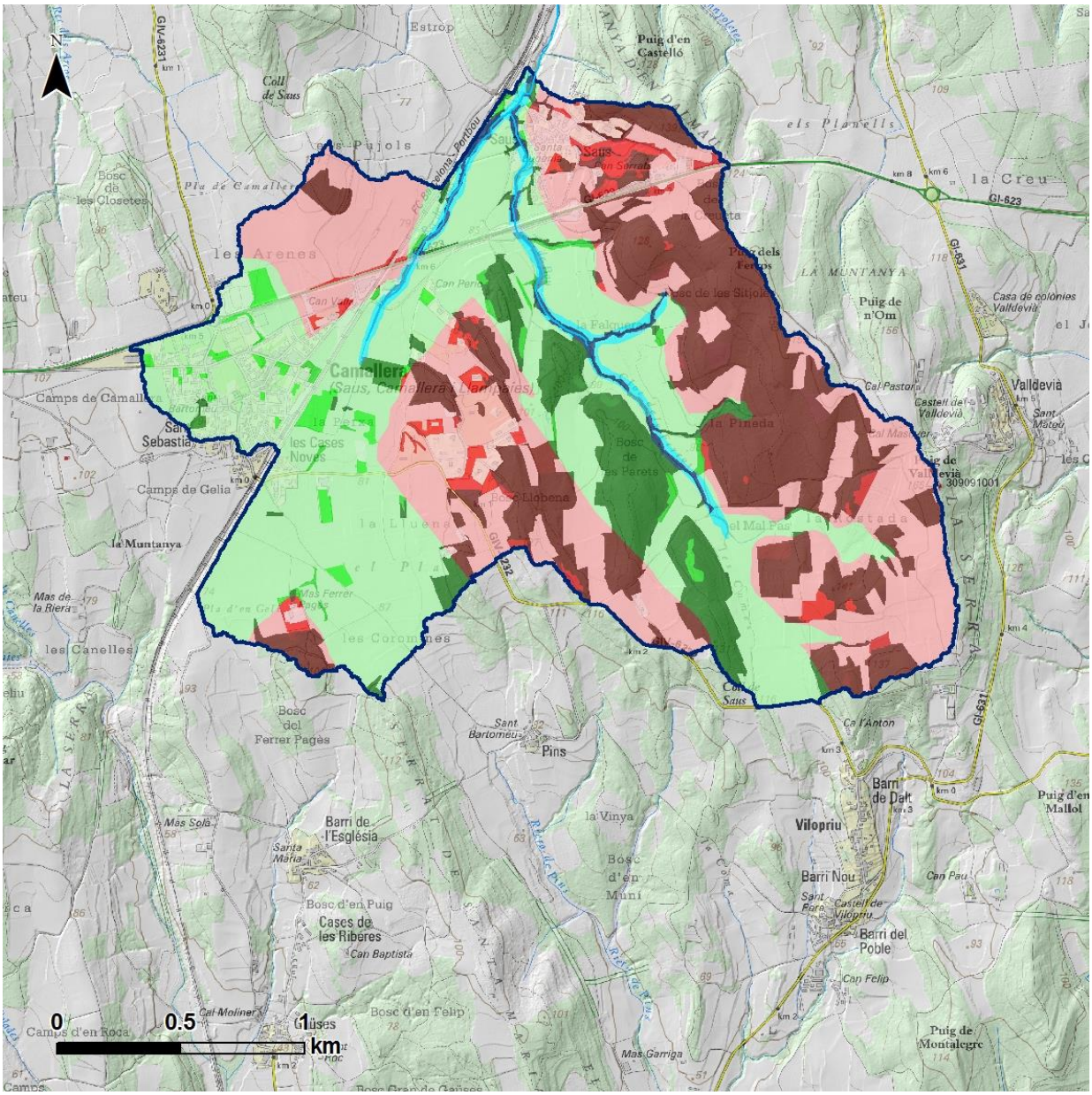
Grups Hdirològics de Sòl



Úsos del Sòl-MCSC (CREAF)



Intersecció GHS–MCSC



Per a cada grup de sòl i cada ús de sòl, la Taula 1 recull els valors adoptats del nombre de corba NC, en condicions d'humitat de tipus II (condicions normals).

Ús sòl	Grup sòl	Nombre de Corba NC	
		Estimació moderada	Estimació conservadora
Bosc dens	A	29	36
	B	43	52
	C	54	62
	D	60	68
Bosc clar	A	36	40
	B	52	60
	C	62	69
	D	68	76
Matollar	A	40	45
	B	60	68
	C	69	78
	D	76	83
Praderia	A	42	49
	B	60	68
	C	74	85
	D	79	85
Conreu	A	54	66
	B	68	77
	C	78	85
	D	82	89
Poc vegetat	A	71	77
	B	78	86
	C	82	89
	D	86	93
Poc permeable	A	91	96
	B	91	96
	C	91	96
	D	91	96

Taula 1. Valors del nombre de corba NC adoptats

La relació entre el P_0(llindar d'escorrentiu a partir del qual es produeix escorrentiu superficial) i l'NC utilitzada habitualment a la Península és la proposada per Témez:

$$P_0 = \frac{5000}{NC} - 50$$

On P_0 és el llindar d'escorrentiu que s'expressa en mm, i *NC* el nombre de corba, és adimensional.

Taules de dades de precipitació

Intensitat de disseny i precipitacions màximes considerades

ID CONCA	KA	Pd			P'd				Id		
		MCO	T100	T500	MCO	T100	T500	Tc	MCO	T100	T500
1	0.98	81	215	287	79.1	210	280.3	1.66	26.4	70.1	93.6
2	0.97	80	214	286	77.6	207.6	277.4	1.71	25.5	68.2	91.1

Taules de distribució. GHS-MCSC

Distribució en hectàrees de superfície

Ús sòl	Grup sòl	Subconques	
		1	2
Bosc dens	A	1.5	3.8
	B	-	0.1
	C	0.5	0.9
	D	-	0.1
Bosc clar	A	2.7	5.3
	B	0.1	0.1
	C	0.2	0.1
	D	4.5	32.7
Matollar	A	1.7	0.6
	B	1.6	2.7
	C	7.1	0.2
	D	94.9	62.8
Praderia	A	3.7	1.0
	B	24.6	1.4
	C	15.2	86.0
	D	0.1	2.7
Conreu	A	1.1	2.9
	B	4.8	1.9
	C	49.9	71.5
	D	3.7	1.9
Poc vegetat	A	5.3	3.1
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
Poc permeable	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-

Distribució percentual de superfície

Ús sòl	Grup sòl	Subconques	
		1	2
Bosc dens	A	0.01	0.01
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
Bosc clar	A	0.01	0.02
	B	-	-
	C	-	-
	D	0.02	0.12
Matollar	A	0.01	-
	B	0.01	0.01
	C	0.03	-
	D	0.42	0.22
Praderia	A	0.02	-
	B	0.11	-
	C	0.07	0.31
	D	-	0.01
Conreu	A	0.01	0.01
	B	0.02	0.01
	C	0.22	0.25
	D	0.02	0.01
Poc vegetat	A	0.02	0.01
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
Poc permeable	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-

Valors de CN i Po

		Estimació moderada		Estimació conservadora		Estimació mitja		Tlag (min)
Codi HMS	ID Conca	CN	Po	CN	Po	CN	Po	
	1	71.5	20	78.3	13.8	74.9	16.9	31
	2	62.8	29.6	66.7	25	64.8	27.3	32

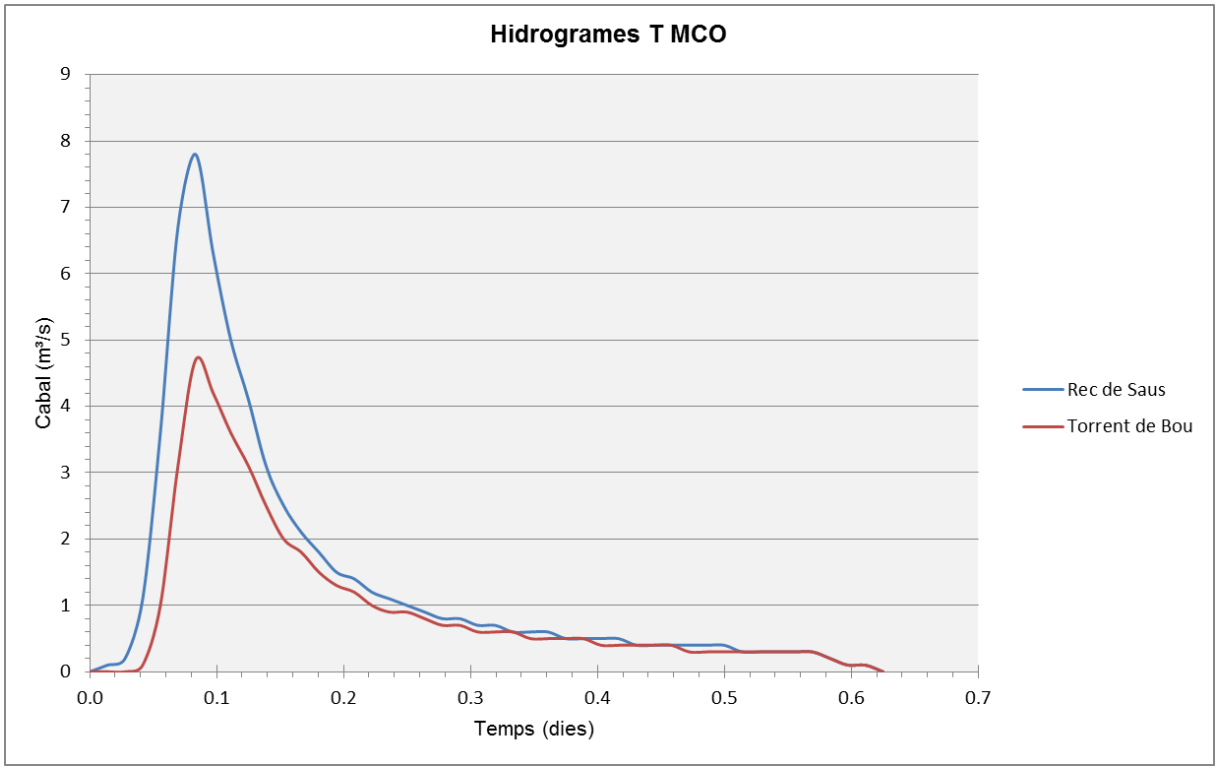
Taual Resum Resultats Hec-HMS

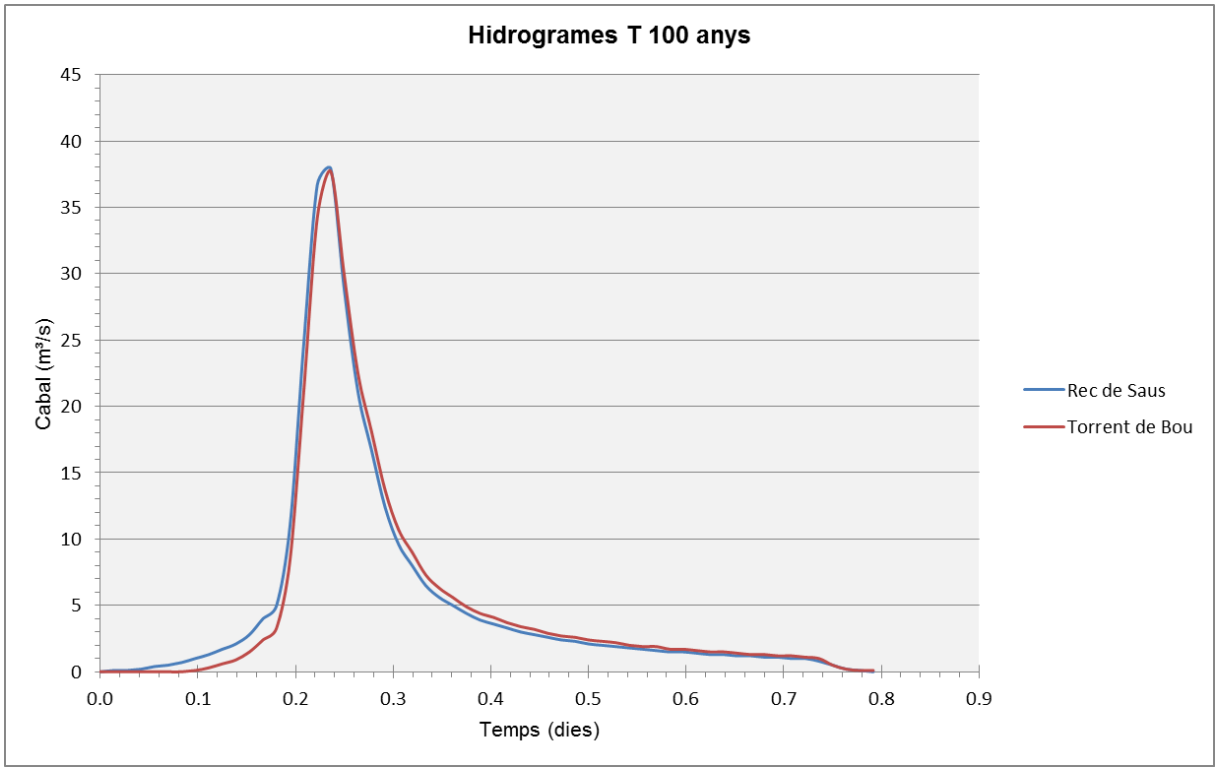
RESULTATS T mco ANYS			
ID Conca	**Àrea drenatge (km²)**	**Cabal punta (m³/s)**	**Volum (mm)**
1	2.23	7.8	235.69
2	2.82	4.7	195.14

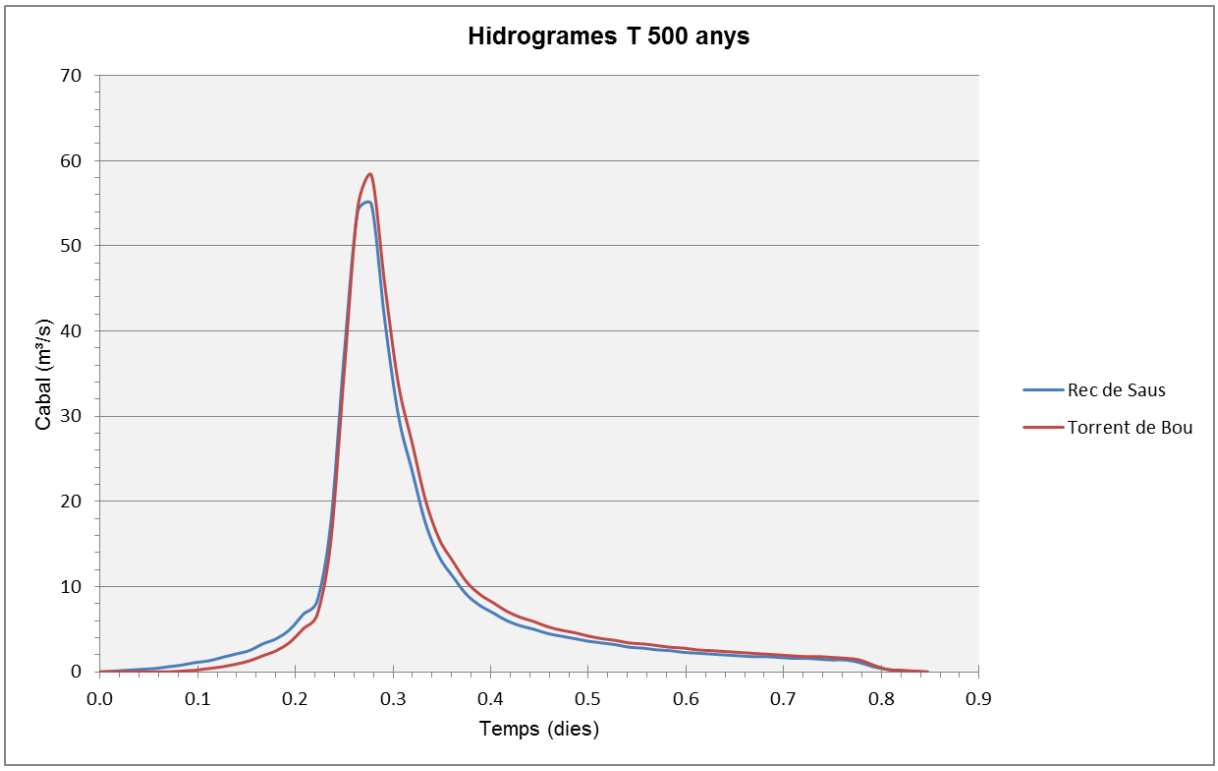
RESULTATS T 100 ANYS			
ID Conca	**Àrea drenatge (km²)**	**Cabal punta (m³/s)**	**Volum (mm)**
1	2.23	37.9	160.58
2	2.82	37.7	125.91

RESULTATS T 500 ANYS			
ID Conca	**Àrea drenatge (km²)**	**Cabal punta (m³/s)**	**Volum (mm)**
1	2.23	54.9	235.69
2	2.82	58.3	195.14

Hidrogrames de cabal del rec de Saus i el torrent de Bou

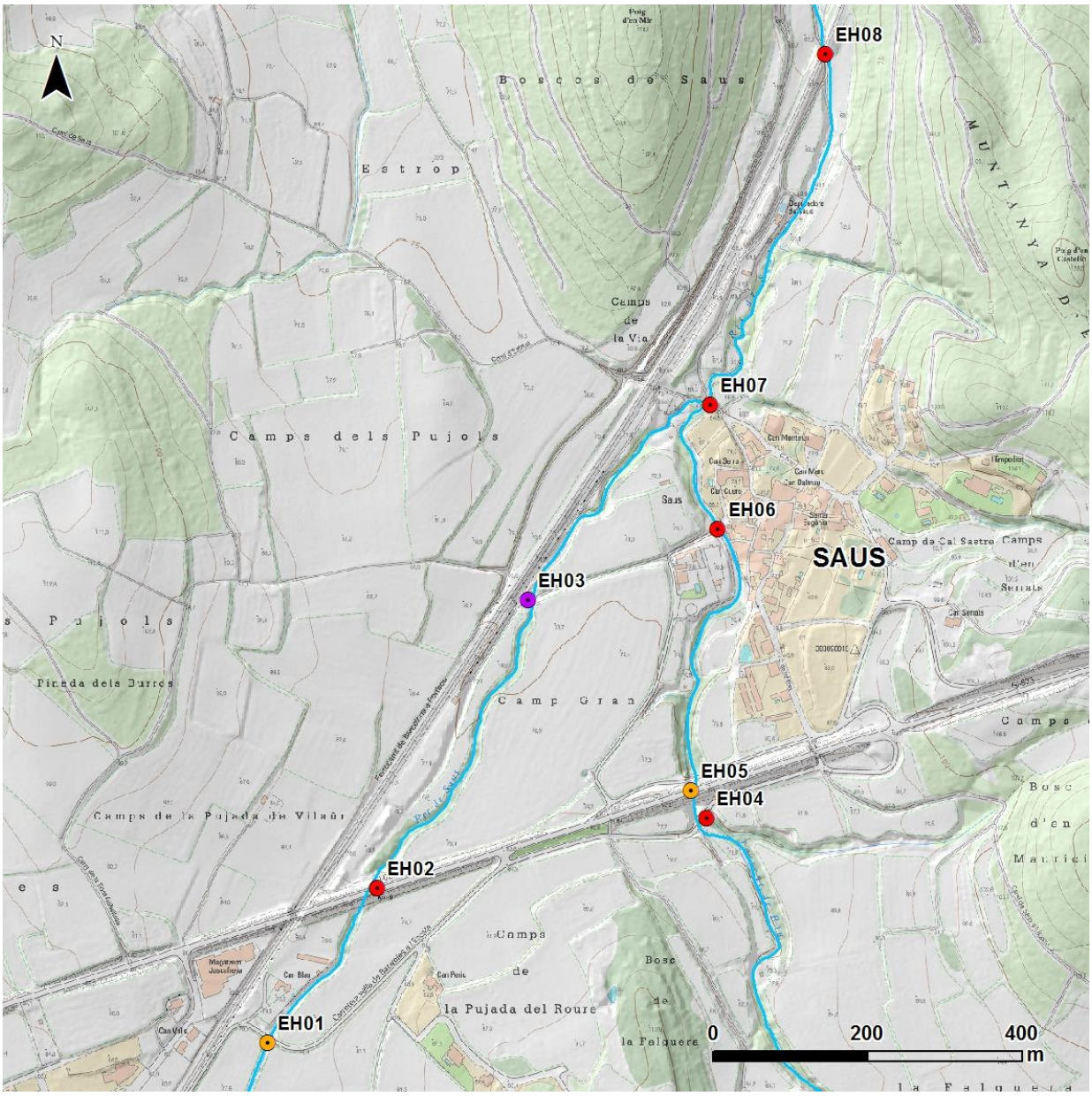





Hidrogrames T 500 anys
Cabal (m³/s)
70
60
50
40
30
20
10
0
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
Temps (dies)
Rec de Saus
Torrent de Bou

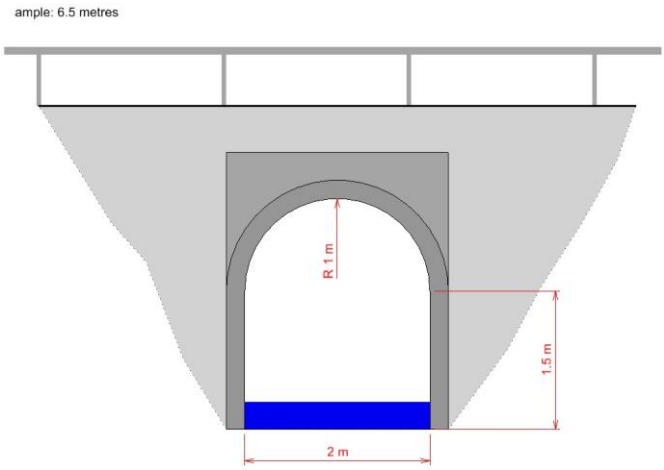
Annex IV. Estructures

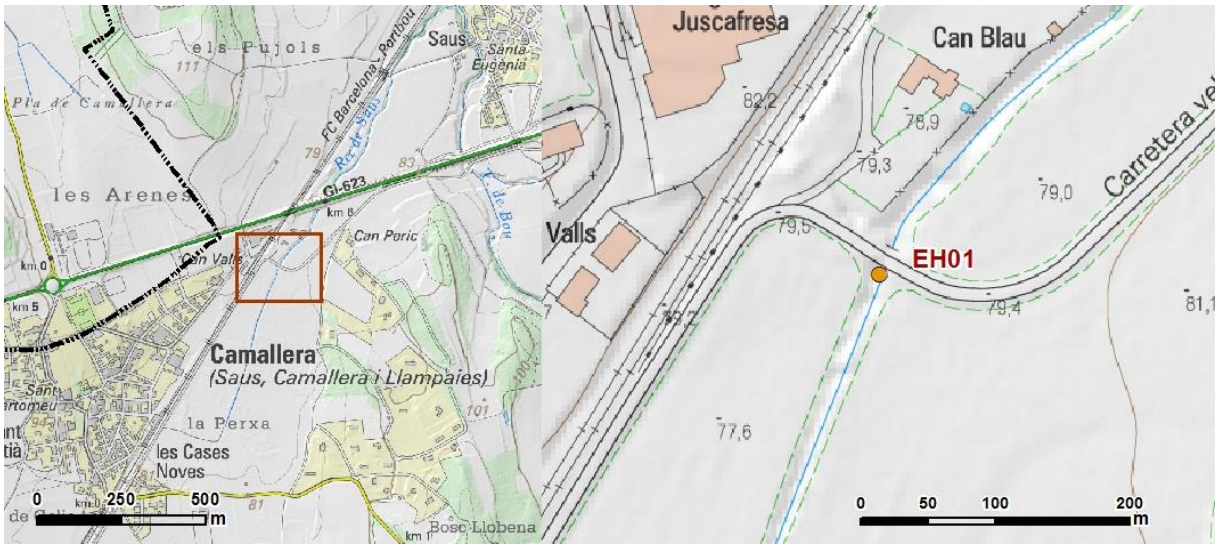
Hidràuliques transversals


N
EH08
EH07
EH06
EH03
EH05
EH04
EH02
EH01
SAUS
Bosc de Saus
Estrop
Camps de la Via
Camps dels Pujols
Camp Gran
Camps de la Pujada de Vilaüt
Camps de la Pujada del Roure
Bosc de la Falguera
Saus
Camp de Cal Sastre
Camps d'en Serrals
Bosc d'en Mauric
0
200
400
m

CODI ESTRUCTURA	EH01	
CURS FLUVIAL	Rec de Saus	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	497512
	Y	4663811
INFRAESTRUCTURA	Carretera vella de Banyoles a l'Escala	

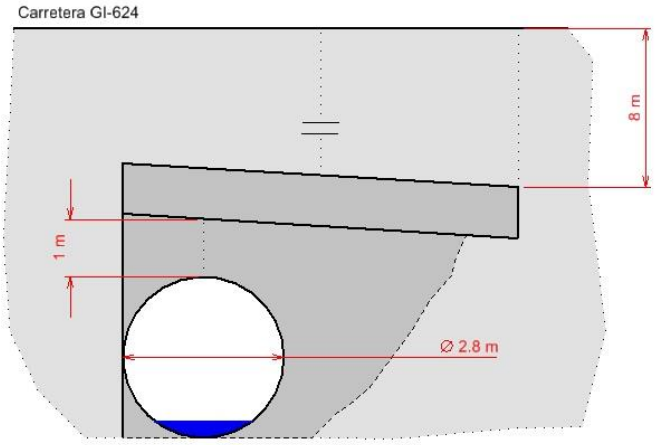


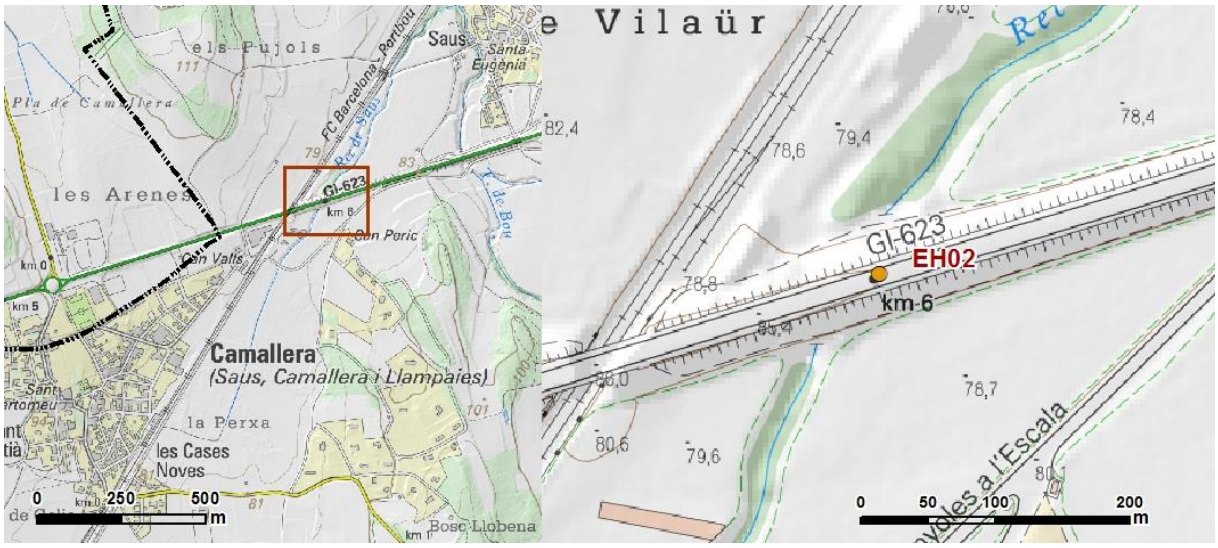




CODI ESTRUCTURA	EH02	
CURS FLUVIAL	Rec de Saus	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	497653
	Y	4664011
INFRAESTRUCTURA	Carretera GI-623	







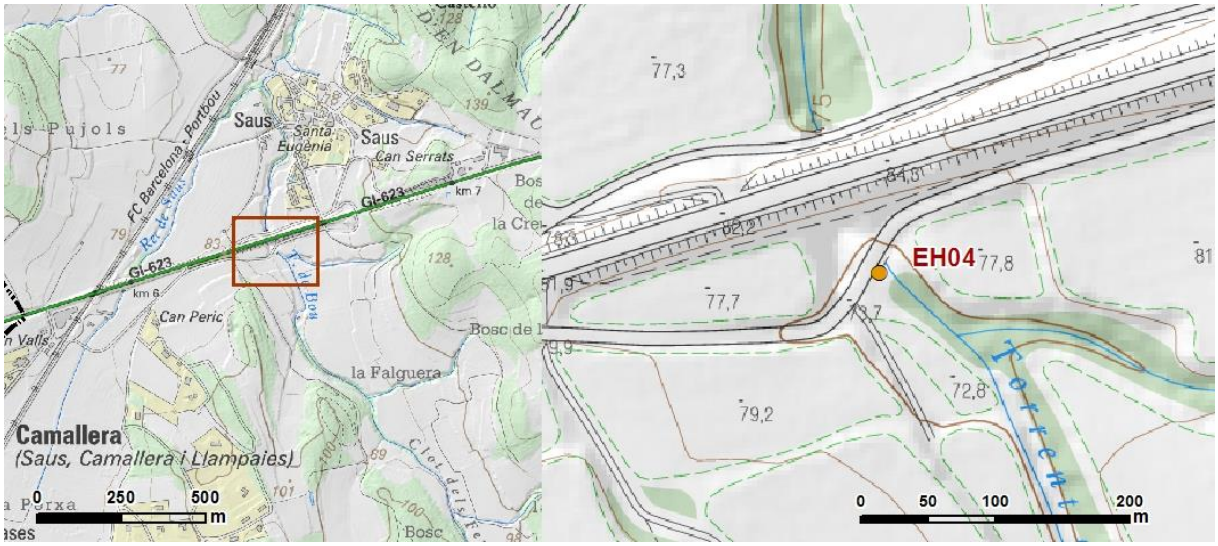
CODI ESTRUCTURA	EH03	
CURS FLUVIAL	Rec de Saus	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	497849
	Y	4664384
INFRAESTRUCTURA	Gual camí	





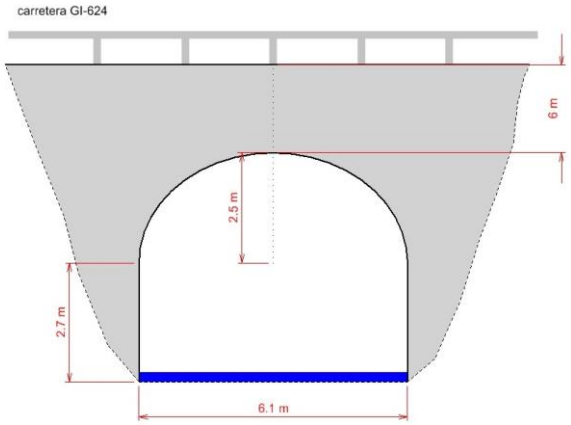
CODI ESTRUCTURA	EH04	
CURS FLUVIAL	Torrent de Bou	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	498079
	Y	4664101
INFRAESTRUCTURA	Carretera antiga de Banyoles a l'Escala	

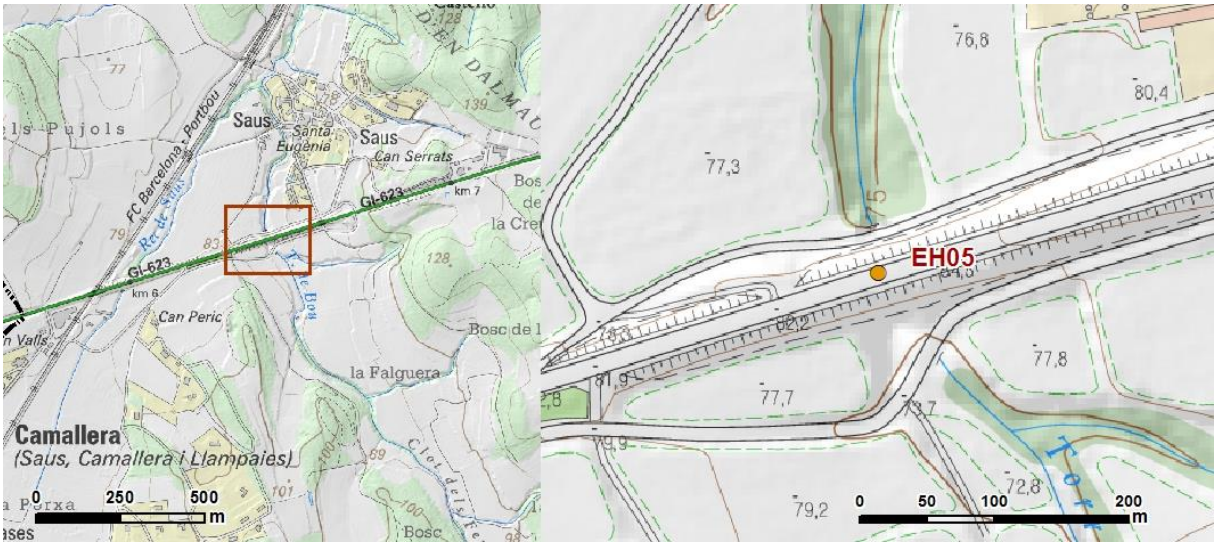




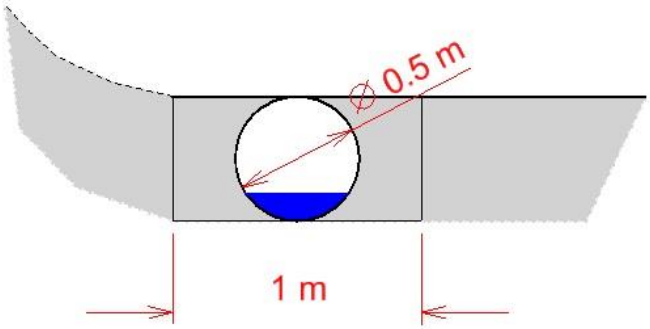
CODI ESTRUCTURA	EH05	
CURS FLUVIAL	Torrent de Bou	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	498059
	Y	4664137
INFRAESTRUCTURA	Carretera GI-623	



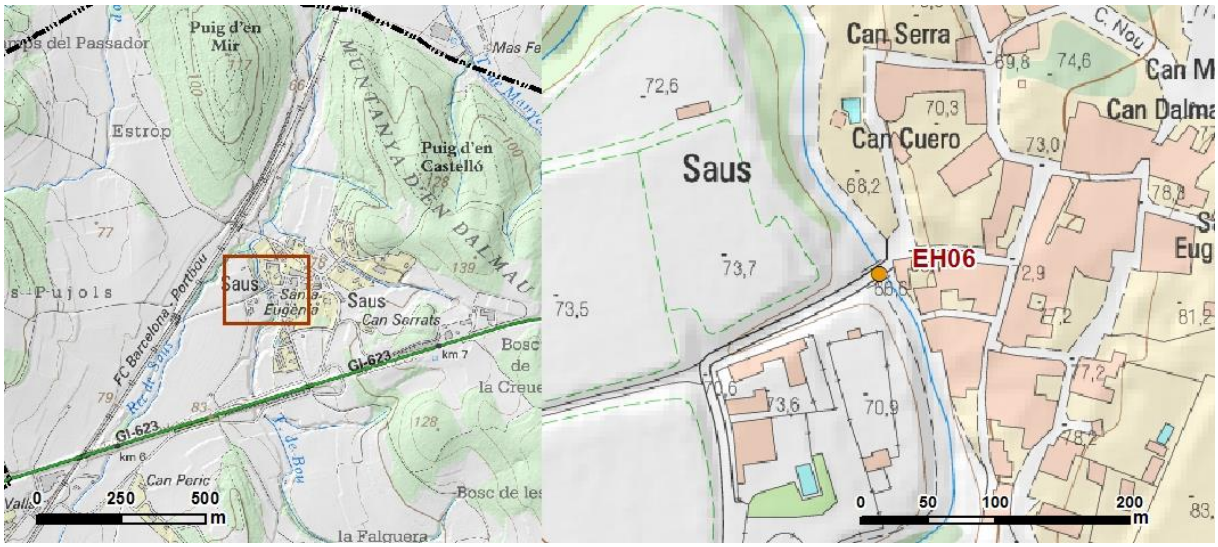




CODI ESTRUCTURA	EH06	
CURS FLUVIAL	Torrent de Bou	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	498084
	Y	4664475
INFRAESTRUCTURA	Carrer accés Saus	

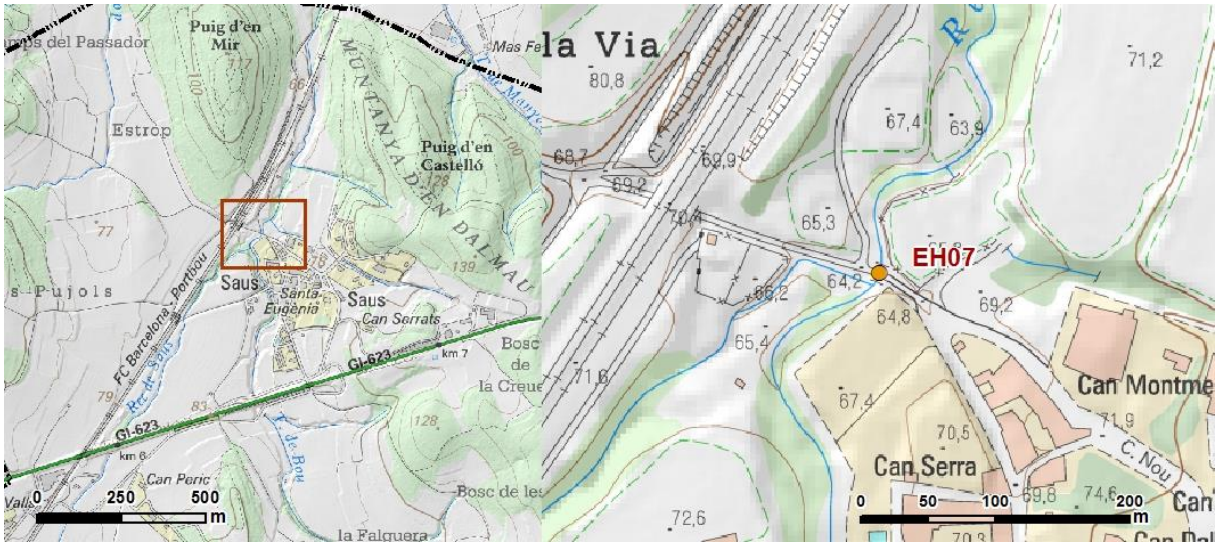






CODI ESTRUCTURA	EH07	
CURS FLUVIAL	Rec de Saus	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	498084
	Y	4664636
INFRAESTRUCTURA	Carrer Nou	





Annex IV. Taules de n composta per lleres

A la zona de la llera s'ha seguit el protocol de l'ACA per a estudis de detall mig, amb n multiparamètrica, basats en l'estudi *"Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Floodplains" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS).*

Es tenen en compte diferents paràmetres de la geometria de la llera i dels elements presents que puguin influir durant les avingudes.

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m$$

on:

- n_b: valor de n per una llera recte, de seccions uniformes i materials naturals.
- n_1: factor de correcció per incorporar irregularitats de la superfície de la llera.
- n_2: factor de correcció per incorporar irregularitats en la forma i mida de la secció transversal.
- n_3: factor de correcció per incorporar obstruccions al flux.
- n_4: factor de correcció per incorporar l'efecte de vegetació.
- m: factor de correcció per incorporar l'efecte de la sinuositat en planta (meandres) de la llera.

Els valors dels paràmetres utilitzats i els seus resultats es mostren en la Taula 1.

	Rec de Saus	Torrent de Bou
nb	0.03	0.03
n1	0.005	0.005
n2	--	--
n3	0.005	0.005
n4	0.007	0.008
m	1	1
Pendent Mig	0.0097	0.014
n	**0.047**	**0.048**

Taula 1. Coeficients de rugositat de Manning utilitzats a la zona de la llera del torrent de Can Vinyoles. n2 ja es té en compte en el model hidràulic en els coeficients d'expansió i contracció.

Les taules per a l'obtenció dels valors es mostren a continuació.

Extretes de "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS).

- Valors del coeficient de manning de base ($\mathbf{n_b}$) per una llera recte, uniforme i materials naturals:

Table 1. Base Values of Manning's *n*

Bed Material	Median Size of bed material (in millimeters)	Base *n* Value: Straight Uniform Channel[1]	Base *n* Value: Smooth Channel[2]
Sand Channels			
Sand[3]	0.2	0.012	--
	.3	.017	--
	.4	.020	--
	.5	.022	--
	.6	.023	--
	.8	.025	--
	1.0	.026	--
Stable Channels and Flood Plains			
Concrete	--	0.012-0.018	0.011
Rock Cut	--	--	.025
Firm Soil	--	0.025-0.032	.020
Coarse Sand	1-2	0.026-0.035	--
Fine Gravel	--	--	.024
Gravel	2-64	0.028-0.035	--
Coarse Gravel	--	--	.026
Cobble	64-256	0.030-0.050	--
Boulder	>256	0.040-0.070	--

[Modified from Aldridge & Garret, 1973, Table 1 --No data
1Benson & Dalrymple --No data
[2] For indicated material; Chow(1959)
[3] Only For Upper regime flow where grain roughness is predominant

The flow regime is governed by the size of the bed materials and the stream power, which is a measure of energy transfer. Stream power (SP) is computed by the formula

$$SP = \gamma R S_w V \qquad (4)$$

where:

SP = Stream Power, in newton-meters per second per square meter.
γ =specific weight of water, in Newtons per cubic meter
R=hydraulic radius, in meters
S_W = water surface slope, in meter per meter
V= mean velocity, in meters per second

The values in for sand channels are for upper regime flows and are based on extensive laboratory and field data obtained by the U.S. Geological Survey. When using these values, a check must be made to ensure that the stream power is large enough to produce upper regime flow (Fig. 2). Although the base *n* values given in for stable channels are from verification studies, the values have a wide range because the effects of bed roughness are extremely difficult to separate from the effects of other roughness factors. The choice of *n* values selected

- Valors del coeficient manning per factors que afecten la rugositat de les lleres ($\mathbf{n_1, n_2, n_3, n_4}$):

Table 2 . Adjustment Values for Factors that Affect the Roughness of a Channel
[modified from Aldridge and Garrett, 1973, Table 2]

Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example
Degree of irregularity (n_1)		
Smooth	0.000	Compares to the smoothest channel attainable in a given bed material.
Minor	0.001-0.005	Compares to carefully degraded channels in good condition but having slightly eroded or scoured side slopes.
Moderate	0.006-0.010	Compares to dredged channels having moderate to considerable bed roughness and moderately sloughed or eroded side slopes. s in rock.
Severe	0.011-0.020	Badly sloughed or scalloped banks of natural streams; badly eroded or sloughed sides of canals or drainage channels; unshaped, jagged, and irregular surfaces of channel
Variation in channel cross section (n_2)		
Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example
Gradual	0.000	Size and shape of channel cross sections change gradually.
Alternating occasionally	0.001-0.005	Large and small cross sections alternate occasionally, or the main flow occasionally shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.
Alternating frequently	0.010-0.015	Large and small cross sections alternate frequently, or the main flow frequently shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.
Effect of obstruction (n_3)		
Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example
Negligible	0.000-0.004	A few scattered obstructions, which include debris deposits, stumps, exposed roots, logs, piers, or isolated boulders, that occupy less than 5 percent of the cross-sectional area.
Minor	0.005-0.015	Obstructions occupy less than 15 percent of the cross-sectional area, and the spacing between obstructions is such that the sphere of influence around one obstruction does not extend to the sphere of influence around another obstruction. Smaller adjustments are used for curved smooth-surfaced objects than are used for sharp-edged angular objects.
Appreciable	0.020-0.030	Obstructions occupy from 15 percent to 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause the effects of several obstructions to be additive, thereby blocking an equivalent part of a cross section.
Severe	0.040-0.050	Obstructions occupy more than 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause turbulence across most of the cross section.
Amount of vegetation (n_4)		
Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example

Small	0.002-0.010	Dense growths of flexible turf grass, such as Bermuda, or weeds growing where the average depth of flow is at least two times the height of the vegetation; supple tree seedlings such as willow, cottonwood, arrowhead, or saltcedar growing where the average depth of flow is at least three times the height of the vegetation.
Medium	0.010-0.025	Turf grass growing where the average depth of flow is from one to two times the height of the vegetation; moderately dense stemy grass, weeds, or tree seedlings growing where the average depth of flow is from two to three times the height of the vegetation; brushy, moderately dense vegetation, similar to 1-to-2-year-old willow trees in the dormant season, growing along the banks, and no significant vegetation is evident along the channel bottoms where the hydraulic radius exceeds 0.61 meters.
Large	0.025-0.050	Turf grass growing where the average depth of flow is about equal to the height of the vegetation; 8-to-10-years-old willow or cottonwood trees intergrown with some weeds and brush (none of the vegetation in foliage) where the hydraulic radius exceeds0.60 m; bushy willows about 1 year old intergrown with some weeds along side slopes (all vegetation in full foliage), and no significant vegetation exists along channel bottoms where the hydraulic radius is greater than 0.61 meters.
Very Large	0.050-0.100	Turf grass growing where the average depth of flow is less than half the height of the vegetation; bushy willow trees about 1 year old intergrown with weeds along side slopes C all vegetation in full foliage), or dense cattails growing along channel bottom; trees intergrow with weeds and brush (all vegetation in full foliage).

(Degree of Meandering m) [1] [2] m

Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example
Minor	1.00	Ratio of the channel length to valley length is 1.0 to 1.2.
Appreciable	1.15	Ratio of the channel length to valley length is 1.2 to 1.5.
Severe	1.30	Ratio of the channel length to valley length is greater than 1.5.

[1] Adjustments for degree of irregularity, variation in cross section, effect of obstructions, and vegetation are added to the base *n* value (Table 1) before multiplying by the adjustment for meander.

[2] Adjustment values apply to flow confined in channel and do not apply where downvalley flow crosses meanders.

Annex V. Resum usos en zones inundables: Directiva d'Inundacions, Llei d'Aigües i Reglament del Domini Públic Hidràulic.

Los usos en las zonas inundables: Directiva de Inundaciones, Ley de Aguas y Reglamento del Dominio Público Hidráulico



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES

Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables: sig.mapama.es/snczi

La Directiva de Inundaciones, los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación y la ordenación del territorio

- Los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRIs) son el principal instrumento para la disminución de los riesgos de inundación siguiendo las directrices establecidas por el RD 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación que transpone la Directiva 2007/60/CE (Directiva de Inundaciones).
- Entre los objetivos de los PGRIs se encuentra **la mejora de la ordenación del territorio** en colaboración con las Comunidades Autónomas, a través del establecimiento de limitaciones a los usos del suelo, con el objetivo de que en las zonas inundables se establezcan actividades compatibles, en la medida de lo posible, con las inundaciones.

La zonificación de la zona inundable según el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH)

- El texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) definen las distintas zonas asociadas al cauce de los ríos y las limitaciones a los usos que en ellas se desarrollen.

Dominio Público Hidráulico (DPH). Art. 2 TRLA

Es DPH, entre otros elementos, **los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas. Son terrenos de titularidad pública**.

Zona de servidumbre. Art. 6 TRLA y Art. 6 y 7 RDPH

Franja lateral de 5 metros de anchura a cada lado del cauce. Destinada a protección del ecosistema fluvial y paso público peatonal, salvo que por razones ambientales o de seguridad se considere conveniente su limitación.

Zona de flujo preferente (ZFP). Art. 9.2 RDPH

Unión de la zona constituida por la **vía de intenso desagüe**, y la zona en la cual se pueden producir **graves daños sobre los bienes y personas**.

Zona inundable (ZI). Art.11 TRLA y Art 14 RDPH

Zona inundada por la avenida de periodo de retorno de **500 años (0,2% de probabilidad anual)**.

Zona de policía. Art. 6 TRLA y Art. 9.1 RDPH

Franja lateral de 100 metros de anchura a cada lado del cauce. Se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente. Cualquier actuación debe ser autorizada por los Organismos de cuenca.

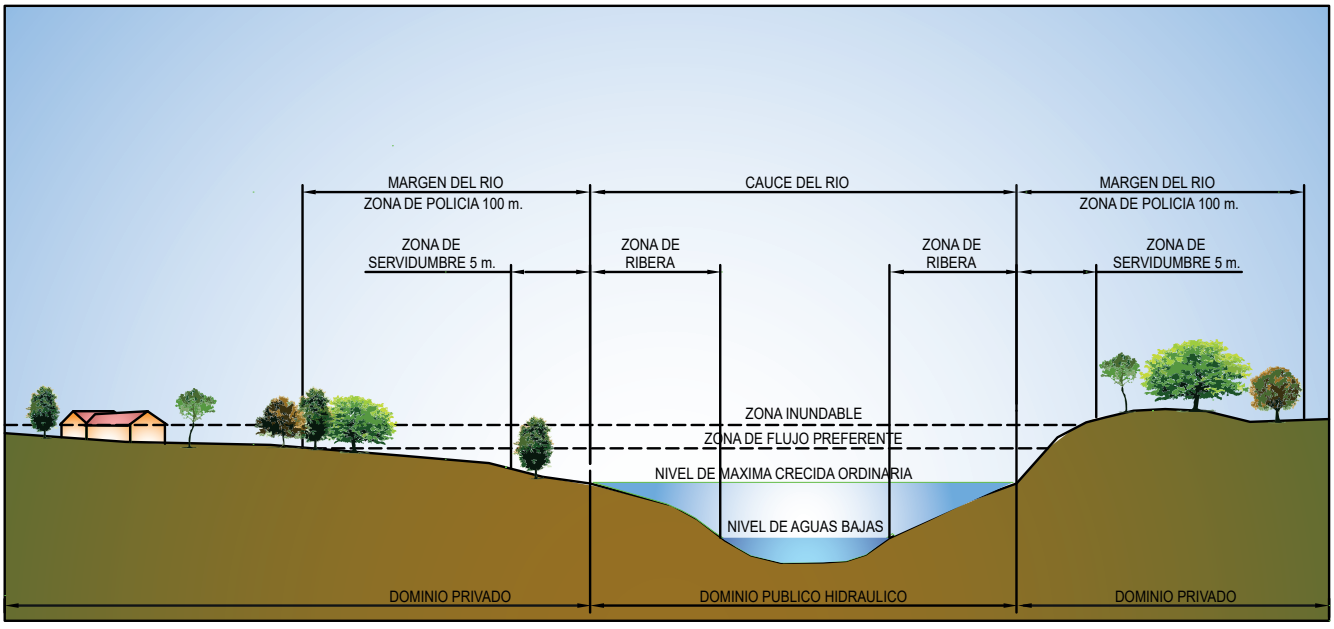
Vía de intenso desagüe:

Zona donde se concentra el flujo para un periodo de retorno de 100 años (1% de probabilidad anual). **Cualquier obstáculo en ella genera incrementos significativos de la altura del agua en avenidas**.

+

Zona de graves daños:

Zona inundable para un periodo de retorno de 100 años (1% de probabilidad anual) con más de 1 metro de altura de agua, más de 1m/s de velocidad o en la que el producto de las dos es mayor de 0,5m^2/s.



http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/

El Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)

sig.mapama.es/snczi

- En este visor se puede consultar la cartografía de las zonas inundables, la zona de flujo preferente y los cauces de dominio público hidráulico en los tramos estudiados hasta la fecha. Dicha información se encuentra también disponible en los visores de los Organismos de cuenca.



Imagen del SNCZI con la zonificación del río Guadalentín a su paso por Lorca (Murcia).

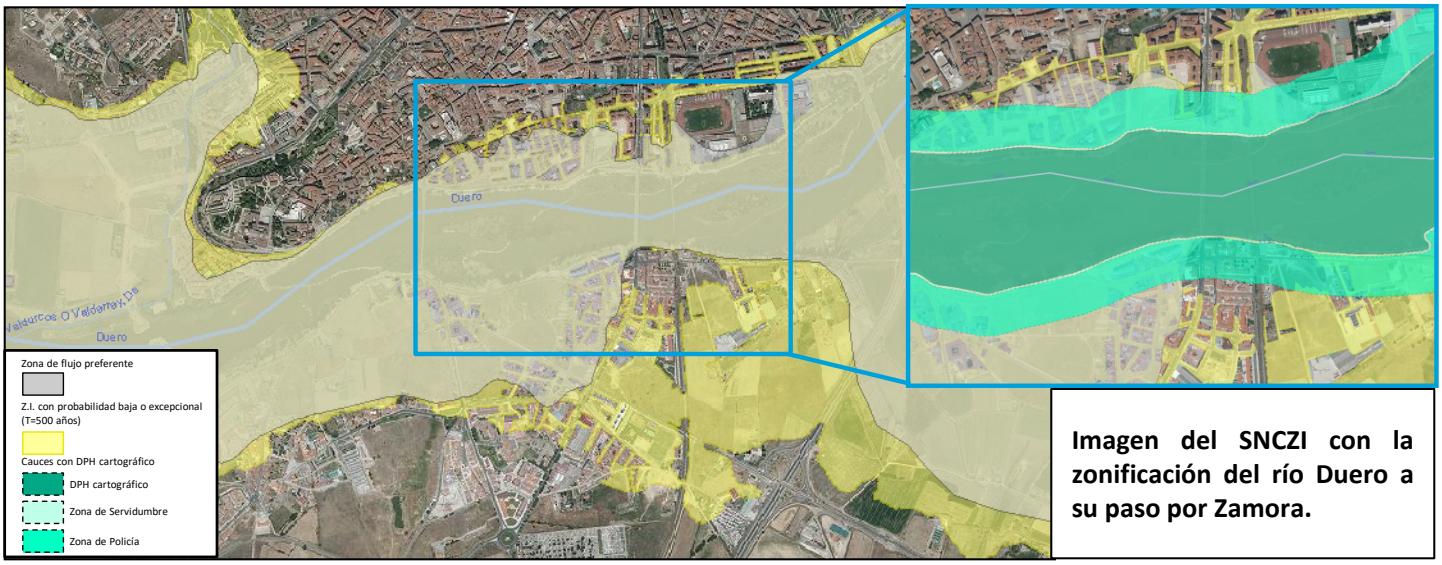


Imagen del SNCZI con la zonificación del río Duero a su paso por Zamora.

Limitaciones a los usos establecidas por la modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) en 2016

El RD 638/2016, publicado el 29 de diciembre de 2016, modifica el RDPH en diversos aspectos, entre los que se encuentra la gestión de los riesgos de inundación, a través de la identificación de aquellos usos y actividades vulnerables frente a avenidas (arts. 9, 9 bis, 9 ter, 9 quáter, 14 y 14 bis del RDPH) distinguiendo:

Por la zona en la que se encuentre:

Zona de flujo preferente (ZFP): limitaciones a los usos vulnerables frente a avenidas o que supongan una reducción de la capacidad de desagüe.

Zona inundable (ZI): criterios constructivos para las edificaciones destinadas a viviendas y recomendaciones de seguridad para otros usos.

Régimen especial municipios alta inundabilidad: para municipios con más de 1/3 de su superficie incluida en la ZFP, o que por la morfología de su territorio tengan una imposibilidad material para orientar sus futuros desarrollos hacia zonas no inundables.

Por la situación básica en la que se encuentre el suelo a fecha de 29 de diciembre de 2016 (según RDL 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana):

- Suelo urbanizado: el legalmente integrado en una malla urbana que esté edificado o el integrado en la red de dotaciones y servicios propios de los núcleos de población.
- Suelo rural: el resto de suelos.

http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/

Las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal (art. 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del RDPH)

Usos		Zona de flujo preferente (ZFP)			Zona inundable (ZI)	
		Suelo rural (art. 9 bis)	Suelo urbanizado (art. 9 ter)	Régimen especial municipios alta inundabilidad (art. 9 quater)	Suelo rural (art. 14 bis 1)	Suelo urbanizado (art. 14 bis 2)
Centros escolares o sanitarios, residencias de mayores o personas con discapacidad, centros deportivos, centros penitenciarios, parques de bomberos, instalaciones Protección Civil		No	No	Solo si no existe una ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Se evitará, excepto si no existe ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Podrá permitirse teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población		No	No	No		
Edificaciones, obras de reparación, rehabilitación o cambios de uso, garajes subterráneos, sótanos y aparcamientos en superficie, y otras edificaciones bajo rasante	Nuevas edificaciones para usos residenciales	No	Sí, con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, fuera de la zona de policía. Con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Sí, con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Sí, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los condicionantes de seguridad del art. 14 bis 1 (suelo rural)
	Resto	No	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Instalaciones que manejen productos que pudieran resultar perjudiciales para la salud humana y el entorno como gasolineras, depuradoras industriales, almacenes de residuos, instalaciones eléctricas de media y alta tensión		No	No	No	Si, con condicionantes de seguridad	Podrá permitirse teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Acampadas, zonas de alojamiento y edificios vinculados en los campings		No	Estas actividades no se suelen dar en suelos urbanizados, de existir deberán garantizarse, al menos, los condicionantes de seguridad pertinentes	Si, con condicionantes de seguridad y fuera de la zona de policía	Se evitará excepto si no existe ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	
Depuradoras aguas residuales urbanas		Solo si no existe una ubicación alternativa o son sistemas de depuración compatibles con la inundación		Solo si no existe una ubicación alternativa o son sistemas de depuración compatibles con la inundación		
Invernaderos, cerramientos y vallados no permeables, acopios de materiales, almacenamiento de residuos y otros según arts. 9 bis y ss. RDPH		No		No	Si	Si
Rellenos que modifiquen la capacidad de desagüe salvo los asociados a actuaciones contempladas en el art. 126 ter del RDPH		No		Si	Si	Si
Granjas y criaderos de animales incluidos en el Registro de explotaciones ganaderas		No		Si, con condicionantes de seguridad y fuera de la zona de policía	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad
Infraestructuras lineales paralelas al cauce		Solo si no existe otra alternativa viable de trazado y diseñado para minimizar riesgo		Solo si no existe otra alternativa viable de trazado y diseñado para minimizar riesgo	Si	Si
Infraestructuras de saneamiento, abastecimiento y otras canalizaciones subterráneas; obras de conservación, mejora y protección de infraestructuras ya existentes		Si	Si	Si	Si	Si
Edificaciones uso agrícola con un máximo de 40 m^2 y obras asociadas al aprovechamiento del agua según arts. 9 y ss. RDPH		Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad

- Como requisito adicional, en las actuaciones en ZFP o ZI el promotor deberá, en determinados casos, suscribir una **declaración responsable**, que presentará ante la Administración hidráulica, en la que exprese claramente que conoce y asume el riesgo existente y las medidas de protección civil aplicables al caso, comprometiéndose a trasladar esa información a los posibles afectados. Igualmente, en determinados casos, se deberá inscribir en el **Registro de la Propiedad** una anotación registral indicando que la construcción se encuentra en zona de flujo preferente o zona inundable. En todo caso, para los supuestos excepcionales, y para las edificaciones ya existentes, las administraciones competentes fomentarán la **adopción de medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección** según lo establecido en la normativa vigente de Protección Civil.

Las comunidades autónomas pueden establecer normas adicionales en las limitaciones de usos en las zonas inundables de acuerdo con sus competencias en ordenación del territorio. En 2016 tienen normas adicionales Andalucía, Baleares, Cataluña, Navarra, La Rioja, Comunidad Valenciana y País Vasco. La normativa de los planes hidrológicos de cuenca puede recoger igualmente determinadas limitaciones específicas a los usos en sus ámbitos territoriales.

http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/

NIPO: 013-17-040-6 - D.L. (español): M-7689-2017