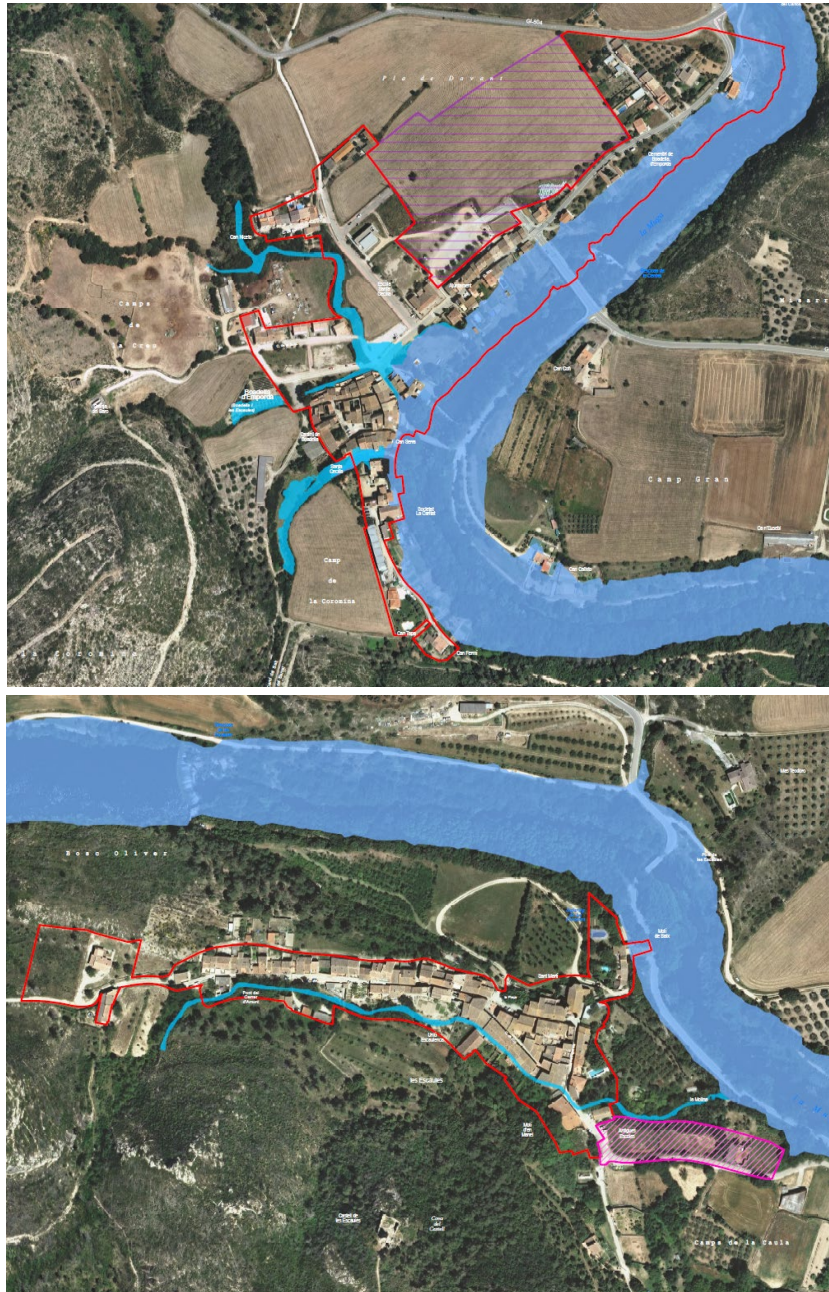


ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)



ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	3
1.1. OBJECTIUS	3
1.2. ÀMBIT D'ESTUDI	3
1.3. ANTECEDENTS.....	5
1.4. RESUM METODOLÒGIC.....	6
2. NORMATIVA.....	7
2.1. REIAL DECRET 638/2016	7
2.2. PLA DE GESTIÓ DEL DISTRICTE DE CONCA FLUVIAL DE CATALUNYA 2016-2021	12
3. DESCRIPCIÓ DELS CURSOS FLUVIALS	13
3.1. NUCLI DE BOADELLA D'EMPORDÀ	13
3.1.1. TORRENT INNOMINAT (SERRA DE CAL FUSTER)	13
3.1.2. TORRENT INNOMINAT (LA COROMINA).....	18
3.1.3. TORRENT DEL SALT DEL BARRAL	20
3.2. NUCLI DE LES ESCAULES.....	22
3.2.1. TORRENT INNOMINAT (ESCAULES).....	22
4. HIDROLOGIA	30
4.1. ASPECTES BÀSICS	30
4.2. PLUJA DE PROJECTE	30
4.3. PÈRDUES DE PRECIPITACIÓ.....	33
4.3.1. USOS DEL SÒL	33
4.3.2. GEOLOGIA DE LES CONQUES.....	35
4.3.3. PENDENTS.....	36
4.3.4. CARACTERISTIQUES HIDROLÒGIQUES	38
4.4. CABALS DE DISSENY	44
4.4.1. MÈTODE DE CÀLCUL	44
4.4.2. TEMPS DE CONCENTRACIÓ	45
4.4.3. COEFICIENT D'ESCORRIMENT	45
4.4.4. CÀLCUL DE CABALS	46
4.5. HIDROGRAMES ADOPTATS	47
5. HIDRÀULICA	49
5.1. MODEL DIGITAL DEL TERRENY.....	49
5.2. MODELITZACIÓ 2D	53
5.3. COEFICIENTS DE RUGOSITAT	55
5.3.1. PLANA D'INUNDACIÓ	55
5.3.2. LLERA.....	56
5.4. ESTRUCTURES	60
5.5. CONDICIONS DE CONTORN	63
5.6. GEOMETRIA DE CÀLCUL.....	64
6. SITUACIÓ ACTUAL.....	68
6.1. ELEMENTS DE REPRESENTACIÓ	68
6.2. ZONA DE FLUX PREFERENT.....	68
6.2.1. INTRODUCCIÓ	68
6.2.2. ZONA ON ES PODEN PRODUIR GREUS DANYS SOBRE LES PERSONES I ELS BÈNS (ZIP)	69
6.2.3. VIA D'INTENS DESGUÀS (VID)	73
6.2.4. ZONA DE FLUX PREFERENT (ZFP).....	76
6.3. REPRESENTACIÓ GRÀFICA.....	77
6.3.1. GENERAL – NUCLIS DE BOADELLA D'EMPORDÀ I LES ESCAULES	77
6.3.2. DETALL NUCLI LES ESCAULES	82
7. ANÀLISIS DELS RESULTATS I CONCLUSIONS	85
8. ANNEX EQUIVALÈNCIES ESTRUCTURES HIDRÀULIQUES 9. CARTOGRAFIA	86
9. CARTOGRAFIA	89

Índex d'imatges

Imatge 1. Ortofotoimatge amb els cursos fluvials estudiats	4
Imatge 2. Imatge de la delimitació de les zones inundables i la delimitació geomorfològica de les zones potencialment inundables segons l'INUNCAT	5
Imatge 3. Imatge de les zones inundables i delimitació geomorfologia segons PEF conca de la Muga	6
Imatge 4. Esquema delimitació dels espais fluvials i les zones inundables.....	10
Imatge 5. Resum limitacions d'usos aplicables a nivell estatal (art. 9bis, 9ter, 9 quàter i 14 bis del RDPH).....	11
Imatge 6. Vista llera principal torrent innominat (Serra de Cal Fuster).....	13
Imatge 7. Vista llera secundària torrent innominat (Serra de Cal Fuster).....	13
Imatge 8. Confluència de les dues lleres.....	14
Imatge 9. Vistes de la llera aigües avall confluència.....	14
Imatge 10. Vista llera abans obra hidràulica del carrer de la Salut	15
Imatge 11. Vista llera aigües avall del carrer de la Salut. S'observa l'obra hidràulica dels carrers Nou i Gaietà. En aquest punt conflueixen els dos torrents innominats.....	16
Imatge 12. Vista llera aigües avall de l'obra hidràulica del carrers Nous i Gaietà.....	16
Imatge 13. Vista de la desembocadura del torrent a la Muga	17
Imatge 14. Vista aigües amunt de la llera abans d'entrar al nucli urbà de Boadella d'Empordà a través d'una estructura hidràulica	18
Imatge 15. Vista de la llera aigües avall, paral·lela al marge esquerre pel carrer existent i pel marge dret per les edificacions existents	18
Imatge 16. Vista de la llera aigües avall, abans de l'estructura hidràulica per sota els carrers Nou i Gaietà. En aquest punt conflueix amb el torrent innominat (Serra del Fuster)	19
Imatge 17. Vista de la llera aigües amunt del nucli de Boadella d'Empordà, on limita al marge dret amb el camp de la Coromina	20
Imatge 18. Vista de l'obra de pas fins a desembocar a la Muga.....	20
Imatge 19. Vista aigües avall obra de pas i desembocadura a la Muga.....	21
Imatge 20. Vista de la sortida estructura hidràulica des del pont sobre la Muga	21
Imatge 21. Vista de la llera del tram 1	22
Imatge 22. Vista de l'inici del tram 2.....	24
Imatge 23. Vista de la llera del tram 2	24
Imatge 24. Vista de l'estructura hidràulica del tram 3	25
Imatge 25. Obertura abans de l'estructura anterior que condueix al carrer de l'Oli.....	26
Imatge 26. Vistes de la llera del tram 4	26
Imatge 27. Vista de la desembocadura a la Muga.....	29
Imatge 28. Conques per a la determinació dels cabals	31
Imatge 29. Subconques torrent innominat (Serra del Cal Fuster).....	32
Imatge 30. Usos de sòl de les conques estudiades.....	34
Imatge 31. Geologia de les conques d'estudi	35
Imatge 32. Mapa geològic reclassificat en tipus de sòl del SCS.....	36
Imatge 33. Mapa de pendents de les conques d'estudi	37
Imatge 34. Mapa de pendents reclassificat de les conques d'estudi.....	38
Imatge 35. Llindar d'escorriment P_0 de les conques d'estudi	44
Imatge 36. Hietograma i hidrograma en el punt de desguàs.....	47
Imatge 37. Hidrogrames incorporats en el model hidràulic.....	48
Imatge 38. Àmbits de les topografies utilitzades – nucli Boadella d'Empordà	49
Imatge 39. Model d'Elevació del Terreny (MET) del nucli de Boadella d'Empordà	50
Imatge 40. Model d'Elevació del Terreny (MET) del nucli de Les Escaules	51
Imatge 41. Detall MDT del nucli de Boadella d'Empordà a la zona dels carrers Nou i Gaietà.....	52
Imatge 42. Detalls METs del nucli de Les Escaules	53
Imatge 43. Valors del coeficient de rugositat de Manning.....	56
Imatge 44. Cobertes de sòl i coeficients de Manning	57
Imatge 45. Coeficients de Manning	59
Imatge 46. Localització estructures hidràuliques localitzades.....	60
Imatge 47. Exemple equivalència estructura Escaules_1	63
Imatge 48. Malla de simulació 2D (malla 1x1m) i "2D Area Break Line" – nucli de Boadella d'Empordà.....	65
Imatge 49. Malla de simulació 2D (malla 1x1m) i "2D Area Break Line" – nucli les Escaules	65
Imatge 50. Imatges condicions modelització 2d – HECRAS.....	66
Imatge 51. Calats > 1m del curs estudiat	69
Imatge 52. velocitats > 1m/s del curs estudiat.....	70
Imatge 53. calat x velocitat > 0,5m ² /s del curs estudiat.....	71
Imatge 54. ZIP dels cursos fluvials estudiats.....	72
Imatge 55. MDT modelització de la VID	73
Imatge 56. Sobrelevació VID respecte T=100 anys.....	75
Imatge 57. Zona de flux preferent dels cursos fluvials estudiats i de la Muga	76
Imatge 58. Zones inundables – nucli de Boadella d'Empordà	77
Imatge 59. Zones inundables – nucli les Escaules	79
Imatge 60. Zones de Flux Preferent.....	80
Imatge 61. Delimitació de l'espai fluvial dels cursos fluvials estudiats i la Muga	81
Imatge 62. Zona inundable per a T=100anys – PAU 1	82
Imatge 63. Zona inundable per a T=500anys - PAU-1.....	83
Imatge 64. Zona de Flux Preferent – PAU 1.....	83
Imatge 65. Delimitació de l'Espai Fluvial – PAU1	84
Imatge 66. Zones inundables i zona de Flux Preferent connexió oest vial projectat	84

1. INTRODUCCIÓ

Aquest estudi d'inundabilitat "del POUM del municipi de Boadella i Les Escaules (Alt Empordà)" es redacta a petició de l'Ajuntament de Boadella i Les Escaules en el marc de la redacció del POUM i en resposta al requeriment de l'informe rebut per part de l'Agència Catalana de l'Aigua amb expedient de codi UDPH2018001029.

En aquest informe es fa un recull dels tots els articles de la Normativa del POUM on es fa referència a aspectes hidràulics i d'inundabilitat. Pel què fa a la inundabilitat aquest informe conclou:

- Per tal de poder grafiar correctament el Sistema Hidrogràfic i les servituds associades a ell, s'haurà de realitzar l'estudi d'inundabilitat de les rieres que travessen zones urbanitzades del municipi i de les quals actualment no es disposa de dades d'inundabilitat. Aquests estudis han de servir per determinar la compatibilitat entre el risc hidrològic i els usos proposats en el POUM, d'acord amb la limitació dels usos definits en la normativa del Reglament del Domini Públic Hidràulic (modificat pel RD 638/2016).
- Per a la delimitació del Sistema Hidrogràfic a la resta de les lleres del municipi (ubicades en sòl no urbanitzable) es pot admetre la delimitació feta per l'Agència Catalana de l'Aigua i l'Institut Geològic de Catalunya mitjançant un buffer de 5m realitzat sobre la xarxa de rius de l'ICC.

1.1. OBJECTIUS

L'objectiu d'aquest estudi és realitzar un estudi d'inundabilitat de 4 cursos fluvials que travessen zones urbanitzades repartits entre el nucli de Boadella i el nucli de Les Escaules, per determinar les zones inundables per a T=100 i 500anys, i la Zona de Flux Preferent (ZFP), i determinar la compatibilitat urbanística dels sectors respecte el risc d'inundabilitat segons la legislació vigent (modificació del RDPH en entrada en vigor del RD 638/2016, de 9 de desembre, publicat al BOE núm. 314 de 29 de desembre de 2016).

Concretament s'estudiaran:

- Nucli les Escaules: Torrent innominat que travessa al nucli de les Escaules
- Nucli de Boadella d'Empordà: Dos torrents innominats (provinents de La Coromina i de la Serra de Cal Fuster) i el torrent del Salt del Barral.

1.2. ÀMBIT D'ESTUDI

En aquest estudi únicament s'han estudiat els cursos fluvials que travessen zones urbanitzades, tal i com especifica el punt núm.6 de les conclusions de l'informe de l'Agència Catalana de l'Aigua (UDPH2018001029). Com diu l'informe els cursos fluvials en sòl no urbanitzable (en el seu punt núm.7 de les conclusions) s'admetrà la delimitació feta per l'Agència Catalana de l'Aigua i l'ICGC mitjançant un buffer de 5m realitzat sobre la xarxa de rius de l'ICGC (zones potencialment inundables des del punt de vista geomorfològic – PEFs).

Pe tant, els cursos fluvials estudiats són:

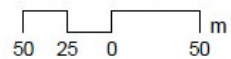
- Nucli de Boadella:
 - Torrent innominat (zona de La Coromina)
 - Torrent innominat (Zona de la Serra de Cal Fuster)
 - Torrent Salt del Barral
- Nucli les Escaules:
 - Torrent innominat

Imatge 1. Ortofotomatge amb els cursos fluvials estudiats



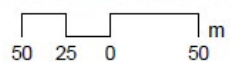
Llegenda

— Cursos fluvials estudiats



Llegenda

— Cursos fluvials estudiats



Font: Elaboració pròpia amb base de dades de l'ICGC

1.3. ANTECEDENTS

El municipi de Boadella i Les Escaules ha estat estudiat amb anterioritat per la delimitació de zones inundables per a la redacció de l'INUNCAT Conques internes de Catalunya estableix les zones inundables per a períodes de retorn de 50, 100 i 500 anys, així com les zones potencialment inundables segons criteris geomorfològics i els punts crítics que impedeixen el bon desguàs de l'aigua de la xarxa hídrica de les conques internes.

En la delimitació de les zones potencialment inundables des del punt de vista geomorfològic s'han pres en consideració els elements geomorfològics (lleres, planures al·luvials, antigues esquerdes de lliscament) així com documentació escrita per identificar aquelles àrees que han estat inundades en èpoques històriques anteriors. Per tant, la informació obtinguda no es pot associar a cap període de retorn tot i que és assimilable a períodes de retorn molt elevats. El nucli de Boadella i el de Les Escaules estan afectats per les zones potencialment inundables.

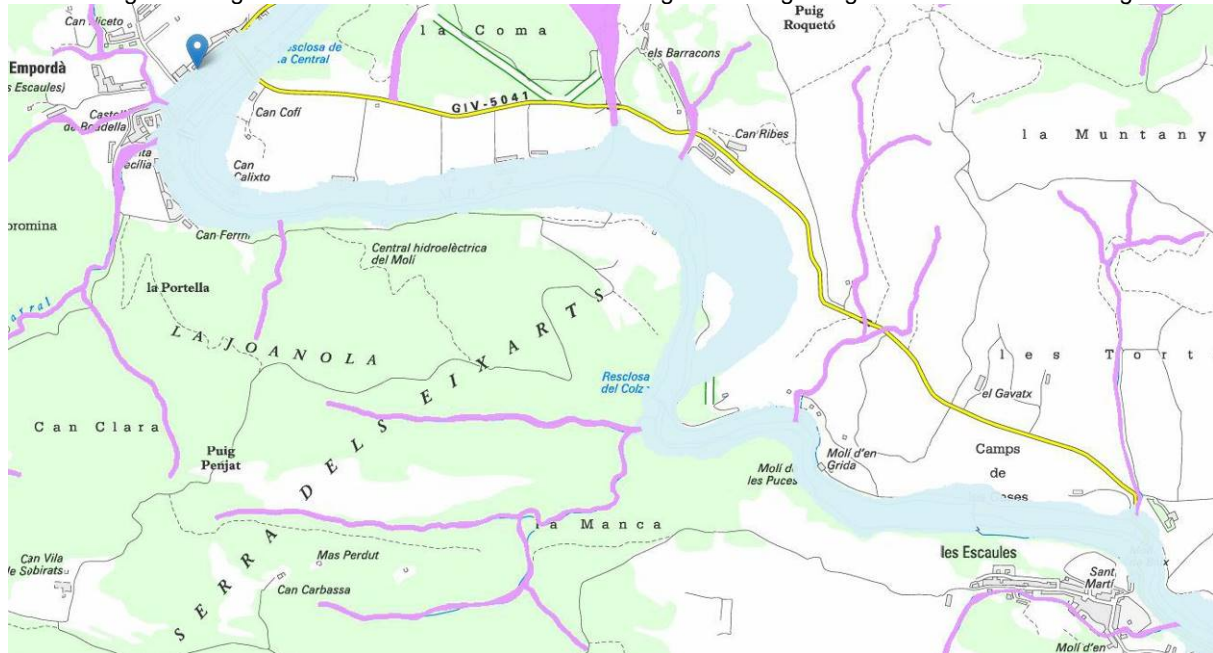
Imatge 2. Imatge de la delimitació de les zones inundables i la delimitació geomorfològica de les zones potencialment inundables segons l'INUNCAT.



També ha estat estudiat a posteriori, pel Pla d'Espais Fluvials de la Conca de la Muga per a T= MCO, 10, 100 i 500 anys de període de retorn i també s'han grafiat les zones potencialment inundables geomorfològicament. Aquesta última delimitació s'ha realitzat mitjançant un buffer 5m a partir de la xarxa hidrogràfica de la topografia de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

Per la Muga s'han grafiat les zones inundables pels períodes de retorn esmentats anteriorment i també s'ha grafiat la zonificació segons el reglament de Domini Públic Hidràulic). Pels cursos fluvials analitzats en aquest estudi només es troben grafades les zones potencialment inundables geomorfològicament.

Imatge 3. Imatge de les zones inundables i delimitació geomorfologia segons PEF conca de la Muga



Font: Mapa de protecció civil

1.4. RESUM METODOLÒGIC

Per delimitar les zones inundables és necessària la realització d'estudis hidrològics i també hidràulics.

Els estudis hidrològics s'efectuen per tal de determinar els cabals per a cada curs fluvial i pels períodes de retorn corresponents. Un cop obtinguts aquests cabals s'incorporen en el model hidràulic per simular el funcionament de la xarxa fluvial.

Per realitzar aquests càlculs hidràulics és òptim disposar de topografia el més detallada possible i en 3D per realitzar un model digital del terreny (MDT) i de la informació de les estructures hidràuliques existents que puguin interferir en el flux de l'aigua (guals, ponts, motes, etc).

En aquest estudi s'ha optat per una modelització bidimensional per tal de representar amb precisió la propagació de l'aigua per la zona urbana (carrers) dels nuclis de Boadella i Les Escaules. Aquesta simulació 2D es realitza amb el programa Hec-Ras 5.0.6, el qual a partir del model digital del terreny (MDT) i la seva discretització amb una malla de quadrilàters (malla 2D), se li assigna a cadascuna d'aquestes cel·les les variables de cota del terreny, rugositat, condicions inicial i de contorn que li corresponguin.

El model numèric d'aquest programa permet el càlcul de les zones inundables en règim variable, en base a un hidrograma de cabals d'avinguda obtingut en aquest estudi creant un model per a cada període de retorn estudiat (MCO, 100 i 500 anys). Els resultats obtinguts són grafats en un entorn SIG, de forma que s'obtenen els plànols amb la delimitació de les zones inundables pels períodes de retorn considerats i la zona de flux preferent.

En apartats posteriors s'explicarà amb més detall aquesta metodologia.

La documentació completa referent a aquests estudi s'annexa en format digital mitjançant suport digital, que es lliura conjuntament amb el document de text.

2. NORMATIVA

2.1. REIAL DECRET 638/2016

El Reial Decret 638/2016, de 9 de desembre, publicat al BOE núm. 314 de 29 de desembre de 2016, pel qual es modifiquen:

El Reglament del Domini Públic Hidràulic, aprovat pel Reial decret 849/1986, d'11 d'abril.

El reglament de planificació hidrològica, aprovat pel Reial decret 907/2007, de 6 de juliol.

Altres reglaments en matèria de gestió de riscos d'inundació, cabals ecològics, reserves hidrològiques i abocament d'aigües residuals.

Pel que fa a la delimitació d'espais fluvials, aquest Reial Decret estableix en els seus articles 6, 7, 8 i 9; la definició, metodologia i usos permesos del domini públic hidràulic (DPH), zona de servitud (ZS) i zona de policia (ZP). En resum aquestes zones són:

- Domini públic hidràulic (DPH): lleres de corrents naturals, contínues o discontinües. Es delimita a partir de la màxima crescuda ordinària (MCO), tot tenint en compte informacions històriques, geomorfològiques, fotogràfiques, ecològiques i hidràuliques. Són terrenys de titularitat pública. [article 6]
- Zona de servitud (ZS): franja lateral de 5m d'ample a partir del DPH a cada costat de la llera. Són terrenys, que poden ser de titularitat privada, però d'ús públic. [articles 7 i 8]
- Zona de policia (ZP): franja lateral de 100m d'ample a partir del DPH a cada costat de la llera. Es pot ampliar fins recollir la zona de flux preferent. [article 9]

Pel que fa a la inundabilitat, aquest reial Decret estableix en el seu article 9, la definició i metodologia per obtenir la zona de flux preferent. Aquesta zona determina les limitacions dels usos segons el tipus de sòl: rural o urbanitzat.

L'article 9 bis recull "Limitacions dels usos a la zona de flux preferent en sòl rural".

Amb l'objecte de garantir la seguretat de les persones i els béns, de conformitat amb el que preveu l'article 11.3 del TRLA, i sense perjudici de les normes complementàries que puguin establir les comunitats autònomes, s'estableixen les següents limitacions en els usos del sòl a la zona de flux preferent:

1. En els sòls que a la data d'entrada en vigor del Reial decret 638/2016, de 9 de desembre, estiguin en la situació bàsica de sòl rural del text refós de la Llei de sòl i rehabilitació urbana, aprovat pel Reial decret legislatiu 7/2015, de 30 d'octubre, no es permet la instal·lació de noves:

a) Instal·lacions que emmagatzemin, transformin, manipulin, generin o aboquin productes que puguin ser perjudicials per a la salut humana i l'entorn (sòl, aigua, vegetació o fauna) com a conseqüència del seu arrossegament, dilució o infiltració, en particular estacions de subministrament de carburant, depuradores industrials, magatzems de residus, instal·lacions elèctriques de mitjana i alta tensió; o centres escolars o sanitaris, residències de persones grans, o de persones amb discapacitat, centres esportius o grans superfícies comercials on es puguin donar grans aglomeracions de població; o parcs de bombers, centres penitenciaris, instal·lacions dels serveis de protecció civil.

b) Edificacions, obres de reparació o rehabilitació que suposin un increment de l'ocupació en planta o del volum d'edificacions existents, canvis d'ús que incrementin la vulnerabilitat de la seguretat de les persones o béns enfront de les avingudes, garatges subterranis, soterranis i qualsevol edificació sota rasant i instal·lacions permanents d'aparcaments de vehicles en superfície.

c) Acampades, zones destinades a l'allotjament en els càmpings i edificis d'usos vinculats.

d) Depuradores d'aigües residuals urbanes, excepte en els casos en què es comprovi que no hi ha una ubicació alternativa o, en el cas de petites poblacions, que els seus sistemes de depuració siguin compatibles amb les inundacions. En aquests casos excepcionals, s'han de dissenyar tenint en compte, a més dels requisits que preveuen els articles 246 i 259 ter, el risc d'inundació existent, incloent-hi mesures que evitin els danys eventuais que es puguin originar a les seves instal·lacions i garantint que no s'incrementi el risc d'inundació a l'entorn immediat, ni aigua avall. A més s'ha d'informar l'organisme de conca dels punts de desbordament en virtut de la disposició adicional segona. Queden exceptuades les obres de conservació, millora i protecció de les ja existents.

- e) Hivernacles, tancaments i tanques que no siguin permeables, com ara els tancaments de mur de fàbrica estancs de qualsevol classe.
- f) Granges i vivers d'animals que hagin d'estar inclosos en el Registre d'explotacions ramaderes.
- g) Rebles que modifiquin la rasant del terreny i suposin una reducció significativa de la capacitat de desguàs. Aquest supòsit no és aplicable als rebles associats a les actuacions que preveu l'article 126 ter, que es regeixen pel que estableix l'article esmentat.
- h) Piles de materials que puguin ser arrossegats o puguin degradar el domini públic hidràulic o l'emmagatzematge de residus de tot tipus.
- i) Infraestructures lineals dissenyades de manera tendent al paral·lelisme amb el llit. Excepcionalment, quan es demostrï que no hi ha cap altra alternativa viable de traçat, es pot admetre una ocupació parcial de la zona de flux preferent, minimitzant sempre l'alteració del règim hidràulic i que es compensi, si s'escau, l'increment del risc d'inundació que eventualment es pugui produir. Queden exceptuades les infraestructures de sanejament, proveïment i altres canalitzacions subterrànies així com les obres de conservació, millora i protecció d'infraestructures lineals ja existents. Les obres de protecció enfront d'inundacions es regeixen pel que estableixen els articles 126, 126 bis i 126 ter.

2. Excepcionalment es permet la construcció de petites edificacions destinades a usos agrícoles amb una superfície màxima de 40 m², la construcció de les obres necessàries associades als aprofitaments reconeguts per la legislació d'aigües, i les altres obres destinades a la conservació i restauració de construccions singulars associades a usos tradicionals de l'aigua, sempre que es mantingui el seu ús tradicional, i no es permet, en cap cas, un canvi d'ús llevat del condicionament museístic, sempre que es compleixin els requisits següents:

- a) No representi un augment de la vulnerabilitat de la seguretat de les persones o béns enfront de lesavingudes.
- b) Que no s'incrementi de manera significativa la inundabilitat de l'entorn immediat, ni aigua avall, ni es condicionin les possibles actuacions de defensa contra inundacions de la zona urbana. Es considera que es produeix un increment significatiu de la inundabilitat quan a partir de la informació obtinguda dels estudis hidrològics i hidràulics, que en cas necessari es requereixin per a la seva autorització i que defineixin la situació abans de l'actuació prevista i després d'aquesta, no es dedueixi un augment de la zona inundable en terrenys altament vulnerables.

3. Qualsevol actuació a la zona de flux preferent ha de disposar d'una declaració responsable, presentada davant l'Administració hidràulica competent i integrada, si s'escau, a la documentació de l'expedient d'autorització, en la qual el promotor expressi clarament que coneix i assumeix el risc existent i les mesures de protecció civil aplicables al cas, i es compromet a traslladar aquesta informació als possibles afectats, independentment de les mesures complementàries que consideri oportú adoptar per a la seva protecció. Aquesta declaració és independent de qualsevol autorització o acte d'intervenció administrativa prèvia que hagin d'atorgar els diferents òrgans de les administracions públiques, amb subjecció, almenys, a les limitacions d'ús que estableix aquest article. En particular, aquestes actuacions han de disposar amb caràcter previ a la seva execució, segons que correspongui, de l'autorització a la zona de policia en els termes que preveu l'article 78 o amb l'informe de l'Administració hidràulica de conformitat amb l'article 25.4 del TRLA (en aquest cas, llevat que el corresponent Pla d'ordenació urbana, altres figures d'ordenament urbanístic o plans d'obres de l'Administració, hagin estat objecte d'informe i hagin recollit les oportunes previsions formulades a aquest efecte). La declaració responsable s'ha de presentar davant l'Administració hidràulica amb una antelació mínima d'un mes abans de l'inici de l'activitat en els casos en què no hagi estat inclosa en un expedient d'autorització.

4. Per als supòsits excepcionals anteriors, i per a les edificacions existents, les administracions competents han de fomentar l'adopció de mesures de disminució de la vulnerabilitat i autoprotecció, tot això d'acord amb el que estableix la Llei 17/2015, de 9 de juliol, del Sistema Nacional de Protecció Civil, i la normativa de les comunitats autònomes.»

L'article 9 ter recull "Obres i construccions en la zona de flux preferent en sòls en situació bàsica de sòl urbanitzat".

1. En el sòl que a la data d'entrada en vigor del Reial decret 638/2016, de 9 de desembre, estigui en la situació bàsica de sòl urbanitzat d'acord amb l'article 21.3 i 4 del text refós de la Llei del sòl i rehabilitació urbana, es poden fer noves edificacions, obres de reparació o rehabilitació que suposin un increment de l'ocupació en planta o del volum d'edificacions existents, canvis d'ús, garatges subterranis, soterranis i qualsevol edificació sota rasant i instal·lacions permanents d'aparcaments de vehicles en superfície, sempre que es compleixin els requisits següents i sense perjudici de les normes addicionals que estableixin les comunitats autònomes:

- a) No representin un augment de la vulnerabilitat de la seguretat de les persones o béns enfront de les avingudes, ja que s'han dissenyat tenint en compte el risc al qual estan sotmesos.
- b) Que no s'incrementi de manera significativa la inundabilitat de l'entorn immediat ni aigua avall, ni es condicionin les possibles actuacions de defensa contra inundacions de la zona urbana. Es considera que es produeix un increment significatiu de la inundabilitat quan a partir de la informació obtinguda dels estudis hidrològics i hidràulics, que en cas necessari es requereixin per a la seva autorització i que defineixin la situació abans de l'actuació prevista i després d'aquesta, no es dedueixi un augment de la zona inundable en terrenys altament vulnerables.
- c) Que no es tractin de noves instal·lacions que emmagatzemin, transformin, manipulin, generin o aboquin productes que puguin ser perjudicials per a la salut humana i l'entorn (sòl, aigua, vegetació o fauna) com a conseqüència del seu arrossegament, dilució o infiltració, en particular estacions de subministrament de carburant, depuradores industrials, magatzems de residus, instal·lacions elèctriques de mitjana i alta tensió.
- d) Que no es tracti de nous centres escolars o sanitaris, residències de persones grans, o de persones amb discapacitat, centres esportius o grans superfícies comercials on es puguin produir grans aglomeracions de població.
- e) Que no es tracti de nous parcs de bombers, centres penitenciaris o instal·lacions dels serveis de protecció civil.
- f) Les edificacions de caràcter residencial s'han de dissenyar tenint en compte el risc i el tipus d'inundació existent i els nous usos residencials s'han de disposar a una cota tal que no es vegin afectats per l'avinguda amb període de retorn de 500 anys. Poden disposar de garatges subterranis i soterranis, sempre que es garanteixi l'estanquitat del recinte per a l'avinguda de 500 anys de període de retorn, i que es facin estudis específics per evitar el col·lapse de les edificacions, tot això tenint en compte la càrrega sòlida transportada i que a més disposin de respiradors i vies d'evacuació per damunt de la cota de l'avinguda. S'ha de tenir en compte, en la mesura que es pugui, la seva accessibilitat en situació d'emergència per inundacions.

2. A més del que exigeix l'article 9 bis.3, amb caràcter previ a l'inici de les obres, el promotor ha de disposar del certificat del Registre de la propietat en el qual s'acrediti que existeix una anotació registral que indica que la construcció està en zona de flux preferent.

3. Per als supòsits excepcionals anteriors, i per a les edificacions existents, les administracions competents han de fomentar l'adopció de mesures de disminució de la vulnerabilitat i l'autoprotecció, tot això d'acord amb el que estableix la Llei 17/2015, de 9 de juliol, del Sistema Nacional de Protecció Civil, i la normativa de les comunitats autònomes.»

L'article 14 bis recull les limitacions als usos de sòl en la zona inundable.

Amb l'objecte de garantir la seguretat de les persones i béns, de conformitat amb el que preveu l'article 11.3 del text refós de la Llei d'aigües, i sense perjudici de les normes complementàries que puguin establir les comunitats autònomes, s'estableixen les següents limitacions en els usos del sòl en la zona inundable:

1. Les noves edificacions i usos associats en els sòls que estiguin en situació bàsica de sòl rural a la data d'entrada en vigor del Reial decret 638/2016, de 9 de desembre, s'han de realitzar, en la mesura que es pugui, fora de les zones inundables.

En els casos en què no sigui possible, cal atènyer-se al que sobre això estableixin, si s'escau, les normatives de les comunitats autònomes, tenint en compte el següent:

- a) Les edificacions s'han de dissenyar tenint en compte el risc d'inundació existent i els nous usos residencials s'han de disposar a una cota tal que no es vegin afectats per l'avinguda amb període de retorn de 500 anys, i s'han de dissenyar tenint en compte el risc i el tipus d'inundació existent. Poden disposar de garatges subterranis i soterranis, sempre que es garanteixi l'estanquitat del recinte per a l'avinguda de 500 anys de període de retorn, es facin estudis específics per evitar el col·lapse de les edificacions, tot això tenint en compte la càrrega sòlida transportada, i a més es disposi de respiradors i vies d'evacuació per damunt de la cota de l'avinguda. S'ha de tenir en compte la seva accessibilitat en situació d'emergència per inundacions.
- b) S'ha d'evitar l'establiment de serveis o equipaments sensibles o infraestructures públiques essencials, com ara hospitals, centres escolars o sanitaris, residències de persones grans o de persones amb discapacitat, centres esportius o grans superfícies comercials on es puguin donar grans aglomeracions

de població, acampades, zones destinades a l'allotjament en els càmpings i edificis d'usos vinculats, parcs de bombers, centres penitenciaris, depuradores, instal·lacions dels serveis de protecció civil, o similars. Excepcionalment, quan es demostrï que no hi ha cap altra alternativa d'ubicació, se'n pot permetre l'establiment, sempre que es compleixi el que estableix l'apartat anterior i s'asseguri la seva accessibilitat en situació d'emergència per inundacions.

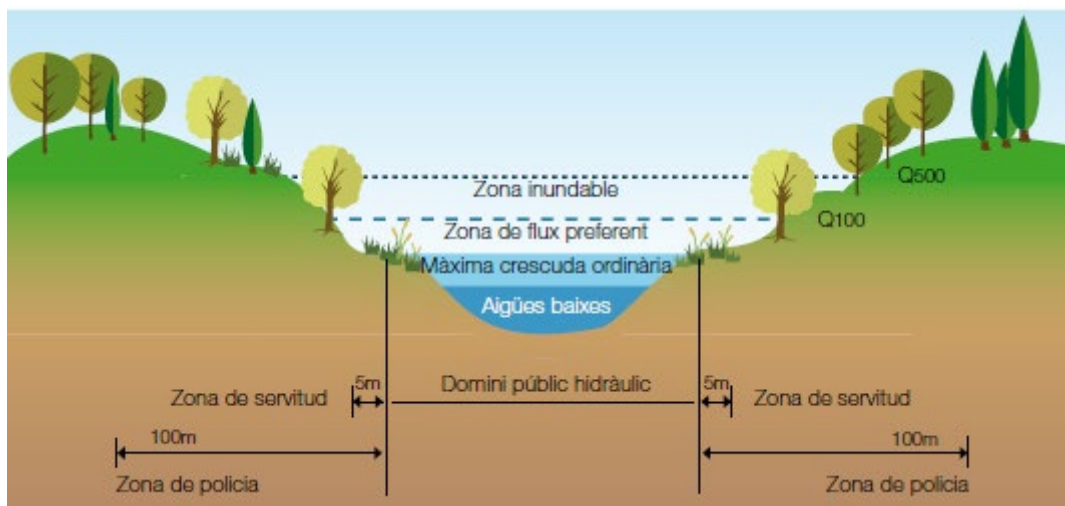
2. En els sòls que a la data d'entrada en vigor del Reial decret 638/2016, de 9 de desembre, estiguin en la situació bàsica de sòl urbanitzat, es pot permetre la construcció de noves edificacions, tenint en compte, en la mesura que es pugui, el que estableixen les lletres a) i b) de l'apartat 1.

3. Per als supòsits anteriors, i per a les edificacions existents, les administracions competents han de fomentar l'adopció de mesures de disminució de la vulnerabilitat i autoprotecció, tot això d'acord amb el que estableix la Llei 17/2015, de 9 de juliol, del Sistema Nacional de Protecció Civil, i la normativa de les comunitats autònomes. Així mateix, el promotor ha de subscriure una declaració responsable en la qual expressi clarament que coneix i assumeix el risc existent i les mesures de protecció civil aplicables al cas, i es compromet a traslladar aquesta informació als possibles afectats, independentment de les mesures complementàries que consideri oportú adoptar per a la seva protecció. Aquesta declaració responsable ha d'estar integrada, si s'escau, a la documentació de l'expedient d'autorització. En els casos en què no hagi estat inclosa en un expedient d'autorització de l'administració hidràulica, s'ha de presentar davant aquesta amb una antelació mínima d'un mes abans de l'inici de l'activitat.

4. A més del que estableix l'apartat anterior, amb caràcter previ a l'inici de les obres, el promotor ha de disposar del certificat del Registre de la propietat en el qual s'acrediti que existeix una anotació registral que indica que la construcció està en zona inundable.

5. En relació amb les zones inundables, s'ha de distingir entre les que estan incloses dins de la zona de policia que defineix l'article 6.1.b) del TRLA, en què l'execució de qualsevol obra o treball requereix l'autorització administrativa dels organismes de conca d'acord amb l'article 9.4, de les altres zones inundables situades fora de l'esmentada zona de policia, en què les activitats les ha d'autoritzar l'administració competent amb subjecció, almenys, a les limitacions d'ús que estableix aquest article, i a l'informe que ha d'emetre amb caràcter previ l'Administració hidràulica de conformitat amb l'article 25.4 del TRLA, llevat que el corresponent Pla d'ordenació urbana, altres figures d'ordenament urbanístic o plans d'obres de l'Administració, hagin estat objecte d'un informe i hagin recollit les oportunes previsions formulades a aquest efecte.»

Imatge 4. Esquema delimitació dels espais fluvials i les zones inundables



Font: Agència Catalana de l'Aigua

Imatge 5. Resum limitacions d'usos aplicables a nivell estatal (art. 9bis, 9ter, 9 quàter i 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	Si, 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	Si, 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
		Resto	No	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con 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	
Acampadas, zonas de alojamiento y edificios vinculados en los campings	No		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	Podrá permitirse teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, 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	Estas actividades no se suelen dar en suelos urbanizados, de existir deberán garantizarse, al menos, los condicionantes de seguridad pertinentes	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
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

NIP0. 013-17-040-6 - D.L. (español): M-7689-2017

✦ 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/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/>

2.2. PLA DE GESTIÓ DEL DISTRICTE DE CONCA FLUVIAL DE CATALUNYA 2016-2021

El Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya (PGDCFC), tal i com preveu l'article 21 del Text refós i 12 del Reglament, és l'eina que determina les accions i les mesures necessàries per assolir els objectius de la planificació hidrològica del districte de conca fluvial de Catalunya, l'àmbit territorial del qual està constituït per les conques hidrogràfiques internes de Catalunya i per les aigües subterrànies i costaneres associades, de confirmat amb el Decret 31/2009, de 24 de febrer.

El Govern de la Generalitat de Catalunya en compliment de les disposicions esmentades va aprovar el Programa de seguiment i control mitjançant Acord GOV/128/2008, de 3 de juny, el Pla de gestió mitjançant el Decret 188/2010, de 23 de novembre i el Programa de mesures per Acord GOV/328/2010, de 23 de novembre.

La sentència del Tribunal Suprem de 4 d'abril del 2014 va declarar nul el Decret 188/2010 per manca de dictamen de la Comissió Jurídica Assessora, la qual cosa va obligar a retrotraure la tramitació per esmenar el defecte, previ Acord del Govern, de 22 de juliol de 2014, de conservació del tràmit del procediment d'aprovació del Decret. Complimentat aquest tràmit es va elevar al Govern per la seva nova aprovació, la qual es va efectuar mitjançant el Decret 171/2014, de 23 de desembre.

De les determinacions normatives, en interessa el Capítol XI Gestió de l'espai fluvial; i concretament:

- Secció primera - Determinacions relatives al règim d'usos de l'espai fluvial.
Articles del 66 al 75
- Secció segona - Determinacions relatives a les actuacions de defensa front al risc d'inundacions
Articles del 76 al 78

3. DESCRIPCIÓ DELS CURSOS FLUVIALS

3.1. NUCLI DE BOADELLA D'EMPORDÀ

3.1.1. TORRENT INNOMINAT (SERRA DE CAL FUSTER)

Aquest curs fluvial travessa el nucli de Boadella d'Empordà de nord a sud-est fins a desembocar a la Muga. D'aquest torrent se n'han modelitzat les dues lleres i la seva confluència dins el nucli de Boadella d'Empordà a l'alçada de Can Niceto.

Aquesta riera es troba totalment descoberta, on aigües amunt del carrer de la Salut es troba en un estat força natural. En aquest curs fluvials s'han localitzat 3 estructures hidràuliques.

Imatge 6. Vista llera principal torrent innominat (Serra de Cal Fuster)



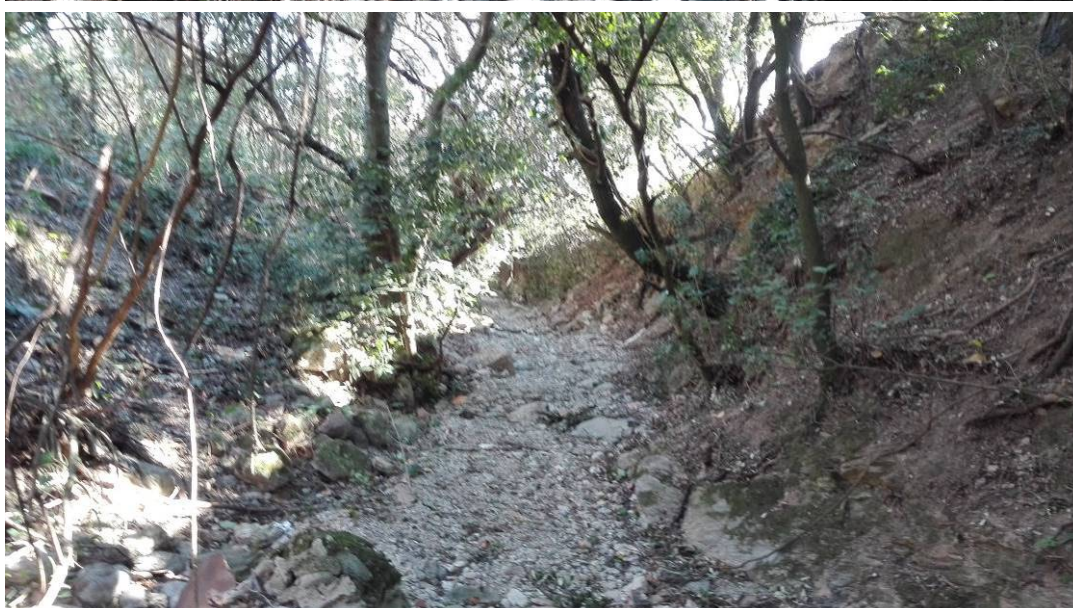
Imatge 7. Vista llera secundària torrent innominat (Serra de Cal Fuster)



Imatge 8. Confluència de les dues lleres



Imatge 9. Vistes de la llera aigües avall confluència





Imatge 10. Vista llera abans obra hidràulica del carrer de la Salut



Imatge 11. Vista llera aigües avall del carrer de la Salut. S'observa l'obra hidràulica dels carrers Nou i Gaietà. En aquest punt conflueixen els dos torrents innominats.



Imatge 12. Vista llera aigües avall de l'obra hidràulica del carrers Nous i Gaietà.





Imatge 13. Vista de la desembocadura del torrent a la Muga



3.1.2. TORRENT INNOMINAT (LA COROMINA)

Aquest curs fluvial travessa el nucli de Boadella d'Empordà d'oest a est, on conflueix amb el torrent innominat sota als carrers Nou i Gaietà, on posterior desemboquen a la Muga.

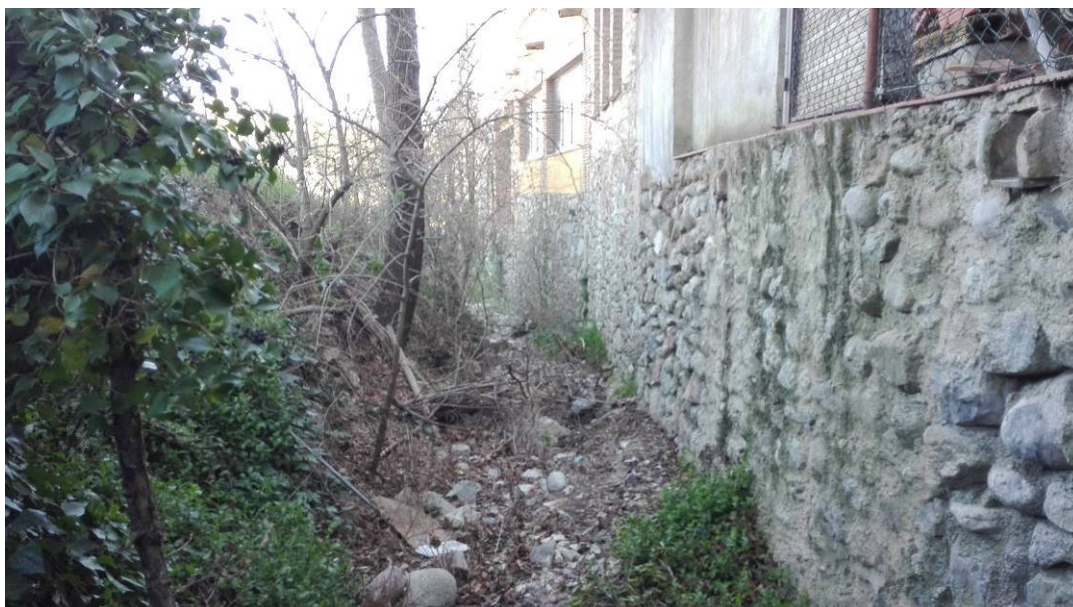
Aquesta riera es troba totalment descoberta, on troben dues estructures hidràuliques.

Imatge 14. Vista aigües amunt de la llera abans d'entrar al nucli urbà de Boadella d'Empordà a través d'una estructura hidràulica



Imatge 15. Vista de la llera aigües avall, paral·lela al marge esquerre pel carrer existent i pel marge dret per les edificacions existents.





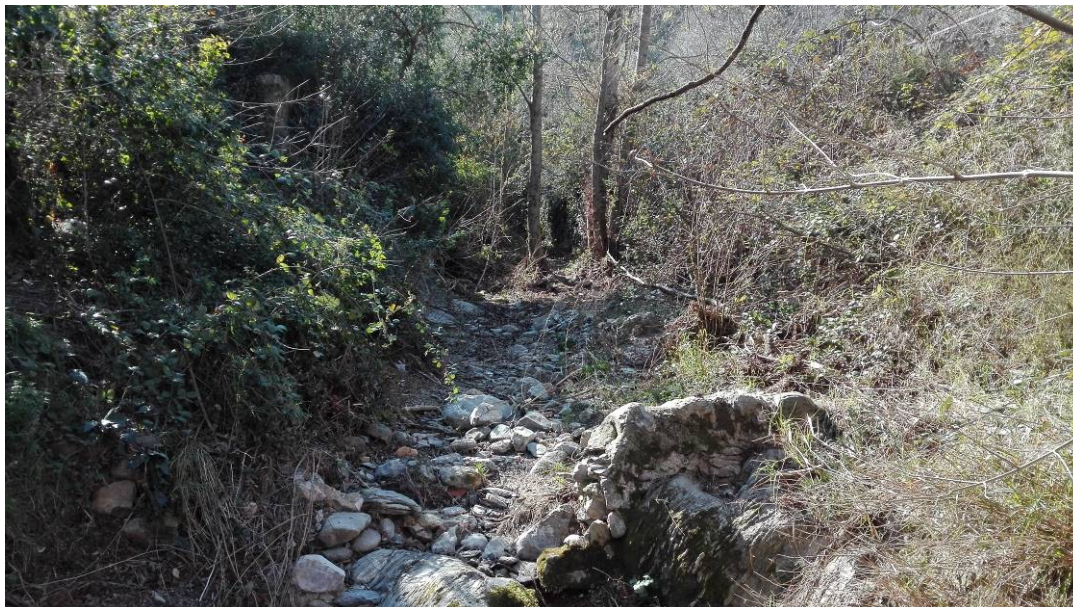
Imatge 16. Vista de la llera aigües avall, abans de l'estructura hidràulica per sota els carrers Nou i Gaietà. En aquest punt conflueix amb el torrent innominat (Serra del Fuster)



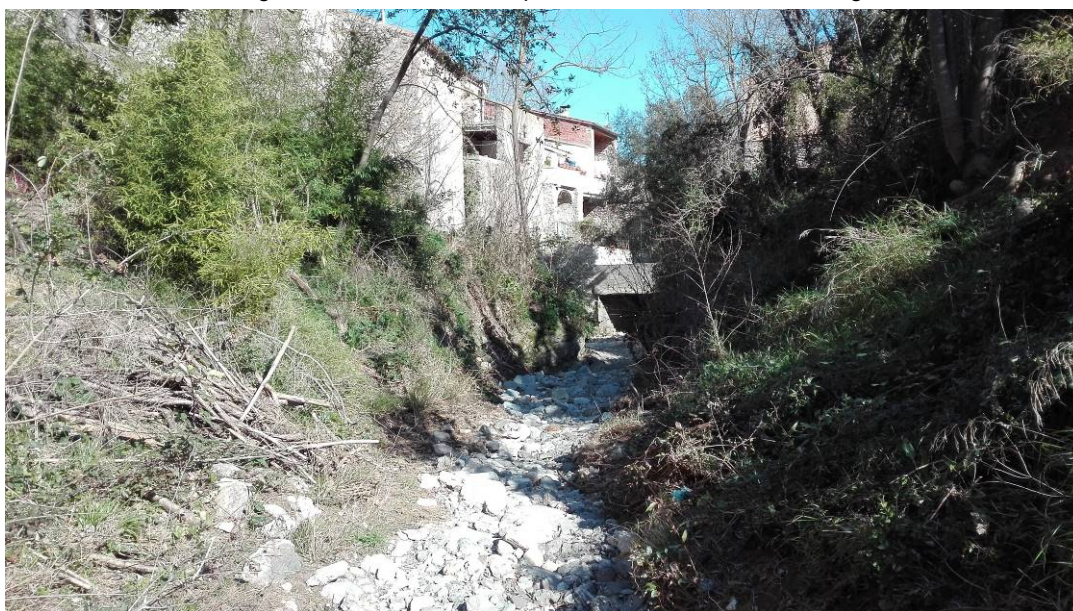
3.1.3. TORRENT DEL SALT DEL BARRAL

Aquest curs fluvial travessa el nucli de Boadella d'Empordà de sud a est fins a desembocar amb la Muga. Aquest torrent es troba descobert fins l'últim tram, el qual es troba cobert (parc infantil i passeig del portal) fins a desembocar a la Muga.

Imatge 17. Vista de la llera aigües amunt del nucli de Boadella d'Empordà, on limita al marge dret amb el camp de la Coromina



Imatge 18. Vista de l'obra de pas fins a desembocar a la Muga





Imatge 19. Vista aigües avall obra de pas i desembocadura a la Muga



Imatge 20. Vista de la sortida estructura hidràulica des del pont sobre la Muga



3.2. NUCLI DE LES ESCAULES

3.2.1. TORRENT INNOMINAT (ESCAULES)

Aquest curs fluvial travessa el nucli de Les Escaules d'oest a est fins a desembocar a la Muga. Aquest torrent s'ha modelitzat des de l'entrada al nucli de Les Escaules fins a la seva desembocadura.

En aquesta riera es pot tramificar en 4 trams diferenciats. Al primer tram es troba descoberta (llera natural) i comprèn tota la llera aigües amunt fins arribar a la zona parcialment coberta per terrasses de les edificacions existents. Al segon tram es troba parcialment coberta per les terrasses de les edificacions existents fins arribar a l'obra de pas on passa a estar completament coberta. Al tercer tram es troba totalment coberta mitjançant una obra de pas on passa per sota edificacions existents i el carrer de Figueres. L'últim tram és la llera aigües avall del carrer de Figueres fins al desembocadura a la Muga. Aquest tram es troba totalment descobert (llera natural).

Imatge 21. Vista de la llera del tram 1







Imatge 22. Vista de l'inici del tram 2



Imatge 23. Vista de la llera del tram 2





Imatge 24. Vista de l'estructura hidràulica del tram 3

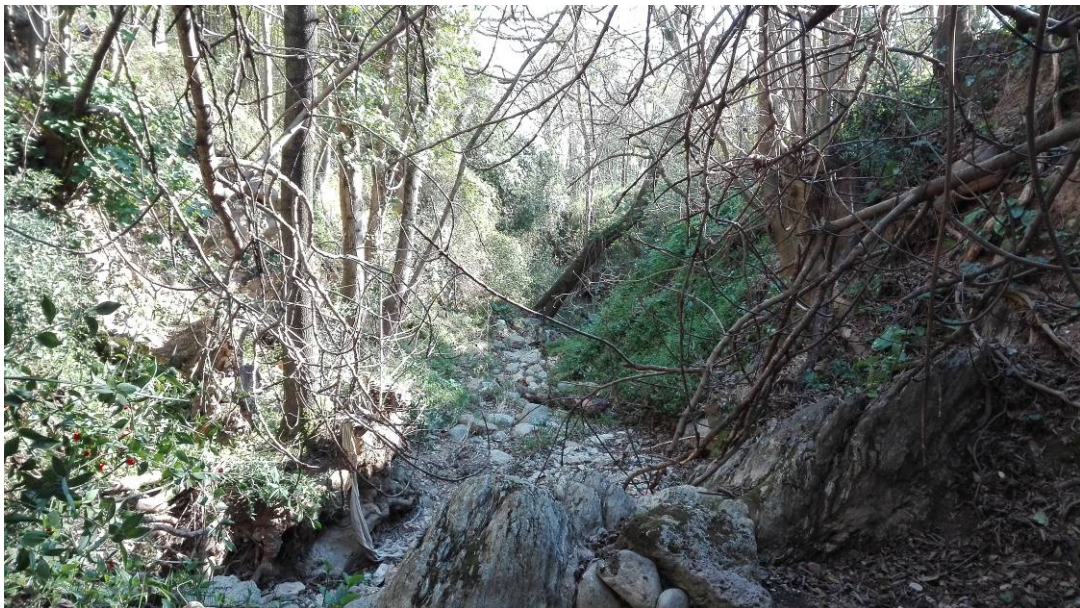


Imatge 25. Obertura abans de l'estructura anterior que condueix al carrer de l'Oli



Imatge 26. Vistes de la llera del tram 4







Imatge 27. Vista de la desembocadura a la Muga



4. HIDROLOGIA

4.1. ASPECTES BÀSICS

Per a poder realitzar l'estudi hidràulic, és necessari determinar els cabals que poden arribar a discórrer per la llera en cas d'avinguda.

Per determinar els cabals per a cadascun dels cursos fluvials analitzats s'ha seguit la Guia Tècnica "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local", editada per l'Agència Catalana de l'Aigua a l'any 2003.

A més, també s'ha tingut en compte Guia Metodològica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables publicada por el Ministerior de Medi Ambiente y medio Rural i Marino, a l'any 2011. Concretament, s'ha utilitzat el seu annex II, V i VI.

Per a la realització de la hidrologia (delimitació de la conca) s'ha utilitzat el model d'Elevació del Terreny 5x5 de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICGC). Es tracta d'una informació en format malla regular (ràster) amb un pas de malla de 5x5 metres.

4.2. PLUJA DE PROJECTE

Per al càlcul dels valors de precipitació diària Pd es realitza un tractament estadístic de les sèries de pluges històriques obtingudes dels registres de les estacions meteorològiques properes. El tractament estadístic utilitza dades de mesures a punts concrets, les estacions meteorològiques. Si s'utilitzen els resultats del tractament estadístic per assignar un únic valor de precipitació Pd a una zona amb una certa extensió, i no a un punt, cal reduir els resultats del tractament estadístic aplicant un coeficient adimensional. Aquest coeficient és K_A , coeficient de simultaneïtat, que té l'expressió:

$$\text{si } S \leq 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1$$

$$\text{si } S > 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1 - \frac{\log S}{15}$$

On S és la superfície de la conca expressada en km^2 . L'aplicació del coeficient de simultaneïtat està motivada perquè, sobre una zona extensa, la precipitació mitjana és menor quan més superfície té la zona. En aquest cas, per la definició de la pluja de projecte, la zona d'estudi s'ha considerat dues conques, una per cada curs fluvials estudiar.

A la següent taula es mostra els valors dels paràmetres hidromorfomètrics i el temps de concentració de les conques estudiades.

Taula 1. Característiques de les conques i subconques

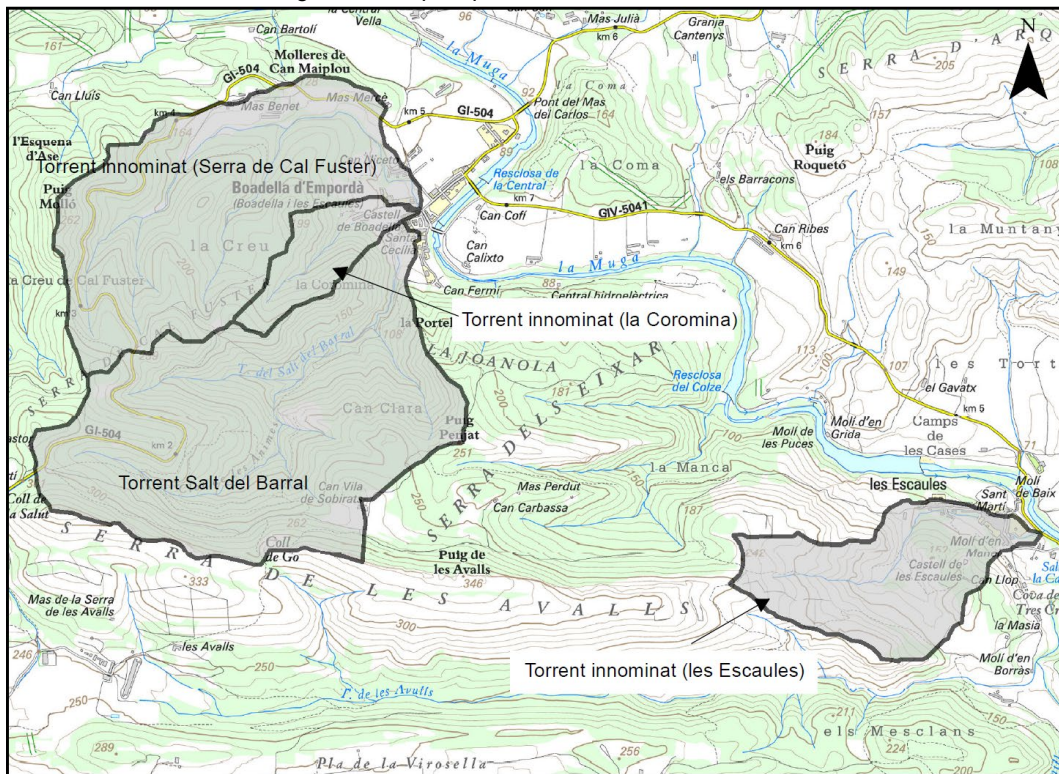
Cursos fluvials	Conques/ Subconques	Àrea (km^2)	K_A	Longitu d L (km)	Cota màx. (m)	Cota mín. (m)	Pendent j (m/m)	Temps Tc (h)
Torrent innominat (Escaules)	Conca	0,373	1	1,378	236,80	61,28	0,127	0,44
Torrent innominat (Serra de Cal Fuster)	Conca	0,804	1	2,183	273,30	84,32	0,087	0,86
	Subconca 1	0,7678	1	2,183	273,30	84,32	0,087	0,86
	Subconca 2	0,0362	1	0,413	203,70	91	0,273	0,15
Torrent innominat (la Coromina)	Conca	0,1335	1	0,855	224,40	84,32	0,164	0,29
Torrent Salt del Barral	Conca	1,1073	0,997	2,241	374,80	83,46	0,13	0,82

A la següent taula es poden observar els valors de Pd que s'han extret de la web de l'ACA i que coincideixen amb la guia del Ministerio de Fomento (DGC, 1999), "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" i els valors de P'd una vegada aplicat el coeficient de simultaneïtat KA ($P'd = Pd \times KA$).

Taula 2. Precipitacions màximes

Conca/subconques	Període de retorn	Pd	Pd' adoptada
		web ACA/ Ministerio	
Torrent innominat (Escaules)	MCO	82	82
	100	219	219
	500	292	292
Torrent innominat (Serra de Cal Fuster)	MCO	84	84
	100	224	224
	500	298	298
Torrent innominat (la Coromina)	MCO	84	84
	100	222	222
	500	296	296
Torrent Salt del Barral	MCO	84	83,8
	100	222	221,3
	500	296	295,1

Imatge 28. Conques per a la determinació dels cabals

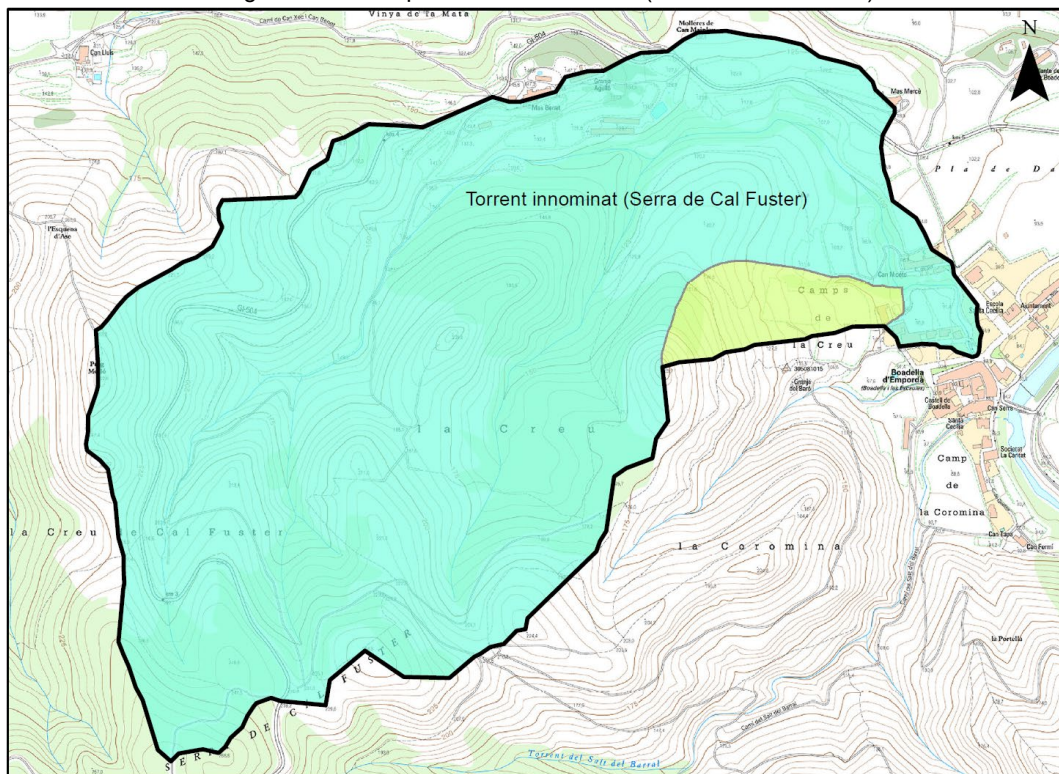


Llegenda

Conques hidrogràfiques

Font: Elaboració pròpia

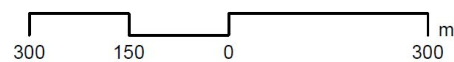
Imatge 29. Subconques torrent innominat (Serra del Cal Fuster)



Llegenda

Torrent innominat (Serra de Cal Fuster)

-  Conca
-  Subconca 1
-  Subconca 2



Font: Elaboració pròpia

Una vegada coneguda la precipitació diària $P'd$ es calcula la intensitat de pluja corresponent a una durada de l'episodi de pluja igual a 24 hores (quan no es disposa de cap dada per a calibrar el model hidrològic, es recomana considerar una duració de la pluja de 24 hores, per ser més conservador), per a cada període de retorn. S'utilitzen les corbes intensitat – durada – freqüència, també anomenades corbes IDF proposades per Témez:

$$\frac{I}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{(28^{0.1-D^{0.1}})}{(28^{0.1}-1)}}$$

On:

- I Intensitat de precipitació per a una durada efectiva de la pluja de durada $D=24$ hores corresponent al període de retorn considerat, expressada en mm/h.
- I_1/I_d Quocient característic de la zona d'estudi, a Catalunya es pot considerar un valor mitjà de 11, d'acord amb MOPU (1990).
- I_d Intensitat mitjana diària per al període de retorn considerat, que és el volum de precipitació recollit en un dia natural, dividit per 24 (hores). S'expressa en mm/h.
- D Durada efectiva de la pluja igual a 24 hores.

Els cabals utilitzats per a la determinació de les zones inundables són els de $T=100$ anys i 500 anys de període de retorn.

Taula 3. Intensitat de disseny, associada a cada període de retorn.

Conca/subconques	Període de retorn	Pd' adoptada	ID (Sintètica) (Tc=24 h)
Torrent innominat (Escaules)	MCO	82	3,42
	100	219	9,13
	500	292	12,17
Torrent innominat (Serra de Cal Fuster)	MCO	84	3,50
	100	224	9,33
	500	298	12,42
Torrent innominat (la Coromina)	MCO	84	3,50
	100	222	9,25
	500	296	12,33
Torrent Salt del Barral	MCO	83,8	3,49
	100	221,3	9,22
	500	295,1	12,30

4.3. PÈRDUES DE PRECIPITACIÓ

Per a la determinació de les pèrdues de precipitació la Guia Tècnica segueix el mètode desenvolupat pel Soil Conservation Service (SCS, depenent del Servei Geològic dels Estats Units, USGS). El Soil Conservation Service (SCS), va tabular els NC segons l'ús del sòl, el pendent, les característiques hidrològiques i el grup de sòl.

La relació entre el P₀ (llindar d'escorrentiu a partir del qual es produeix escorriment superficial) i l'NC utilitzada habitualment a la Península és la proposada per Témez:

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

En el nostre cas s'ha utilitzat la taula on es relacionen els valors de llindar d'escorriment P₀ en condicions d'humitat tipus II segons l'ús de sòl, el pendent, les característiques hidrològiques i el grup de sòl. S'utilitzen els valors de P₀ perquè són els que s'utilitzen en el mètode racional, el qual és el mètode utilitzat per extreure els cabals màxims per a cada curs fluvial.

4.3.1. USOS DEL SÒL

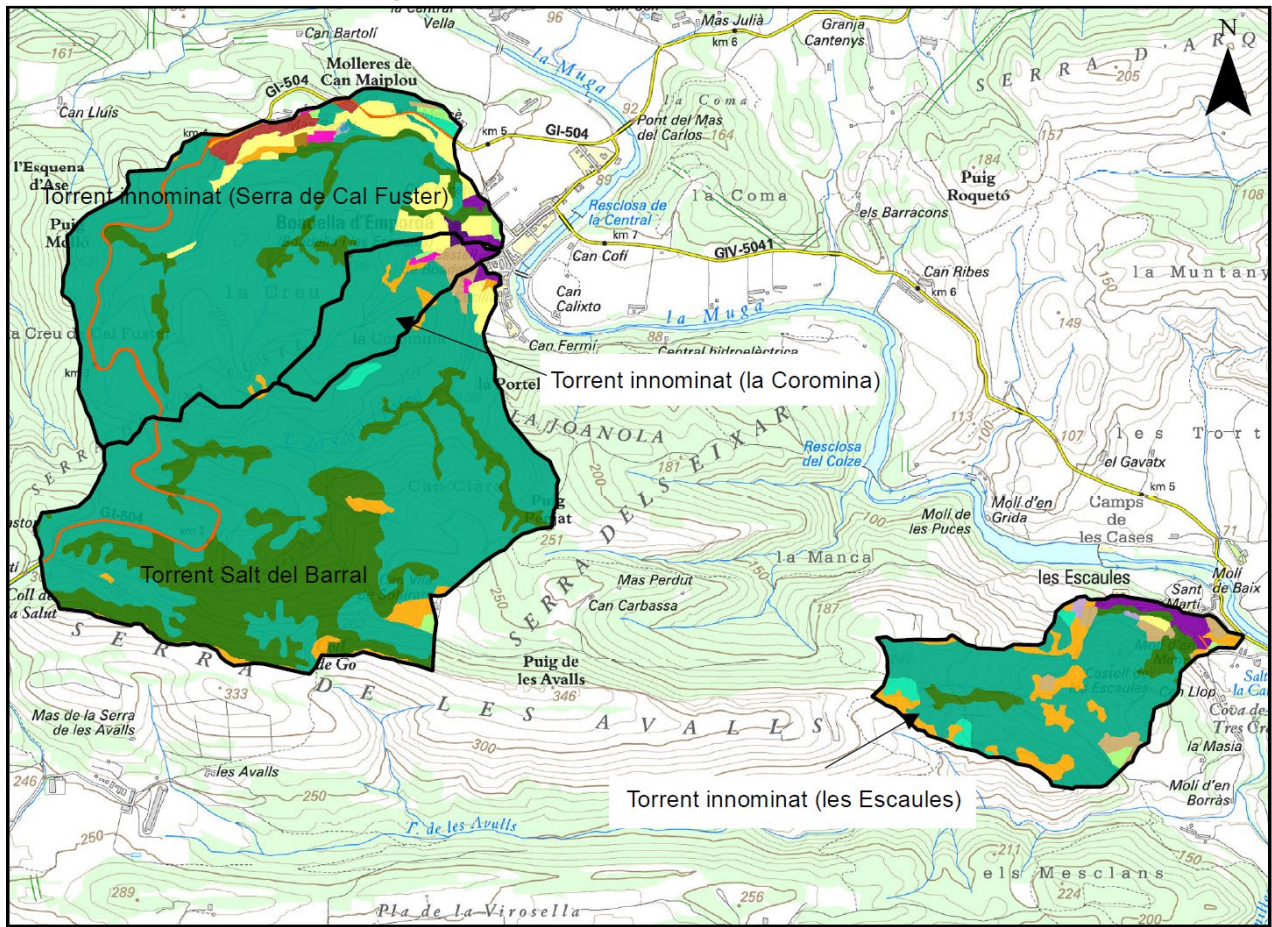
Per a la consideració de l'ús del sòl de les conques es va utilitzar la 4ed (nivell 5) del mapa de cobertes de sòl de Catalunya del CREAM en format GIS i es van interpretar mitjançant els criteris de la guia tècnica "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local" (ACA, 2003). Aquesta base de les cobertes de sòl es va contrastar amb l'anàlisi d'ortofotomapes de l'ICGC i amb visita de camp.

Taula 4. Usos del sòl de les conques estudiades

Usos del sòl
Altres conreus herbacis
Altres conreus herbacis en regadiu
Alzinar (>= 20%cc)
Basses agrícoles
Carreteres
Fruiters no cítrics
Fruiters no cítrics en regadiu
Granges
Matollars

Oliverars
Pineda de pi blanc (>= 20%cc)
Pineda de pi blanc (5-20%cc)
Prats i herbassars
Sòl nu per acció antròpica
Urbanitzat residencial compacte
Urbanitzat residencial lax
Vinyes
Zones industrials i comercials

Imatge 30. Usos de sòl de les conques estudiades

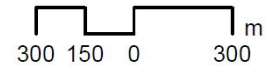


Llegenda

Usos del sòl (4ed. 5 nivell CREAM)

- | | |
|---|---------------------------------|
| Altres conreus herbacis | Oliverars |
| Altres conreus herbacis en regadiu | Pineda de pi blanc (5-20% cc) |
| Alzinar (>= 20%cc) | Pineda de pi blanc (>20% cc) |
| Basses agrícoles | Prats i herbassars |
| Carreteres | Sòl nu per acció antròpica |
| Fruiters no cítrics i no cítrics en regadiu | Urbanitzat residencial compacte |
| Granges | Urbanitzat residencial lax |
| Matollars | Vinyes |
| | Zones industrials i comercials |
| | Conques hidrològiques |

Font: Elaboració pròpia



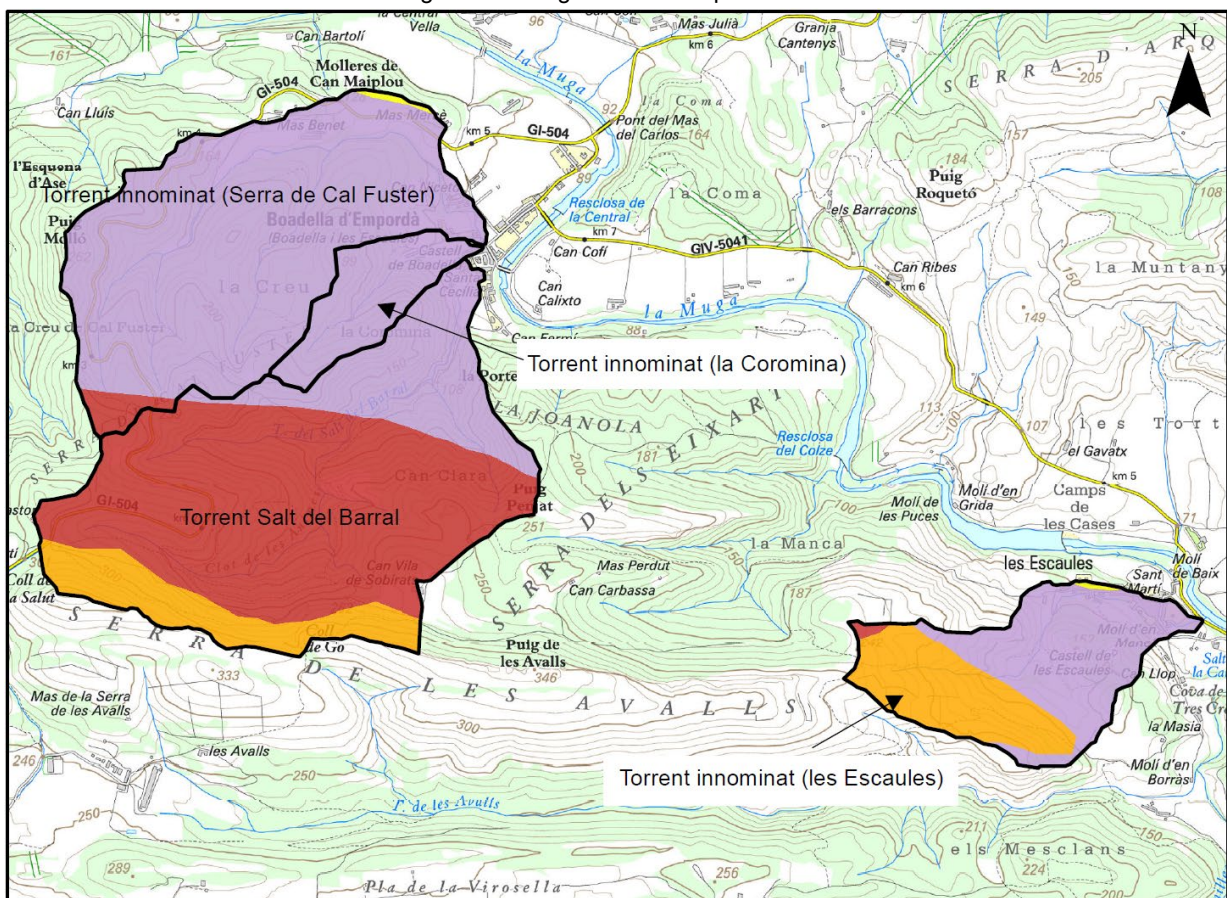
4.3.2. GEOLOGIA DE LES CONQUES

Per estudiar els valors de P_0 s'han de tenir en compte les característiques del terreny. A partir del mapa geològic d'escala 1:250.000 de l'ICGC i de la visita de camp, es va constatar que el terreny de les conques estudiades estan formades per:

Taula 5. Geologia de la conca estudiada

Codi ICGC	Tipus de sòl	Descripció
K5P1A	B	Conglomerats, argiles i gresos vermells
P2	A	Calcàries amb alveolina (Àger, Cadí, Orpí)
P23	B	Margues i guixos amb intercalacions de calcàries (Sagnari, Figols de la Conca, Morillo de Liena)
Q3F	A	Còdols i llims (fons de vall)

Imatge 31. Geologia de les conques d'estudi



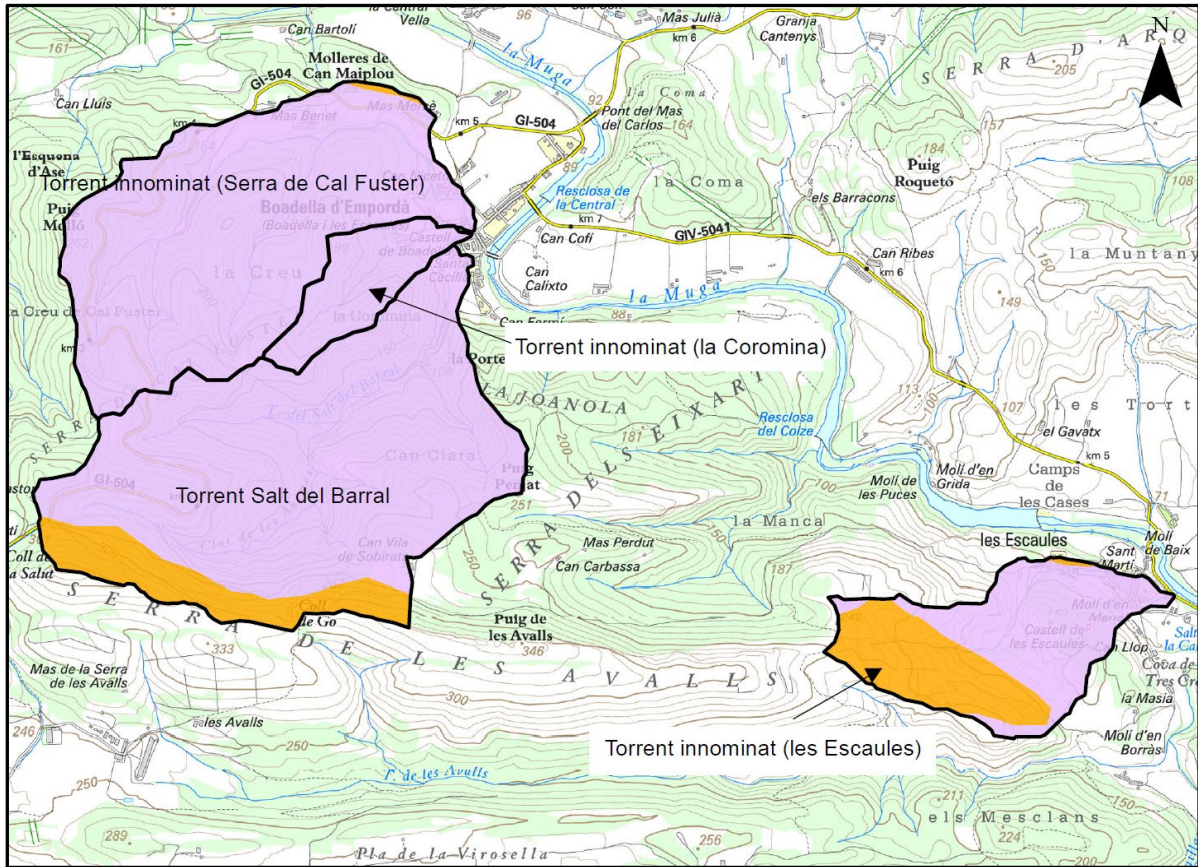
Llegenda

Geologia

- K5P1A; Conglomerats, argiles i gresos vermells
- P2; Calcàries amb alveolina
- P23; Margues i guixos amb intercalacions de calcàries
- Q3F; Còdols i llims (fons de vall)
- Conques hidrogràfiques

Font: Elaboració pròpia

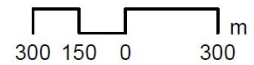
Imatge 32. Mapa geològic reclassificat en tipus de sòl del SCS.



Llegenda

Grup de sòl

- A
- B
- Conques hidroliques

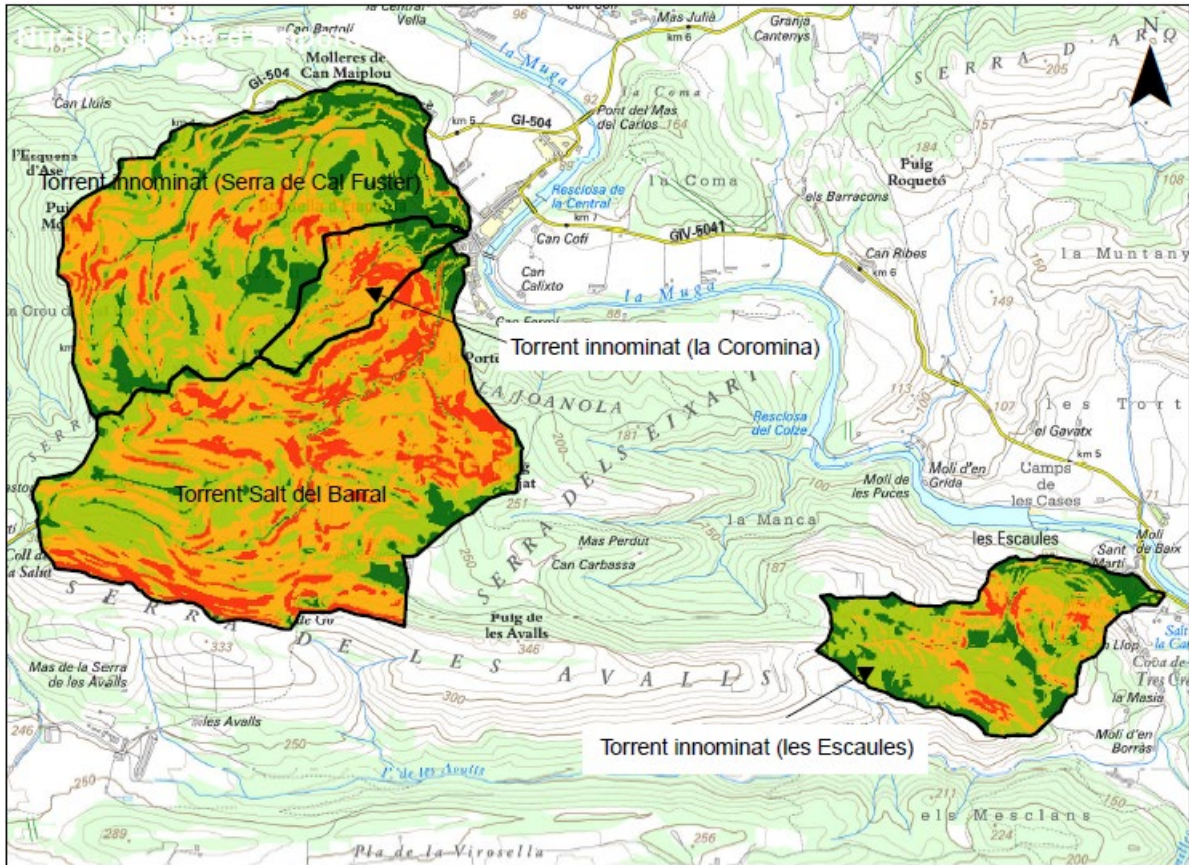


Font: Elaboració pròpia

4.3.3. PENDENTS

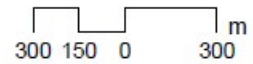
És una de les variables necessàries per definir el valor P_0 , el qual es classifica en dos grups: menor al 3% i major/igual al 3%. Per la seva elaboració s'ha utilitzat MDE 5x5 de l'ICGC, el qual mitjançant Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) s'ha extret en format ràster el mapa de pendents. A la figura següent es mostra el mapa de pendents obtingut i es pot observar que la pràctica totalitat de les conques té un pendent $\geq 3\%$.

Imatge 33. Mapa de pendents de les conques d'estudi



Llegenda

- | | | |
|---|---|--------------------------------|
| Pendents (%) |  | 20 - 30% |
|  | | 0 - 10% |
|  | | > 30% |
|  |  | 10 - 20% Conques hidrològiques |

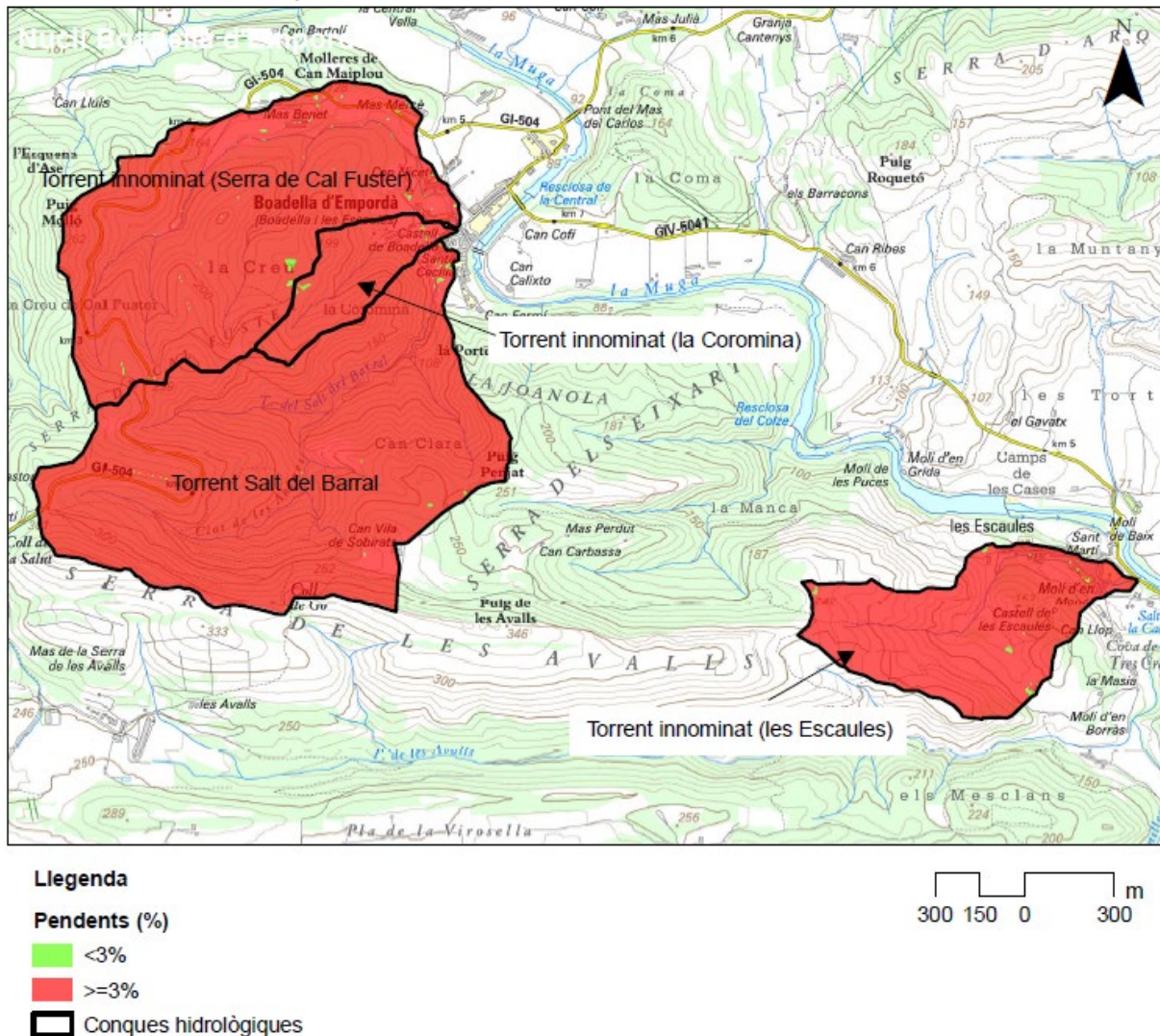


Font: Elaboració pròpia

Un cop obtingut el mapa de pendents, cal reclassificar-lo en dos grups tal i com es mostra a la figura següent :

- Cel·les amb pendent menor del 3% (color verd).
- Cel·les amb pendent major o igual al 3% (color vermell).

Imatge 34. Mapa de pendents reclassificat de les conques d'estudi



Font: Elaboració pròpia

4.3.4. CARACTERISTIQUES HIDROLÒGIQUES

Un cop obtingudes totes les característiques de la conca es crea una nova capa mitjançant Sistemes d'Informació Geogràfica combinant les tres capes anteriors (usos del sòl, geologia i pendent). Un cop obtinguda aquesta capa se li dona un valor P_0 segons la taula A1.2. (valor de lliandar d'escorrentiu P_0 en condicions anteriors d'humitat de tipus II) de la guia tècnica "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local" de l'Agència Catalana de l'Aigua i també amb el suport de l'annex II "Tabla de valores del Umbral de escorrentia (mm) de la "Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables publicada por el Ministerio de Medi Ambiente y medio Rural" del Ministerio por la Transición Ecológica.

A les taules següents es presenten els lliandars d'escorriment P_0 escollits per als diferents usos, pendents i geologia de les conques estudiades.

Taula 6. Lliandar d'escorriment P_0 per als diferents usos, pendents i geologia de la conca del torrent innominat (Escaules)

Usos de sòl	Pendents	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)
Altres conreus herbacis	≥ 3%	B	19
Altres conreus herbacis en regadiu	≥ 3%	B	23
Alzinar (>= 20%cc)		A	89

Usos de sòl	Pendents	Tipus de sòl	P ₀ inicial (mm)
Alzinar (>= 20%cc)		B	47
Carreteres			1
Fruiters no cítrics	≥ 3%	A	62
Fruiters no cítrics	≥ 3%	B	28
Matollars		A	75
Matollars		B	34
Pineda de pi blanc (>= 20%cc)		A	59
Pineda de pi blanc (>= 20%cc)		B	47
Pineda de pi blanc (5-20%cc)		A	60
Pineda de pi blanc (5-20%cc)		B	24
Prats i herbassars	≥ 3%	A	24
Prats i herbassars	≥ 3%	B	14
Urbanitzat residencial compacte			1
Urbanitzat residencial lax	≥ 3%	B	14

Taula 7. Llíndar d'escoriment P₀ per als diferents usos, pendents i geologia de la conca i subconques del torrent innominat (Serra de Cal Fuster)

Usos de sòl	Pendents	Tipus de sòl	P ₀ inicial (mm)
Altres conreus herbacis	≥ 3%	B	19
Alzinar (>= 20%cc)		B	47
Basses agrícoles		B	0
Carreteres			1
Fruiters no cítrics	≥ 3%	A	62
Fruiters no cítrics	≥ 3%	B	28
Granges		B	14
Matollars		B	34
Oliverars	≥ 3%	B	34
Pineda de pi blanc (>= 20%cc)		A	59
Pineda de pi blanc (>= 20%cc)		B	47
Pineda de pi blanc (5-20%cc)		B	24
Prats i herbassars	≥ 3%	A	24
Prats i herbassars	≥ 3%	B	14
Sòl nu per acció antròpica	≥ 3%	B	11
Urbanitzat residencial compacte			1
Urbanitzat residencial lax	≥ 3%	B	14
Vinyes	≥ 3%	B	28
Zones industrials i comercials		B	4

Taula 8. Llindar d'escorriment P_0 per als diferents usos, pendents i geologia de la conca del torrent innominat (la Coromina)

Usos de sòl	Pendents	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)
Altres conreus herbacis	$\geq 3\%$	B	19
Alzinar ($\geq 20\%cc$)		B	47
Fruiters no cítrics	$\geq 3\%$	B	28
Fruiters no cítrics en regadiu	$\geq 3\%$	B	34
Granges	$\geq 3\%$	B	14
Matollars		B	34
Pineda de pi blanc ($\geq 20\%cc$)		B	47
Prats i herbassars	$\geq 3\%$	B	14
Urbanitzat residencial compacte			1
Urbanitzat residencial lax	$\geq 3\%$	B	4

 Taula 9. Llindar d'escorriment P_0 per als diferents usos, pendents i geologia de la conca del torrent del Salt del Barral

Usos de sòl	Pendents	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)
Altres conreus herbacis	$\geq 3\%$	B	19
Alzinar ($\geq 20\%cc$)		A	89
Alzinar ($\geq 20\%cc$)		B	47
Carreteres			1
Fruiters no cítrics	$\geq 3\%$	B	28
Granges	$\geq 3\%$	B	14
Matollars		A	75
Matollars		B	34
Pineda de pi blanc ($\geq 20\%cc$)		A	59
Pineda de pi blanc ($\geq 20\%cc$)		B	47
Pineda de pi blanc (5- 20%cc)		B	24
Prats i herbassars	$\geq 3\%$	A	24
Prats i herbassars	$\geq 3\%$	B	14
Urbanitzat residencial compacte			1

A partir de les taules anteriors es pot elaborar la distribució de superfície d'usos, en termes de superfície total, per tal d'obtenir la P_0 mitjana i posteriorment la P'_0 corregida.

 Taula 10. Llindar d'escorriment P_0 mitjana i P'_0 corregida de la conca torrent innominat (Escaules)

Àrea (km ²)	Usos de sòl	Pendents	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)	$P_0 \cdot \text{àrea}$
0,0023	Altres conreus herbacis	$\geq 3\%$	B	19	0,044361
0,0001	Altres conreus herbacis en regadiu	$\geq 3\%$	B	23	0,00292
0,0109	Alzinar ($\geq 20\%cc$)		A	89	0,96898
0,0183	Alzinar ($\geq 20\%cc$)		B	47	0,85804
0,0003	Carreteres			1	0,000337
0,0003	Fruiters no cítrics	$\geq 3\%$	A	62	0,016405
0,0183	Fruiters no cítrics	$\geq 3\%$	B	28	0,513538

0,0206	Matollars		A	75	1,542293
0,0289	Matollars		B	34	0,981269
0,1072	Pineda de pi blanc ($\geq 20\%cc$)		A	59	6,321925
0,1338	Pineda de pi blanc ($\geq 20\%cc$)		B	47	6,290364
0,0092	Pineda de pi blanc (5-20%cc)		A	60	0,554575
0,0019	Pineda de pi blanc (5-20%cc)		B	24	0,046148
0,0002	Prats i herbassars	$\geq 3\%$	A	24	0,005754
0,0036	Prats i herbassars	$\geq 3\%$	B	14	0,049733
0,0146	Urbanitzat residencial compacte			1	0,014618
0,0027	Urbanitzat residencial lax	$\geq 3\%$	B	14	0,038017
0,3733	SUMA				18,25

Po mitjana II	48,89
M, multiplicador regional	1,3
P'o mitjana II	63,56

 Taula 11. Llíndar d'escorriment P_0 mitjana i P'_0 corregida de la conca torrent innominat (Serra de Cal Fuster)

Àrea (km ²)	Usos del sòl	Pendent	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)	Po * Àrea
0,0650	Altres conreus herbacis	$\geq 3\%$	B	19	1,235614
0,0579	Alzinar ($\geq 20\%cc$)		B	47	2,721131
0,0005	Basses agrícoles		B	0	0
0,0163	Carreteres			1	0,016329
0,0004	Fruiters no cítrics	$\geq 3\%$	A	62	0,027519
0,0006	Fruiters no cítrics	$\geq 3\%$	B	28	0,015418
0,0030	Granges		B	14	0,042568
0,0067	Matollars		B	34	0,226812
0,0154	Oliverars	$\geq 3\%$	B	34	0,524592
0,0038	Pineda de pi blanc ($\geq 20\%cc$)		A	59	0,225674
0,6149	Pineda de pi blanc ($\geq 20\%cc$)		B	47	28,89914
0,0032	Pineda de pi blanc (5-20%cc)		B	24	0,077744
0,0003	Prats i herbassars	$\geq 3\%$	A	24	0,006565
0,0050	Prats i herbassars	$\geq 3\%$	B	14	0,070113
0,0007	Sòl nu per acció antròpica	$\geq 3\%$	B	11	0,007786
0,0058	Urbanitzat residencial compacte			1	0,005782
0,0007	Urbanitzat residencial lax	$\geq 3\%$	B	14	0,009123
0,0016	Vinyes	$\geq 3\%$	B	28	0,044284
0,0022	Zones industrials i comercials		B	4	0,008715
0,8040	SUMA				34,16

Po mitjana II	42,49
M, multiplicador regional	1,3
P'o mitjana II	55,24

Taula 12. Llindars d'escorriment P_0 mitjana i P'_0 corregida de la subconca núm. 1 torrent innominat (Serra de Cal Fuster)

Àrea (km ²)	Usos del sòl	Pendent	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)	Po * Àrea
0,0549	Altres conreus herbacis	≥ 3%	B	19	1,04345
0,0537	Alzinar (≥ 20%cc)		B	47	2,526223
0,0005	Basses agrícoles		B	0	0
0,0163	Carreteres			1	0,016329
0,0004	Fruiters no cítrics	≥ 3%	A	62	0,027519
0,0006	Fruiters no cítrics	≥ 3%	B	28	0,015418
0,0030	Granges		B	14	0,042568
0,0067	Matollars		B	34	0,226812
0,0154	Oliverars	≥ 3%	B	34	0,524592
0,0038	Pineda de pi blanc (≥ 20%cc)		A	59	0,225674
0,5946	Pineda de pi blanc (≥ 20%cc)		B	47	27,9442
0,0032	Pineda de pi blanc (5-20%cc)		B	24	0,077744
0,0003	Prats i herbassars	≥ 3%	A	24	0,006565
0,0050	Prats i herbassars	≥ 3%	B	14	0,070113
0,0007	Sòl nu per acció antròpica	≥ 3%	B	11	0,007786
0,0058	Urbanitzat residencial compacte			1	0,005782
0,0007	Urbanitzat residencial lax	≥ 3%	B	14	0,009123
0,0016	Vinyes	≥ 3%	B	28	0,044284
0,0006	Zones industrials i comercials		B	4	0,002333
0,7678	SUMA				32,82

Po mitjana II	42,74
M, multiplicador regional	1,3
P'o mitjana II	55,56

Taula 13. Llindars d'escorriment P_0 mitjana i P'_0 corregida de la subconca núm. 2 torrent innominat (Serra de Cal Fuster)

Àrea (km ²)	Usos del sòl	Pendent	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)	Po * Àrea
0,0101	Altres conreus herbacis	≥ 3%	B	19	0,192163
0,0041	Alzinar (≥ 20%cc)		B	47	0,194908
0,0203	Pineda de pi blanc (≥ 20%cc)		B	47	0,954943
0,0016	Zones industrials i comercials		B	4	0,00638
0,0362	SUMA				1,35

Po mitjana II	37,28
M, multiplicador regional	1,3
P'o mitjana II	48,46

Taula 14. Llíndar d'escorriment P_0 mitjana i P'_0 corregida de la conca torrent innominat (la Coromina)

Àrea (km ²)	Usos del sòl	Pendent	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)	Po * Àrea
0,0041	Altres conreus herbacis	≥ 3%	B	19	0,07855
0,0003	Alzinar (>= 20%cc)		B	47	0,016044
0,0062	Fruiters no cítrics	≥ 3%	B	28	0,172364
0,0024	Fruiters no cítrics en regadiu	≥ 3%	B	34	0,082339
0,0015	Granges	≥ 3%	B	14	0,021688
0,0055	Matollars		B	34	0,185821
0,1078	Pineda de pi blanc (>= 20%cc)		B	47	5,065969
0,0007	Prats i herbassars	≥ 3%	B	14	0,009937
0,0039	Urbanitzat residencial compacte			1	0,003948
0,0010	Urbanitzat residencial lax	≥ 3%	B	4	0,004093
0,1335	SUMA				5,64

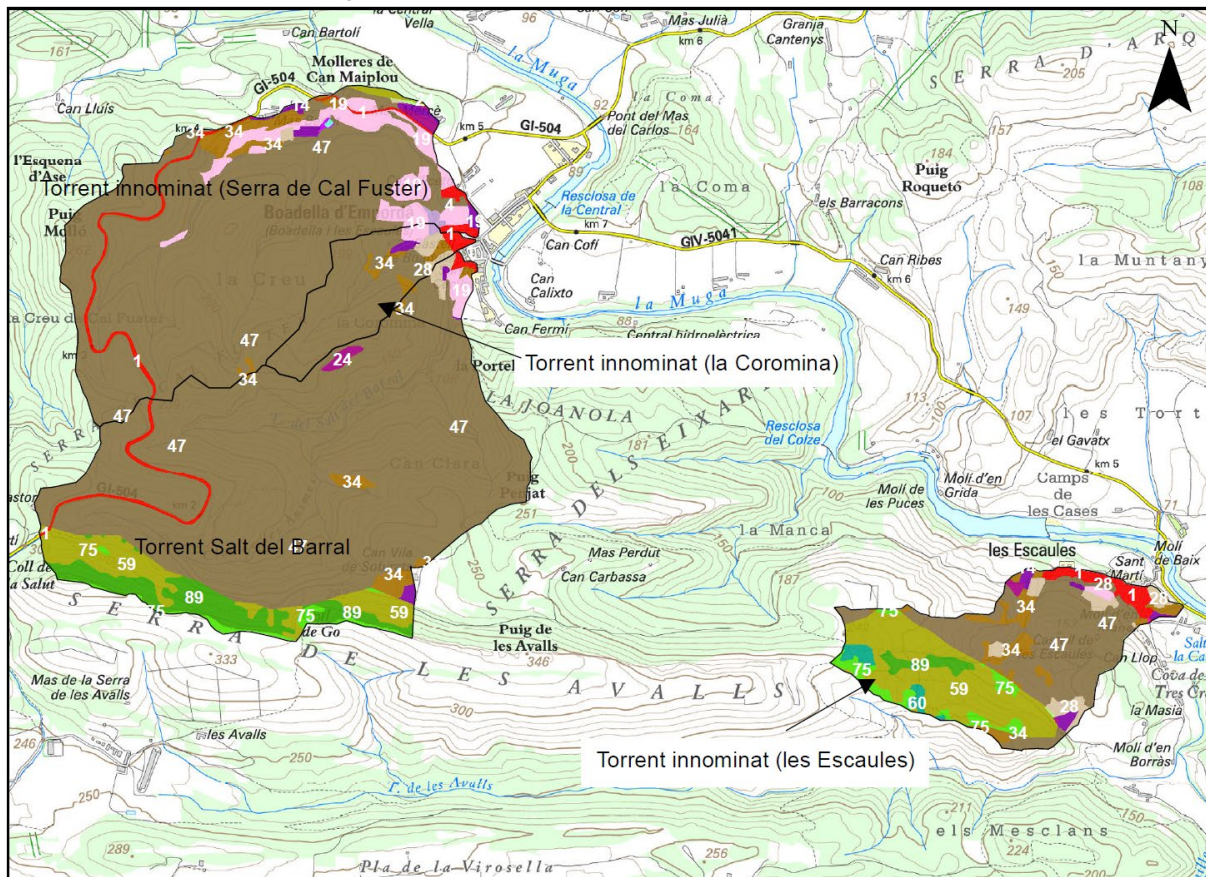
Po mitjana II	42,24
M, multiplicador regional	1,3
P'o mitjana II	54,91

Taula 15. Llíndar d'escorriment P_0 mitjana i P'_0 corregida de la conca torrent Salt del Barral

Àrea (km ²)	Ús del sòl	Pendent	Tipus de sòl	P_0 inicial (mm)	Po * Àrea
0,0084	Altres conreus herbacis	≥ 3%	B	19	0,160229
0,0662	Alzinar (>= 20%cc)		A	89	5,88994
0,2713	Alzinar (>= 20%cc)		B	47	12,74937
0,0115	Carreteres			1	0,011534
0,0046	Fruiters no cítrics	≥ 3%	B	28	0,128978
0,0008	Granges	≥ 3%	B	14	0,010656
0,0130	Matollars		A	75	0,978298
0,0169	Matollars		B	34	0,575676
0,0675	Pineda de pi blanc (>= 20%cc)		A	59	3,980562
0,6375	Pineda de pi blanc (>= 20%cc)		B	47	29,96263
0,0046	Pineda de pi blanc (5-20%cc)		B	24	0,11136
3,08E-05	Prats i herbassars	≥ 3%	A	24	0,00074
0,0025	Prats i herbassars	≥ 3%	B	14	0,035659
0,0024	Urbanitzat residencial compacte			1	0,002391
1,1073	SUMA				54,60

Po mitjana II	49,31
M, multiplicador regional	1,3
P'o mitjana II	64,10

Imatge 35. Llindars d'escorriments P₀ de les conques d'estudi



Llegenda

Llindars d'escorriments (P ₀)	19	59
0	23	60
1	24	62
4	28	75
11	34	89
14	47	Conques hidrogràfiques

Font: Elaboració pròpia

4.4. CABALS DE DISSENY

Els cabals d'aquests cursos fluvials s'han determinat a partir d'un càlcul hidrològic simplificat (mètode racional), seguint les "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local", publicat a l'any 2003 per l'Agència Catalana de l'Aigua.

4.4.1. MÈTODE DE CÀLCUL

Es basa en la fórmula del Mètode Racional en la qual el cabal de referència Q en el punt de desguàs d'una conca o superfície s'obté mitjançant la fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

on,

- Q és el cabal (m³/s)
- C és el coeficient mitjà d'escorriments de la conca o superfície drenada
- I és la intensitat de pluja (mm/h)
- A és l'àrea de la conca vessant (km²)

- $K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$ és un coeficient d'uniformitat recomanat pel CEDEX
- T_c és el temps de concentració (h)

4.4.2. TEMPS DE CONCENTRACIÓ

Per la conca del torrent innominat (Les Escaules), la subconca núm.2 del torrent innominat (Serra del Cal Fuster) i la conca del torrent innominat (La Corominas) s'ha utilitzat la fórmula de Témez per a conques urbanitzades (amb un grau d'urbanització superior al 4% de l'àrea de la conca i amb urbanitzacions independents que tinguin un clavegueram de pluvials no unificat o complet i curs principal no revestit amb material impermeable i de petita rugositat com el formigó. S'ha utilitzat aquesta fórmula perquè el grau d'urbanització d'aquests són del 4,6%, 4,4% i 4,4% respectivament.

Fórmula de Témez per les conques urbanitzades:

$$T_c = \frac{1}{1 + \sqrt{\mu(2 - \mu)}} \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

On:

- T_c és el temps de concentració (h).
- L és la longitud de la llera principal (km).
- J és el pendent mitjà (m/m).
- μ és el grau d'urbanització de la conca expressat en tan per u, (km^2/km^2).

Per la resta de conques i subconques s'ha utilitzat la fórmula de Témez per a conques rurals perquè el grau d'urbanització és inferior al 4%.

Fórmula de Témez per les conques rurals:

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

On:

- T_c és el temps de concentració (h).
- L és la longitud de la llera principal (km).
- J és el pendent mitjà (m/m).

4.4.3. COEFICIENT D'ESCORRIMENT

El coeficient d'escorriment depèn de la raó entre la precipitació diària P_d , corresponent a un període de retorn determinat i el llinar d'escorriment P_o a partir del qual s'inicia l'escorriment.

Per a la determinació d'aquest paràmetre s'utilitza la fórmula:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_o} - 1 \right) \cdot \left(\frac{P_d}{P_o} + 23 \right)}{\left(\frac{P_d}{P_o} + 11 \right)^2}$$

on,

- P_d és la pluja diària considerada (mm/d).
- $P_o = r \cdot P_o$ és el llinar d'escorriment corregit per un factor regional

Aquest factor reflecteix la variació regional d'humitat habitual en el sòl al començament de les pluges significatives. El factor regional recomanat per l'Agència Catalana de l'Aigua per a Catalunya és:

$$r = 1.3$$

4.4.4. CÀLCUL DE CABALS

Aplicant la fórmula detallada anteriorment obtindrem els cabals per a cadascun dels períodes de retorn considerats. No s'ha considerat cap majoració per cabal sòlid i les condicions d'humitat antecedent han estat considerades com a normals.

Taula 16. Cabals per les conques estudiades pels períodes de retorn considerats

	Període de retorn (anys)	Pd	Pd*Ka	Id	C	It	Q (m ³ /s)
Torrent innominat (Les Escaules)	MCO	82	82	3,42	0,05	58,9498	0,29
	100	219	219	9,13	0,31	157,439	5,18
	500	292	292	12,17	0,41	209,919	9,10
Torrent innominat (Serra de Cal Fuster)	MCO	84	84	3,50	0,08	40,8599	0,78
	100	224	224	9,33	0,36	108,96	9,37
	500	298	298	12,42	0,46	144,955	15,87
Torrent innominat (La Coromina)	MCO	84	84	3,50	0,08	75,2436	0,23
	100	222	222	9,25	0,36	198,858	2,72
	500	296	296	12,33	0,46	265,144	4,63
Torrent Salt del Barral	MCO	84	83,8	3,49	0,05	42,1387	0,67
	100	222	221,3	9,22	0,31	111,367	11,20
	500	296	295,1	12,30	0,41	148,489	19,64

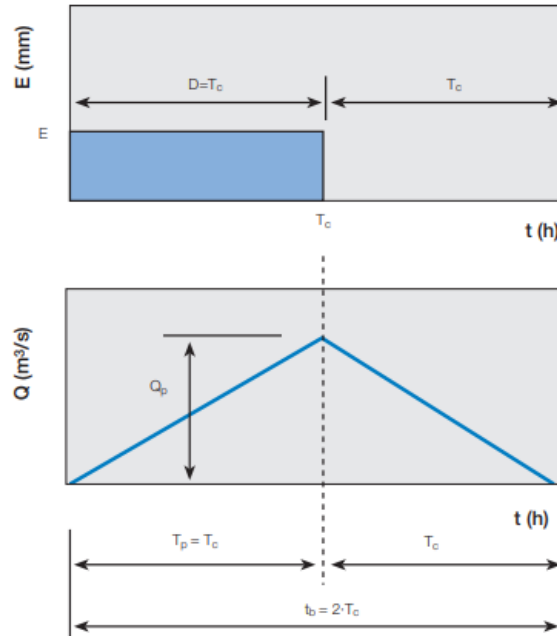
Taula 17. Cabals per les subconques del torrent innominat (Serra de Cal Fuster)

	Període de retorn (anys)	Pd	Pd*Ka	Id	C	It	Q (m ³ /s)
Subconca núm. 1	MCO	84	84	3,50	0,08	40,8599	0,74
	100	224	224	9,33	0,36	108,96	8,90
	500	298	298	12,42	0,46	144,955	15,09
Subconca núm. 2	MCO	84	84	3,50	0,11	104,981	0,12
	100	224	224	9,33	0,41	279,951	1,16
	500	298	298	12,42	0,51	372,434	1,92

4.5. HIDROGRAMES ADOPTATS

Els cabals emprats han estat obtinguts pel mètode racional i per realitzar la modelització s'ha optat per extreure l'hidrograma pels períodes de retorn considerats (100 i 500 anys de període de retorn) mitjançant la relació del mètode racional amb l'hidrograma en el punt de desguàs, segons la guia tècnica "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local" de l'Agència Catalana de l'Aigua.

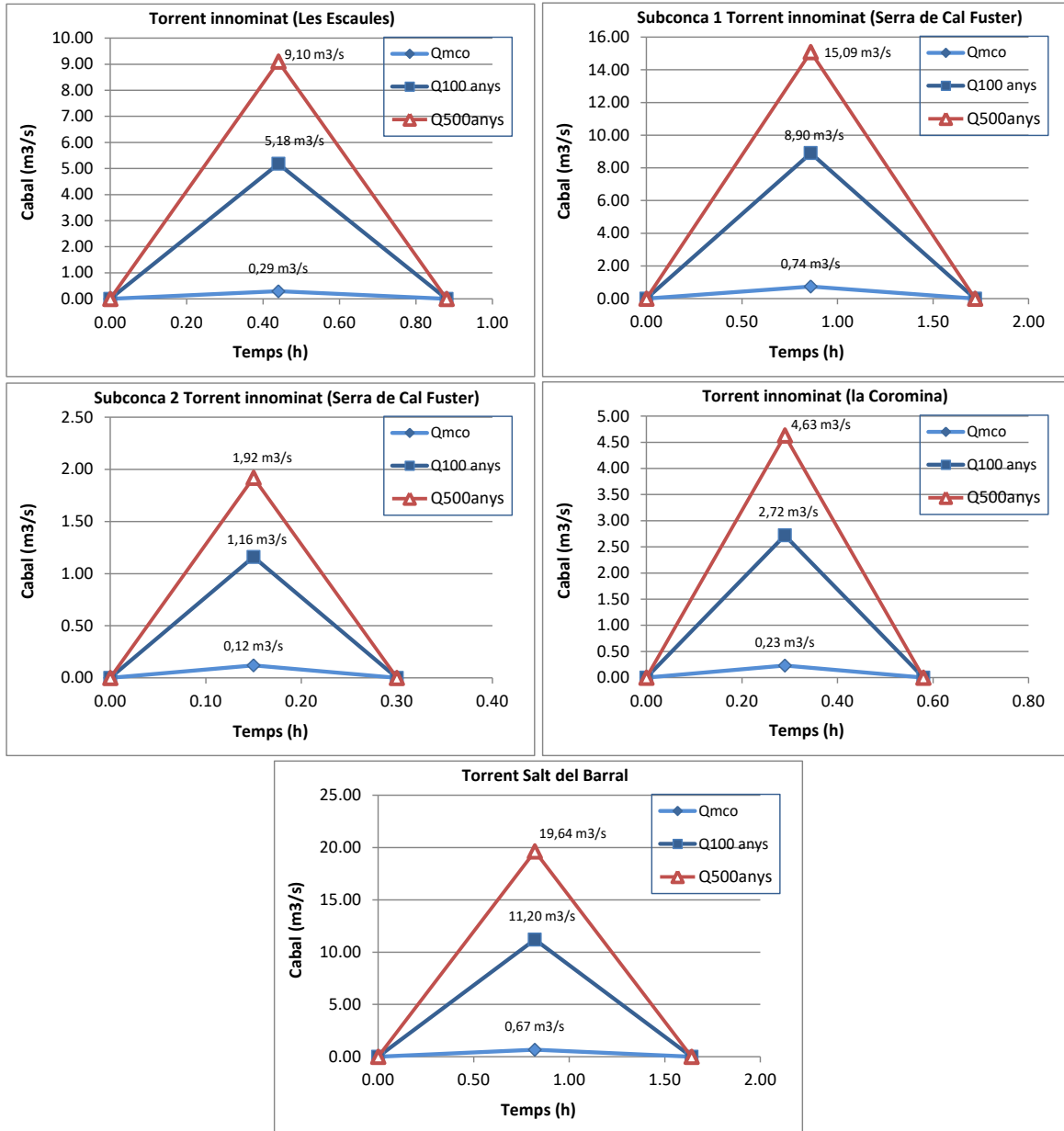
Imatge 36. Hietograma i hidrograma en el punt de desguàs



Font: Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local. ACA, 2003.

Aquests hidrogrames s'han creat a partir de les dades obtingudes del mètode racional, des de les quals s'ha calculat el temps punta (T_p) i el temps base (T_b).

Imatge 37. Hidrogrames incorporats en el model hidràulic



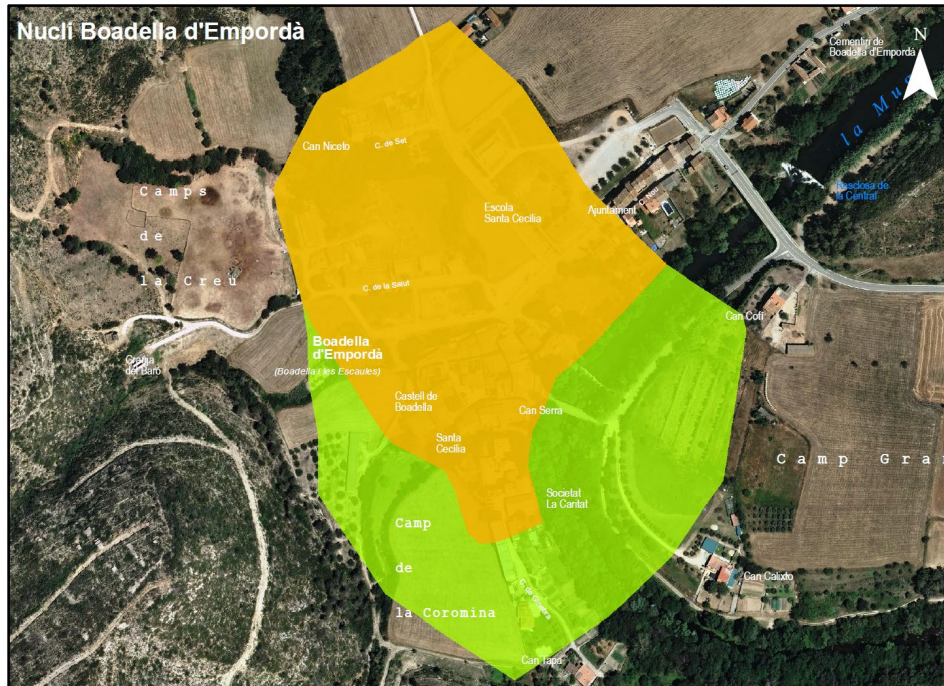
Font: Elaboració pròpia

5. HIDRÀULICA

5.1. MODEL DIGITAL DEL TERRENY

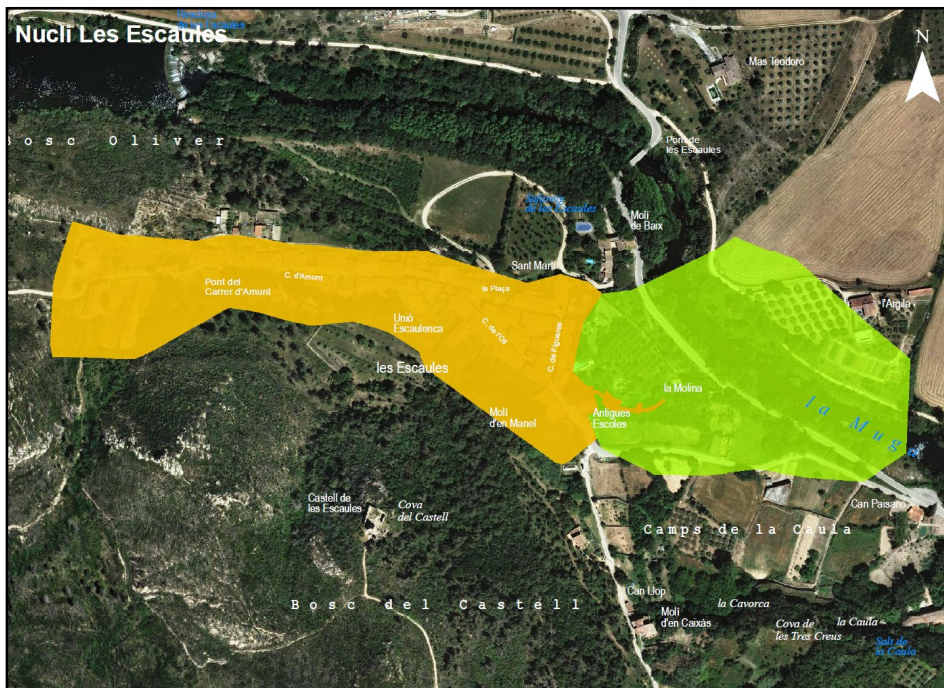
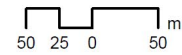
Per a la modelització hidràulica s'ha creat un Model Digital del Terreny utilitzant la topografia 1:1.000 de l'ICGC i el Model d'Elevació del Terreny 1x1m de la Muga facilitada per l'ICGC; per completar la topografia 1:1.000. El MET 1x1 és la cartografia que es va utilitzar per realitzar la PEF de la Muga.

Imatge 38. Àmbits de les topografies utilitzades – nucli Boadella d'Empordà



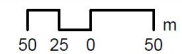
Llegenda

- Topografia 1:1.000 (ICGC)
- MDE 1x1 (ICGC)



Llegenda

- Topografia 1:1.000 (ICGC)
- MDE 1x1 (ICGC)

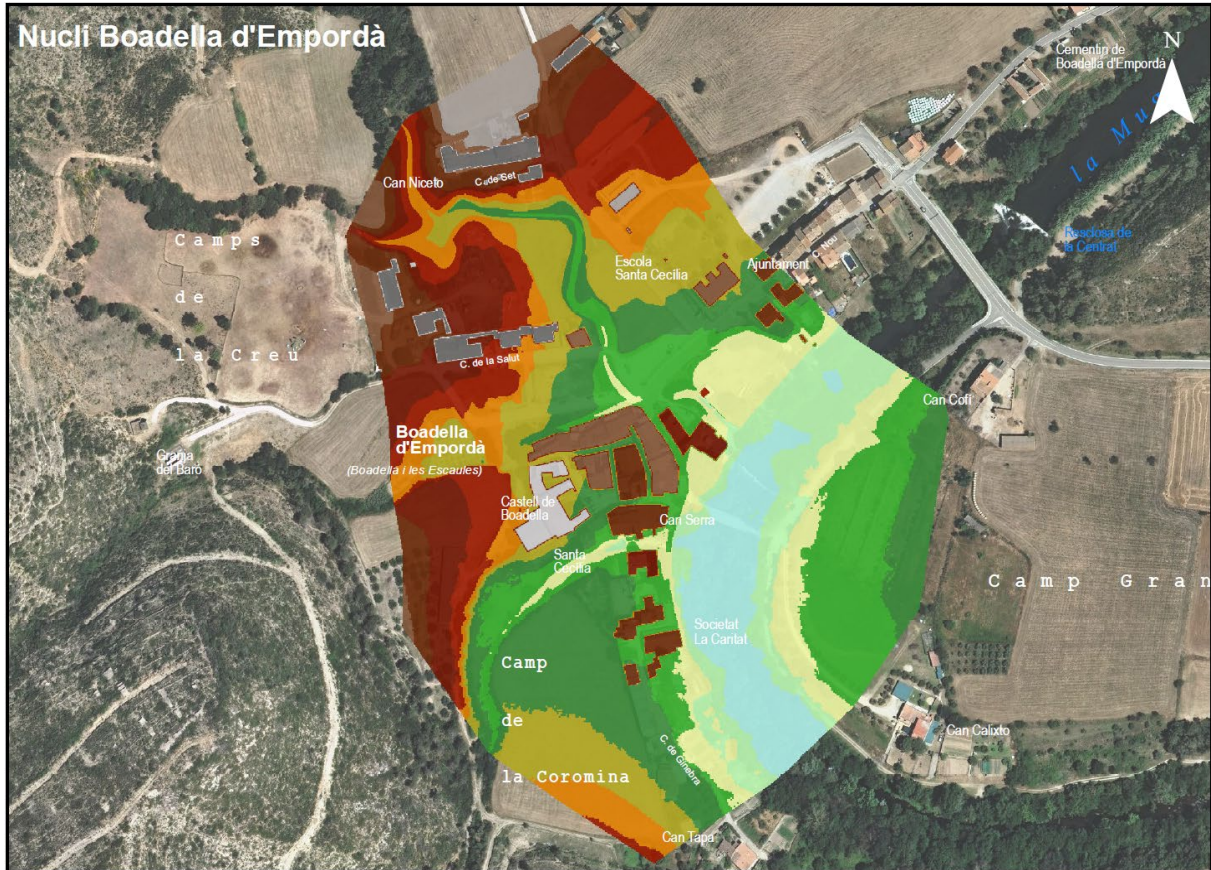


Font: Elaboració pròpia

S'ha utilitzat sempre que ha estat possible la topografia 1:1.000 on està disponible i per completar l'entorn (principalment la llera del riu Muga) s'ha utilitzat el MET 1x1. En aquests METs s'han entrat les edificacions existents segons la topografia 1:1.000 de l'ICGC.

El MET obtingut s'ha modificat incorporant les observacions realitzades a camp i s'han corregit les petites irregularitats detectades a la hora de generar-lo.

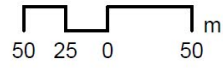
Imatge 39. Model d'Elevació del Terreny (MET) del nucli de Boadella d'Empordà



Llegenda

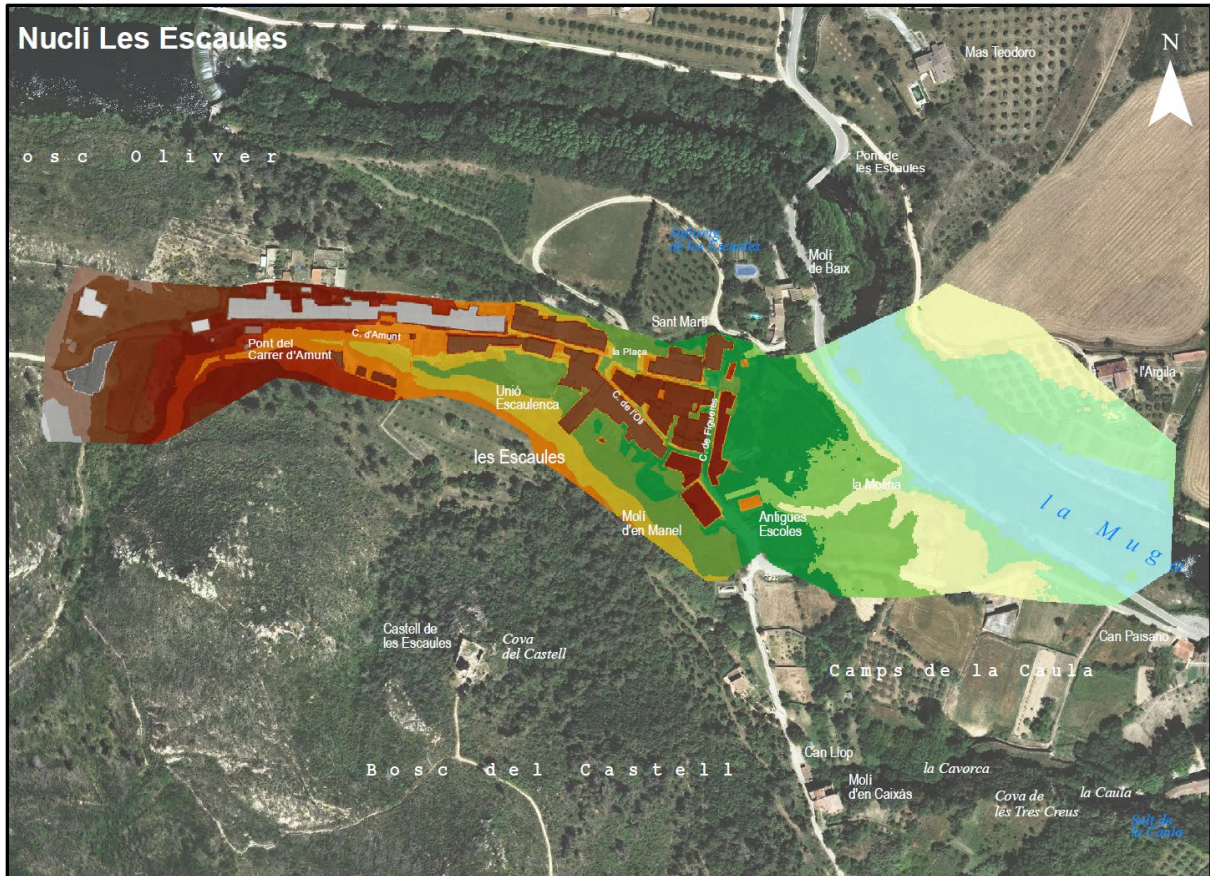
Model d'Elevació del Terreny (m)

<ul style="list-style-type: none"> 79 - 82m 82 - 84m 84 - 86m 	<ul style="list-style-type: none"> 86 - 88m 88 - 90m 90 - 92m 92 - 94m 	<ul style="list-style-type: none"> 94 - 96m 96 - 98m 98 - 100m 100 - 102m 	<ul style="list-style-type: none"> 102 - 104m 104 - 108m 108 - 114.43m
---	--	---	--



Font: Elaboració pròpia

Imatge 40. Model d'Elevació del Terreny (MET) del nucli de Les Escaules



Llegenda

Model d'Elevació del Terreny (m)

60.7 - 64m

64 - 68m

68 - 72m

72 - 76m

76 - 80m

80 - 84m

84 - 88m

88 - 92m

92 - 96m

96 - 100m

100 - 104m

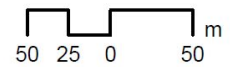
104 - 108m

108 - 112m

112 - 116m

116 - 120m

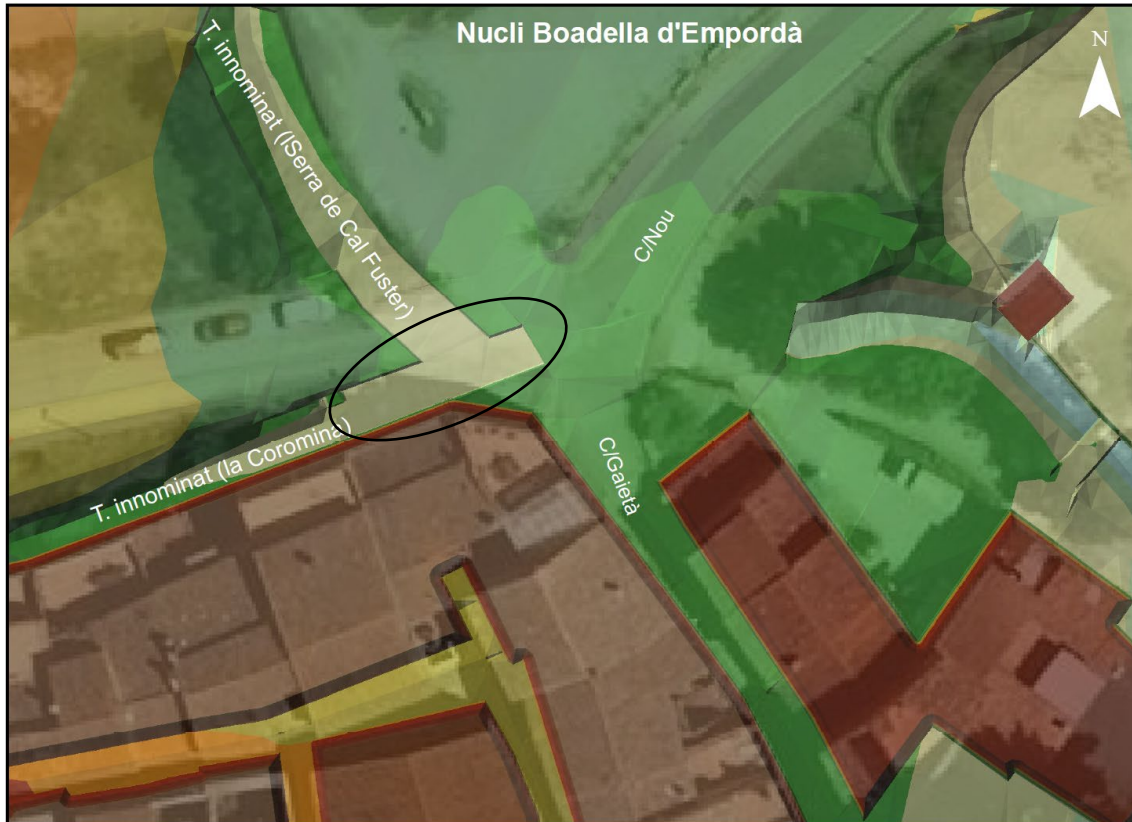
120 - 122.4m



Font: Elaboració pròpia

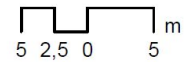
Cal mencionar que el MDT del nucli de Boadella d'Empordà s'ha modificat a la zona dels carrers Nou i Gaietà perquè els torrents innominats (Serra de Cal Fuster i la Coromina) conflueixen sota aquests carrers i s'ha eliminat el taulell del carrer fins que conflueixen. Això s'ha fet per poder modelitzar correctament aquesta confluència perquè el programa HecRas no permet modelitzar una confluència dins una obra de pas.

Imatge 41. Detall MDT del nucli de Boadella d'Empordà a la zona dels carrers Nou i Gaietà



Llegenda

Model Digital del terreny (m)		
100 - 102m	89 - 90m	85 - 86m
108 - 114,42m	98 - 100m	88 - 89m
104 - 108m	94 - 98m	87 - 88m
102 - 104m	90 - 94m	86 - 87m
		84 - 85m
		81,59 - 84m

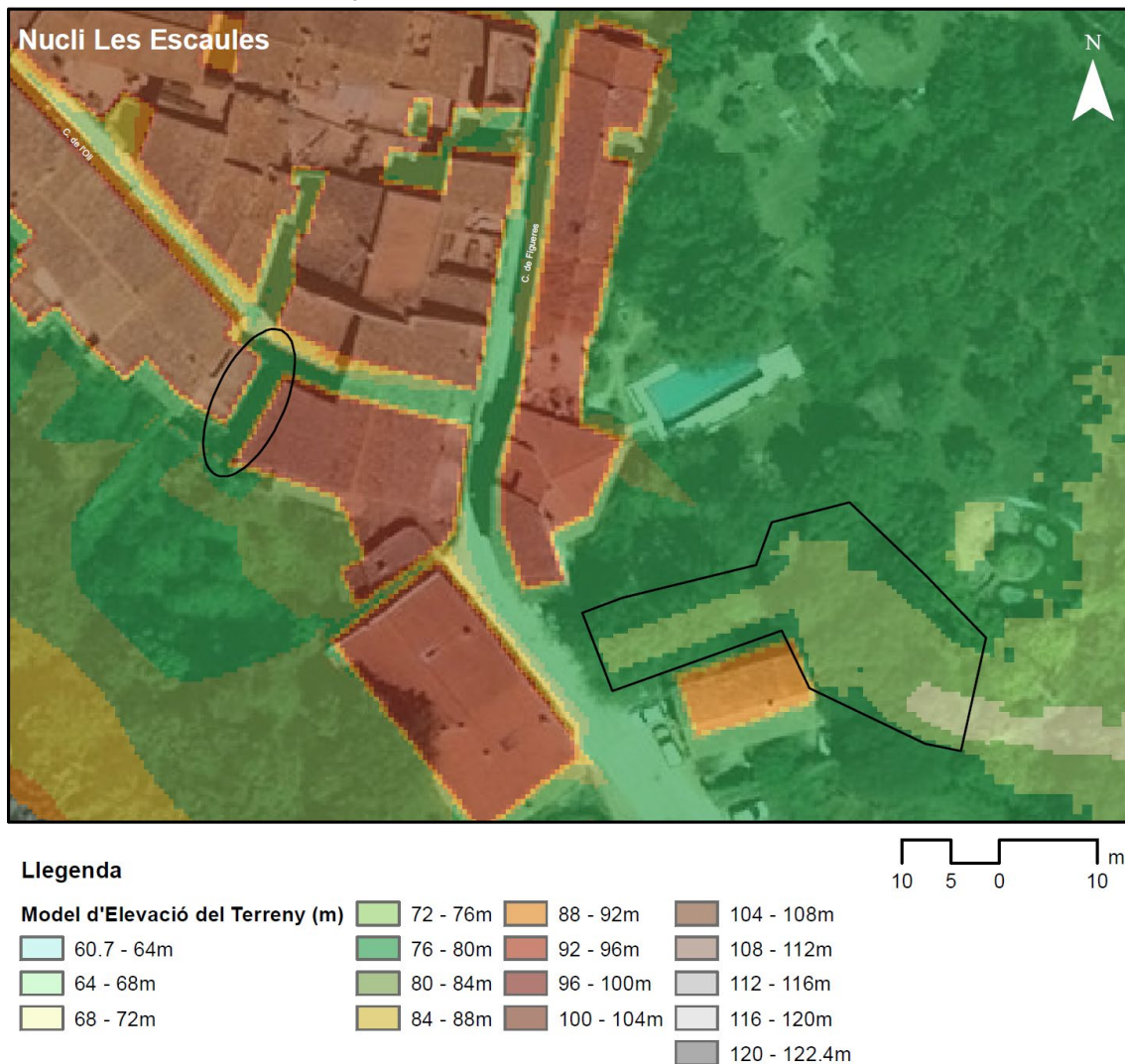


Font: Elaboració pròpia

Pel que fa el MET del nucli de Les Escaules cal mencionar:

- Abans de l'obra de pas existent (final del tram 3) s'ha entrat el pas que dona accés a la llera des del carrer de l'Oli mitjançant les mesures preses a camp. És important aquest pas per representar correctament el possible desbordament de la llera per aquest accés.
- Que un tram de la llera aigües avall del carrer de Figueres no surt representat a la topografia 1:1.000 (ICGC) ni els murs existents. Per tant, s'han entrat mitjançant les observacions i mesures preses a camp, el MET 1x1 i la topografia 1:5.000 (ICGC).

Imatge 42. Detalls METs del nucli de Les Escaules



Font: Elaboració pròpia

5.2. MODELITZACIÓ 2D

En aquest estudi s'ha optat per una modelització bidimensional (2D) per tal de determinar amb més precisió, en el cas que la llera analitzada no tingui prou capacitat, la propagació de la làmina d'aigua.

Així doncs, s'ha optat per una modelització bidimensional en règim variable per tal de reflectir de forma més precisa la inundabilitat dels cursos estudiats i la possible afectació a l'àmbit d'estudi mitjançant l'evolució de l'hidrograma i les variabilitats de les intensitats en el temps.

En aquest estudi la modelització bidimensional s'ha dut a terme amb la versió més recent del programa 5.0.6, desenvolupat per Hidrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers.

Aquest és una eina de càlcul numèric que permet que l'usuari realitzi càlculs de flux continus unidimensionals, càlculs de flux inestables unidimensionals i bidimensionals, càlculs de transport de sediments, càlculs mòbils i modelització de la temperatura de l'aigua i qualitat de l'aigua.

Per realitzar aquesta modelització s'ha utilitzat com a mètode de simulació l'equació FULL MOMENTUM perquè és la recomanada per:

- Ones d'inundació dinàmiques.
- Expansions i contraccions sobtades.
- Anàlisis de propagació d'ones.
- Super elevació al voltant de les corbes.

- Múltiples estructures hidràuliques (ponts, culverts ...).

Aquest és un mètode molt més lent, amb temps de simulació molt llargs però molt més precís.

En definitiva, aquest programari utilitza esquemes numèrics complexos, que permet treballar en dues dimensions, amb malles de càlcul rectangulars i també permet entrar la rugositat del terreny variable en l'espai.

Les zones bidimensionals en HEC-RAS poden ser útils en un gran nombre de casos i situacions:

- Modelització de detall d'un canal en 2D
- Modelització de detall del canal i marges d'inundació en 2D.
- Combinació d'anàlisi 1D en canals i 2D en planes d'inundació.
- Combinació d'anàlisi 1D en canals i zones de flux 2D darrere de motes
- Connectar de manera directa lleres 1D cap a zones de flux 2D
- Connectar de manera directa zones de flux 2D amb un element de retenció 1D mitjançant una estructura hidràulica
- Múltiples zones de flux 2D en una mateixa geometria
- Connectar de manera directa múltiples zones de flux 2D entre si mitjançant estructures hidràuliques
- Anàlisi de trencament de preses, basses i motes amb diferents nivells de detall
- Fluxos en règim mixt. El mòdul 2D és capaç de modelitzar en règim subcrític, supercrític i les transicions entre ells mitjançant rabeigs i ressalls hidràulics.

La modelització en 2D s'aconsegueix afegint elements que representen les zones de flux 2D de la mateixa manera com s'afegeixen les àrees o zones de retenció o emmagatzematge.

Una zona de flux 2D s'incorpora en el model dibuixant un polígon tancat que delimita la zona, generant en ell la malla de càlcul i connectant aquesta zona 2D amb els elements 1D del model i/o implementant condicions de contorn a la zona bidimensional.

Capacitats i avantatges de les modelitzacions de flux bidimensional HEC-RAS:

- Pot efectuar simulacions 1D, 2D i combinant ambdues. HEC-RAS pot realitzar simulacions unidimensionals, bidimensionals (sense elements 1D) i combinar ambdues possibilitats
- Resolució en 2D per equacions completes de Saint Venant o per ona difusiva.
- Solució d'algoritme implícit de volums finits. Per a la solució de les equacions de flux 2D no permanent el programa usa un algoritme implícit de volums finits.
- Resolució sincronitzada 1D i 2D de l'algoritme de càlcul.
- Utilització de malles estructurades i no estructurades. El programari s'ha dissenyat per poder calcular utilitzant tant malles estructurades com no estructurades.
- Classificació de les característiques hidràuliques detallades per a cel·les i les seves arestes. Les cel·les en HEC-RAS no tenen per què conformar una superfície plana, ni les seves arestes ni vores tenen per què ser línies rectes amb una sola cota o elevació. Al contrari, cada cel·la i arestes s'emmotllen detalladament al terreny subjacent. A aquest tipus de models se'ls sol referir en la literatura com a "models de submalla d'alta resolució". El terme submalla significa que s'usa una informació detallada subjacent o de "fons" del terreny per establir mitjançant un pre-procés unes taules de propietats geomètriques i hidràuliques que caracteritzin les cel·les i les seves arestes basant-se en aquest terreny subjacent.
- Mapes detallats d'inundació i generació d'animacions. A través de l'aplicació RasMapper es poden compondre mapes d'inundació així com vídeos animats del seu desenvolupament. La representació gràfica de les zones de flux 2D està basada en el MDE del terreny, amb el que la superfície inundada es basa en el terreny i no en la grandària de la malla.

5.3. COEFICIENTS DE RUGOSITAT

El nivell d'aigua en un tram de riu depèn de la secció transversal, el cabal i el pendent, però també de la vegetació existents i altres factors que s'engloben en el paràmetre de rugositat de la llera (coeficient de Manning). Per tant, un dels factors més importants per a una correcta modelització hidràulica és la definició de la rugositat dels elements que conformen el model utilitzat. En el nostre cas, per a la definició de la rugositat utilitzarem el valor del coeficient n de Manning.

El model HEC RAS, a través de la aplicació RasMapper, permet la introducció dels valors de la rugositat a través d'un fitxer tipus shapefile, permetent, d'aquesta manera una definició dels valors de la rugositat tant detallada com es vulgui.

5.3.1. PLANA D'INUNDACIÓ

La definició dels usos dels sòl s'ha obtingut a partir de la 4a edició del Mapa de Cobertes de Sòl de Catalunya del CREAM (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals).

La llegenda de nivell 4 del mapa de cobertes del sòl, 4a. Edició, està relacionada de amb la classificació de cobertes del SIOSE (Sistema de Informació sobre Ocupación del Suelo en España).

El *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*, en la seva publicació "GUIA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFIA DE ZONAS INUNDABLES", en el seu annex V proposa unes taules que relacionen el valor del coeficient de rugositat n de Manning, amb les cobertures d'usos del sòl del SIOSE i CLC2000 (Corinne Land Cover 2000).

En aquest estudi s'han assignat els valors de n de Manning als diferents usos del sòl CREAM tenint en compte els coeficients de Manning utilitzats a la PEF de la Muga. Els que no s'han pogut assimilar s'ha relacionat els usos del sòl SIOSE i CREAM.

Taula 18. Cobertes de sòl i coeficients de Manning

Cobertes de sòl (nivell 5)	Cobertes de sòl (nivell 4)	Manning
Altres conreus herbacis	Cultivos herbáceos distintos del arroz	0,051
Altres conreus herbacis en regadiu	Cultivos herbáceos distintos del arroz.Regadío regado	0,051
Alzinar (>=20%cc)	Perennifolias (>= 20%cc)	0,101
Bosc caducifolis de ribera (>=20%cc)	Caducifolias (>= 20%cc). Formació de Ribera	0,101
Carreteres	Red Viaria	0,025
Cases aïllades	Discontinuo	0,1*
Centre urbà	Casco	0,15*
Fruiteres no cítrics	Frutales no cítricos	0,056
Habitatges unifamiliars	Ensanche	0,1*
Horta familiar	Huertas familiar	0,065
Matollars	Matorral	0,071
Oliverars	Olivar	0,056
Pineda de pi blanc (>=20%cc)	Coníferas (>= 20%cc)	0,116
Pineda de pi pinyer (>=20%cc)	Coníferas (>= 20%cc)	0,116
Prats i herbassars	Pastizales	0,056
Riu Muga	-	0,041
Zona d'esports	Deportivo	0,1*

Els coeficient de rugositat de Manning dels camps marcats amb * serà 0,04 perquè en el MDT utilitzat en el model hidràulic conté els volums de les edificacions.

5.3.2. LLERA

A la zona de la llera s'han utilitzat els coeficients de Manning determinats seguint el protocol de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) per a estudis de detall mig; i també seguint l'annex VI de la Guia Metodològica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables publicada por el Ministerio de Medi Ambiente y medio Rural i Marino, a l'any 2011. Els dos es basen en l'estudi "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS).

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

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

on:

- n_0 : 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.

Imatge 43. Valors del coeficient de rugositat de Manning

Condiciones del cauce		Valores	Descripción
Material	Tierra	0,020	Cauces de arcilla
	Roca cortada	n_0 , 0,025	Cauces en roca
	Grava fina	0,024	Cauces de grava
	Grava gruesa	0,028	
Grado de irregularidad	Bajo	0,000	Canales excavados lisos
	Menor	0,005	Canales excavados en buenas condiciones
	Moderado	n_1 , 0,010	Canales con alguna erosión en márgenes
	Alto	0,020	Canales naturales con sucesiones de rápidos y remansos, bolas, raíces descubiertas
Variaciones de la sección transversal	Gradual	0,000	Casi uniforme
	Ocasionalmente alternante	n_2 , 0,005	Contracciones y expansiones infrecuentes
	Frecuentemente alternante	0,010-0,015	Contracciones y expansiones frecuentes
Efecto de las obstrucciones	Pequeño	0,000	Ocupan <5% del cauce
	Menor	0,010-0,015	Ocupan entre el 5-15% del cauce
	Apreciable	0,020-0,030	Ocupan entre el 15-50% del cauce
	Alto	0,040-0,060	Ocupan >50% del cauce

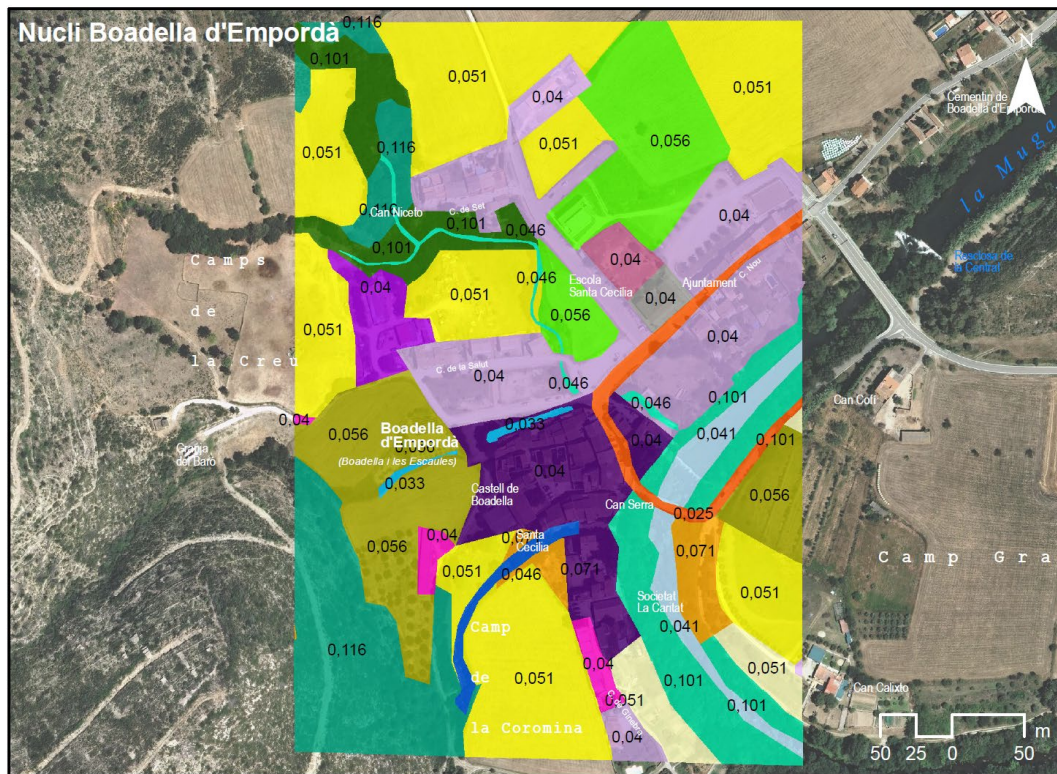
Vegetación	Baja	n_3 , 0,005-0,010	El calado es mayor que tres veces la altura de la vegetación
	Media	0,010-0,025	El calado es entre una y tres veces la altura de la vegetación
	Alta	0,025-0,050	La altura de la vegetación es la del calado
	Muy alta	0,050-0,100	La altura de la vegetación es el doble del calado o la vegetación es muy densa
Cantidad de meandros	Menor	m , 1,000	Sinuosidad entre 1,0 y 1,2
	Apreciable	1,150	Sinuosidad entre 1,2 y 1,5
	Alta	1,300	Sinuosidad >1,5

Font: Guia Metodològica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables publicada por el Ministerio de Medi Ambiente y medio Rural i Marino, a l'any 2011

Taula 19. Paràmetres i coeficients de Manning emprats per la llera dels cursos fluvials

	T. innominat (Les Escaules)	T. innominat (Serra de Cal Fuster)	T. innominat (La Coromina)	T. Salt del Barral
n ₀	0,025	0,026	0,0,28	0,026
n ₁	0,005	0,005	0	0,005
n ₂	No cal incorporar ja que s'inclou en el model hidràulic en el coeficient d'expansió i contracció			
n ₃	0,01	0,01	0	0,01
n ₄	0,005	0,005	0,005	0,005
m	1	1	1	1
n	0,045	0,046	0,033	0,046

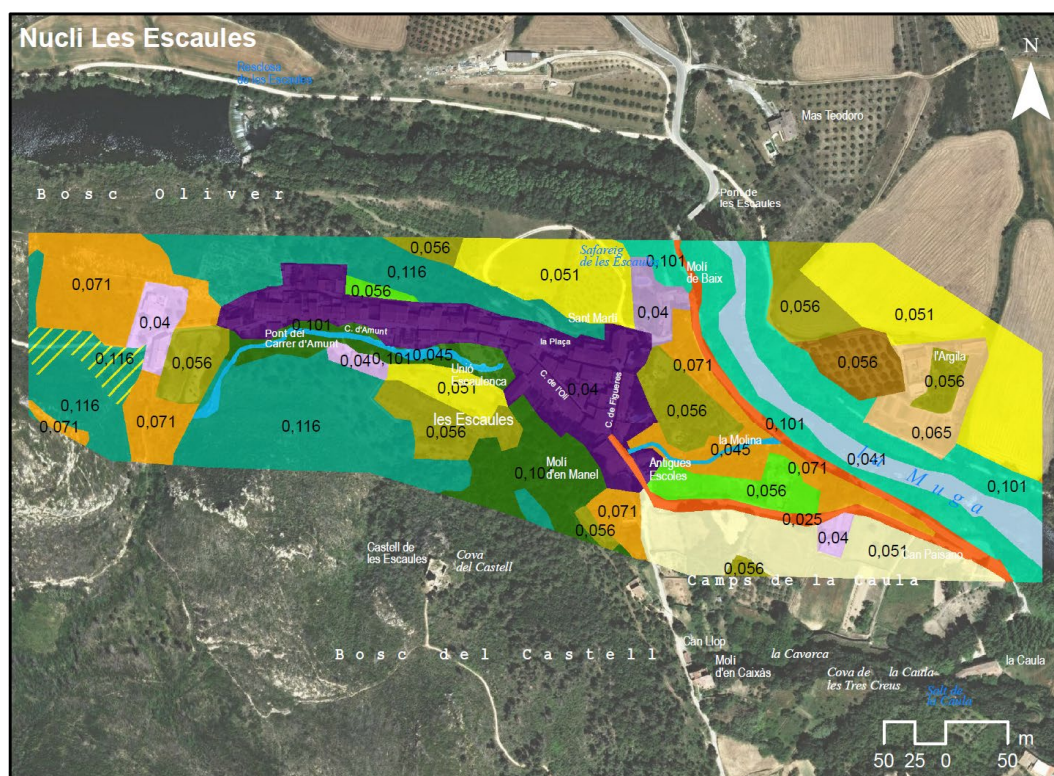
Imatge 44. Cobertes de sòl i coeficients de Manning



Llegenda

Usos de sòl

- | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Altres conreus herbacis | Centre urbà | Llera innominat - Corominas |
| Altres conreus herbacis en regadiu | Equipaments educatius | Llera innominat - Fuster |
| Alzinar (>= 20%cc) | Fruiters no cítrics i en regadiu | Matollars |
| Bosc caducifolis de ribera (>= 20%cc) | Granges | Pineda de pi blanc (>= 20%cc) |
| Carreteres | Habitatges unifamiliars | Prats i herbassars |
| Cases aïllades | Indústries aïllades | Rius |
| | Llera Torrent Salt Barral | Zones d'esport |



Llegenda

Usos de sòl

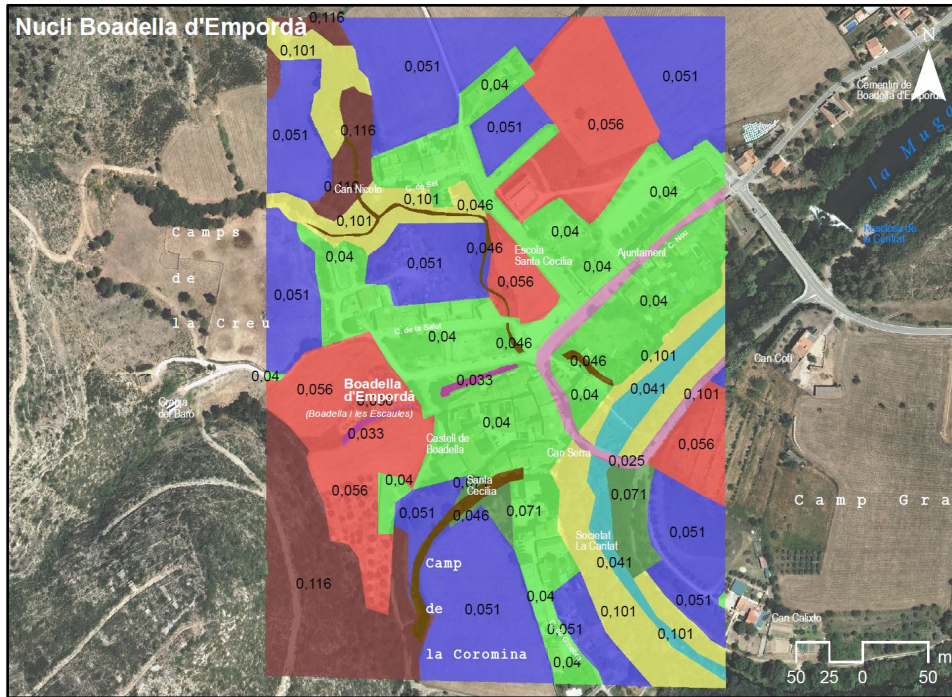
- Altres conreus herbacis
- Altres conreus herbacis en regadiu
- Alzinar ($\geq 20\%cc$)
- Boscos caducifolis de ribera ($\geq 20\%cc$)
- Carreteres
- Cases aïllades
- Centre urbà

- Equipaments educatius
- Fruïters no cítrics i en regadiu
- Granges
- Habitatges unifamiliars
- Horta familiar
- Indústries aïllades
- LLera innominat-Escaules
- Matollars

- Oliverars
- Pineda de pi blanc (5-20%cc)
- Pineda de pi blanc ($\geq 20\%cc$)
- Prats i herbassars
- Riu-Muga
- Zones d'esport

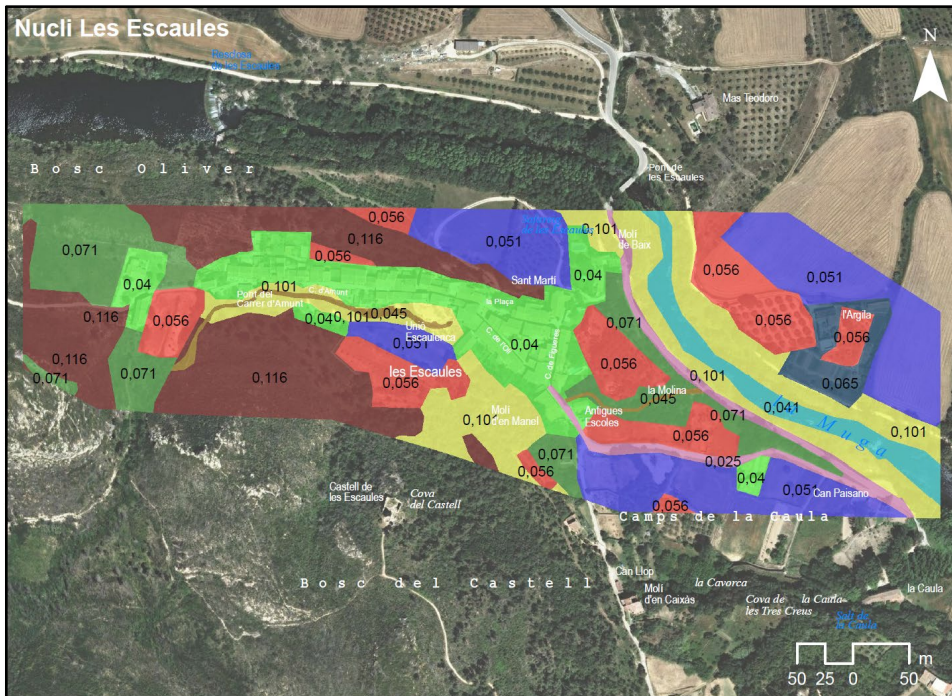
Font: Elaboració pròpia

Imatge 45. Coeficients de Manning



Llegenda

Coefficient de manning	0,046
0,025	0,051
0,033	0,056
0,04	0,071
0,041	0,101
0,045	0,116



Llegenda

Coefficient de manning	0,056
0,025	0,065
0,04	0,071
0,041	0,101
0,045	0,116
0,051	

Font: Elaboració pròpia

5.4. ESTRUCTURES

S'ha localitzat un total de 13 estructures hidràuliques en els trams dels torrents objecte d'estudi, les quals es reparteixen en:

- Nucli les Escaules: 8 estructures hidràuliques
- Nucli Boadella de l'Empordà
 - Torrent innominat (Serra de Cal Fuster): 3 estructures hidràuliques
 - Torrent innominat (la Coromina): 1 estructures hidràuliques
 - Torrent Salt del Barral: 1 estructura hidràulica

Per la modelització hidràulica s'han tingut en compte totes les estructures hidràuliques esmentades anteriorment menys l'obra de pas del torrent innominat (Les Escaules) per sota la carretera GIV-5041, abans de la seva desembocadura a la Muga. Aquesta obra de pas no s'ha incorporat en el model perquè la màxima crescuda ordinària (MCO) de la Muga, l'aigua ja sobrepasa aquest obra de pas.

Cal mencionar, que els torrents innominats (Serra de Cal Fuster) i (la Coromina) conflueixen sota els carrers Nou i Gaietà, i per tant només s'ha comptabilitzat una única obra de pas.

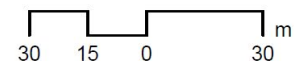
A continuació es mostra la localització d'aquelles estructures que s'han inventariat durant la realització del treball de camp.

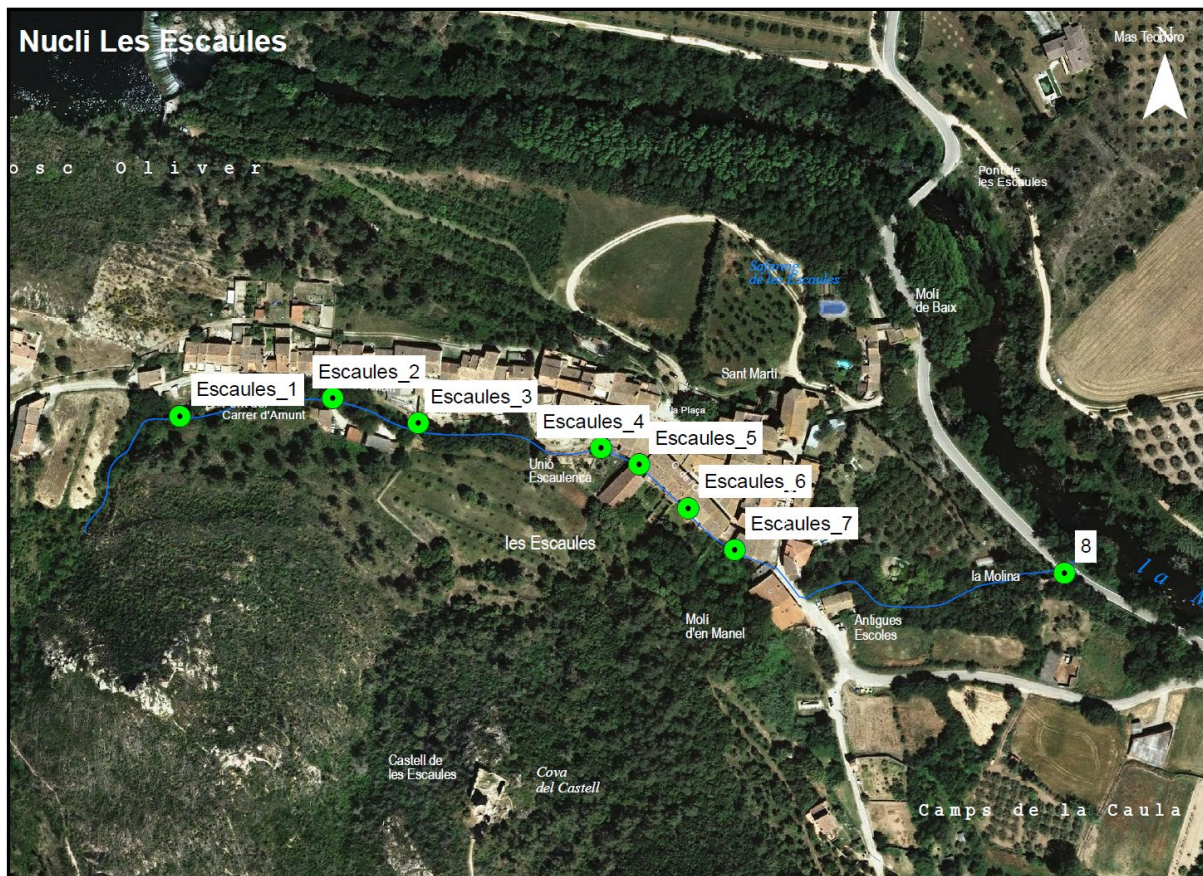
Imatge 46. Localització estructures hidràuliques localitzades



Llegenda

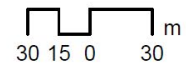
- Estructures hidràuliques
- Curs fluvial estudiat





Llegenda

- Estructures hidràuliques
- Curs fluvial estudiat



Font: Elaboració pròpia

El programari HEC RAS, per a les zones 2D, i en la seva versió actual, només permet per als “culverts” unes geometries específiques que no s’ajusten estrictament a les geometries reals de les obres presents. Per salvar aquesta situació hem seguit la recomanació de substituir les geometries reals per seccions rectangulars equivalents, entenent per equivalents seccions amb dimensions similars que tinguin la mateixa capacitat de desguàs.

Existeixen moltíssimes combinacions possibles d’amplada i alçada que compleixen la condició anterior. Com que HEC RAS utilitza el valor de l’alçada de l’obra per avaluar les condicions de càlcul dels “culverts” (control a l’entrada, sortida, etc...) la secció equivalent més adient serà, dintre de les possibles, la que tingui l’altura lliure interior igual o més aproximada possible a la de l’obra real.

Aquesta avaluació es fa mitjançant la fórmula de Manning, i és independent dels valors de la rugositat i el pendent.

Taula 20. Característiques estructures hidràuliques localitzades

Curs fluvial	Codi modelització	Coordenades UTM	Estructura hidràulica			Ø	Observacions
			Amplada	Altura total	Altura arc		
Torrent innominat (Escaules)	Escaules_1	X: 490021,89 Y: 4685371,90	2,65m	3,7m	1,3m	-	
	Escaules_2	X: 490095,50 Y: 4685380,50	6,5m	4,9m	2,26m	-	
	Escaules_3	X: 490136,80 Y: 4685368,47	8m	4,7m	3m	-	
	Escaules_4	X: 490225,59 Y: 4685356,30	4m	3m	-	-	
	Escaules_5	X: 490243,81 Y: 4685348,31	2,9m	2,9m	1,6m	-	
	Escaules_6	X: 490267,79 Y: 4685327,43	2,3m	2,6m	1,1m	-	En el seu interior hi ha un punt amb menys alçada (2,30m)
	Escaules_7	X: 490290,28 Y: 4685307,03	2,7m	2m	0,5m	-	
	-	X: 490449,92 Y: 4685295,94	1,90	0,82m	-	-	
Torrent innominat (Serra de Cal Fuster)	Estructura 1	X: 488160,82 Y: 4686508,23	3m	1,3m	0,9m	-	
	Entrada estructura 3	X: 488183,33 Y: 4686480,46	5m	1,3m	-	-	Estrep central de 0,29m. Amplada de 2,65m (ull 1) i 2,23m (ull 2)
	Interior estructura 3		2,57m	1,7m	-	-	Estrep central de 0,57m. Dos calaixos de 1m cadascun.
	Sortida estructura 3		4m	1,45m	1m	-	Conflueixen els torrents innominats (Serra de Cal Fuster i la Coromina)
	Estructura 4	X: 488224,82 Y: 4686472,46	3,5m	1,8	1,8		
Torrent innominat (la Coromina)	Entrada estructura 2	X: 488095,21 Y: 4686442,27	-	-	-	2m	Dimensions entrada i sortida diferents
	Sortida estructura 2		1,3m	1,9m	0,8m	-	
Torrent Salt del Barral	Entrada estructura 5	X: 488176,08 Y: 4686392,32	3,1m	2,4m	-	-	
	Interior estructura 5		4,5m	1,56	1,56	-	
	Sortida estructura 5		4,5m	1,70m	1,2m	-	

Com es pot observar hi ha estructures hidràuliques que tenen diferents dimensions entrada/sortida i és important mencionar, que les dimensions entrades a la modelització són les més petites per tal de quedar-nos al costat de la seguretat. Per tant, en la modelització sempre s'ha optat per entrar l'estructura o l'estructura equivalent amb les dimensions més petites.

Imatge 47. Exemple equivalència estructura Escaules_1

ANÀLISI DE SECCIONS HIDRÀULIQUES EQUIVALENTS			
n (Manning)	0.022		
pendent	0.0632		
SECCIÓ ORIGINAL			
àrea (m ²)	8.79		
perímetre (m)	11.36		Desguàs (secció original)
Rh	0.77	v(m/s)	9.63
		Q (m ³ /s)	84.59
h(m)	3.6		
Amplada (m)	2.65		
SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT			
amplada (m)	2.45		
altura (m)	3.7		Desguàs (secció equivalent)
àrea (m ²)	9.07	v(m/s)	9.32
		Q (m ³ /s)	84.52
perímetre (m)	12.3		
Rh	0.73699187		

5.5. CONDICIONS DE CONTORN

Un model hidràulic necessita que se li introdueixin les condicions de contorn, es a dir els paràmetres hidràulics en els contorns d'entrada i de sortida del model. Les dades que cal introduir com a condicions de contorn, a part dels valors del cabal, són valors coneguts o estimats de cota d'aigua i pendent de línia d'energia. Si disposem de valors coneguts i fiables d'aquests paràmetres el problema s'acaba aquí, però si, com és més habitual, no es coneixen amb exactitud aquests valors, cal estimar-los i a més cal que les seccions extremes del model estiguin suficientment allunyades de la part del model on volem extreure resultats i conclusions, de tal manera que la influència d'una condició de contorn poc encertada sigui la mínima possible.

Hi ha 4 tipus de condicions de contorn que poden vincular-se directament a zones de flux 2D i que són les següents:

- Hidrograma de cabal "Flow Hydrograph"
- Hidrograma de nivell "Stage Hydrograph"
- Calat normal "Normal Depth"
- "Rating curve" (corba cota - cabal)
- Precipitació

Calat normal i Rating curve, únicament poden definir-se on el flux surt de la zona 2D.

Les dues primeres, hidrograma i corba de nivell, poden definir-se tant en zones d'entrada com de sortida de flux de les zones 2D.

En el nostre estudi, la condició de contorn d'entrada s'ha entrat l'hidrograma de cabal corresponen a cada període de retorn considerat (MCO, 100 i 500 anys).

La condició de sortida s'ha establert un hidrograma de nivell considerant les cotes de la làmina d'aigua per cada període de retorn obtingudes de la PEF de la Muga.

- Nucli de Les Escaules:
 - MCO: 63,74m
 - 100 anys: 67,52m
 - 500anys:68,41m
- Nucli Boadella de l'Empordà:
 - MCO: 83,66m
 - 100 anys: 87,37m
 - 500anys:88,32m

5.6. GEOMETRIA DE CàLCUL

Per l'execució del model 2D, l'àmbit d'estudi es cobreix amb dues malles de càlcul, que es construeix a partir dels Models Digitals del Terreny (MDT) creats en aquest estudi (nucli de Les Escaules i nucli Boadella de l'Empordà). Per incorporar aquests MDTs al programa Hec-Ras 5.0.6 s'ha convertit amb format ràster (MDE) amb pas de malla quadrada de 0,55mx0,5m (cel·la de 0,5m de costat) i posteriorment a format ASCII. S'ha utilitzat aquest pas de malla perquè els elements siguin representants el més pròxims a la geometria real.

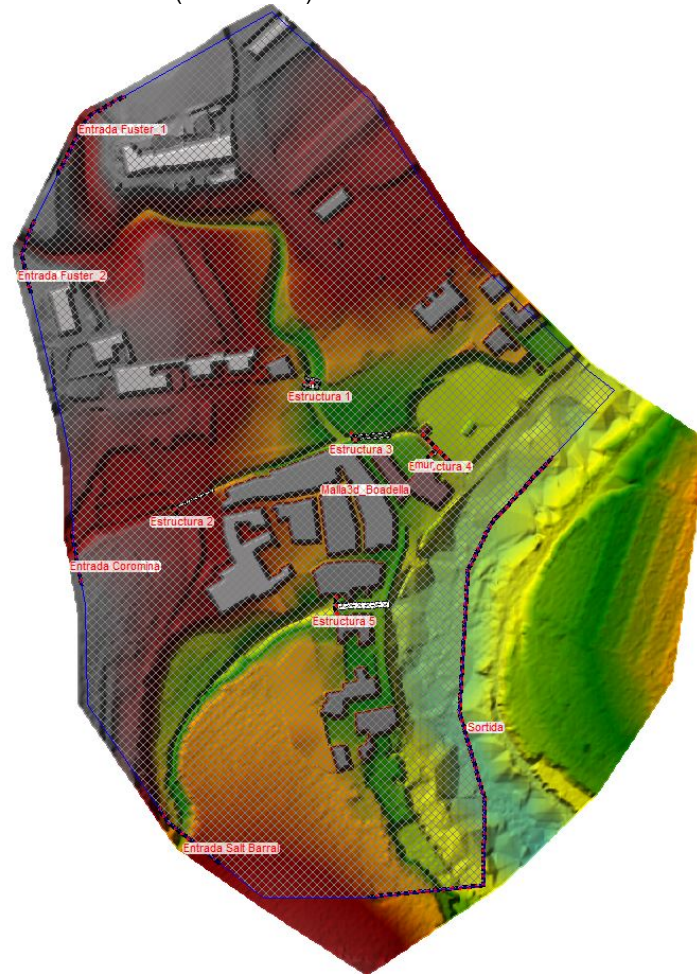
A partir d'aquests MDTs es creen les malles de simulació quadrada. Pel què fa a les característiques d'aquestes malles, es tracta d'unes malles regulars, en les quals s'ha imposat que les cel·les siguin com a màxim 1x1 (cel·les de 1m de costat – 1m²).

Un cop obtinguda la malla preliminar del nucli de Les Escaules s'ha entrat una "2D Area Break Lines" per representar millor el torrent innominat (Les Escaules) per tal de representar millor. Aquesta divisió també s'ha realitzat amb un pas de malla de 1x1m.

És important mencionar que en els dos nuclis, s'han entrat algunes "2A/2D Ares Conn", per tal de representar adequadament els murs paral·lels als cursos fluvials en les zones on no es representaven correctament. En total, s'han entrat 9 murs laterals, 8 en el nucli de Les Escaules i 1 al nucli de Boadella de l'Empordà.

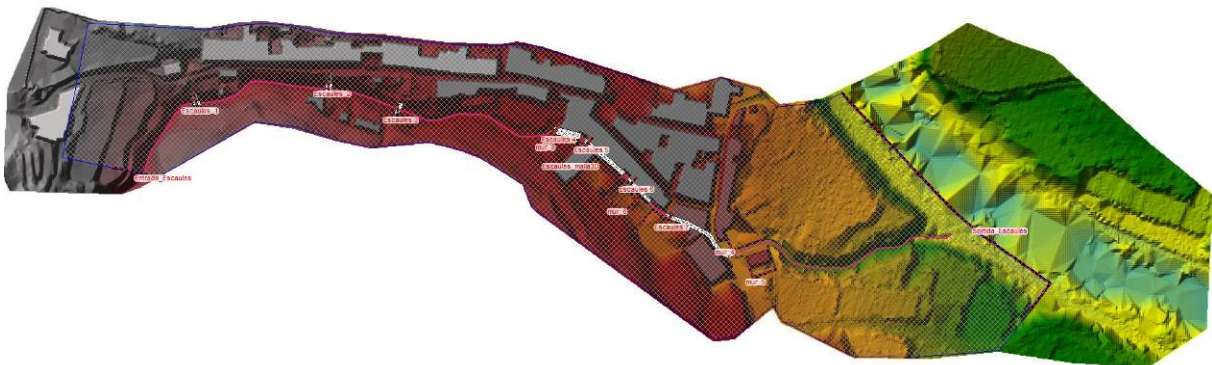
La malla del nucli de les Escaules té un total de 48.602 cel·les i la malla del nucli de Boadella de l'Empordà té un total de 88.066 cel·les. Aquesta malla de càlcul té un total de 204.501 cel·les.

Imatge 48. Malla de simulació 2D (malla 1x1m) i "2D Area Break Line" – nucli de Boadella d'Empordà



Font: Elaboració pròpia

Imatge 49. Malla de simulació 2D (malla 1x1m) i "2D Area Break Line" – nucli les Escaules



Font: Elaboració pròpia

L'objectiu d'aquesta densificació és:

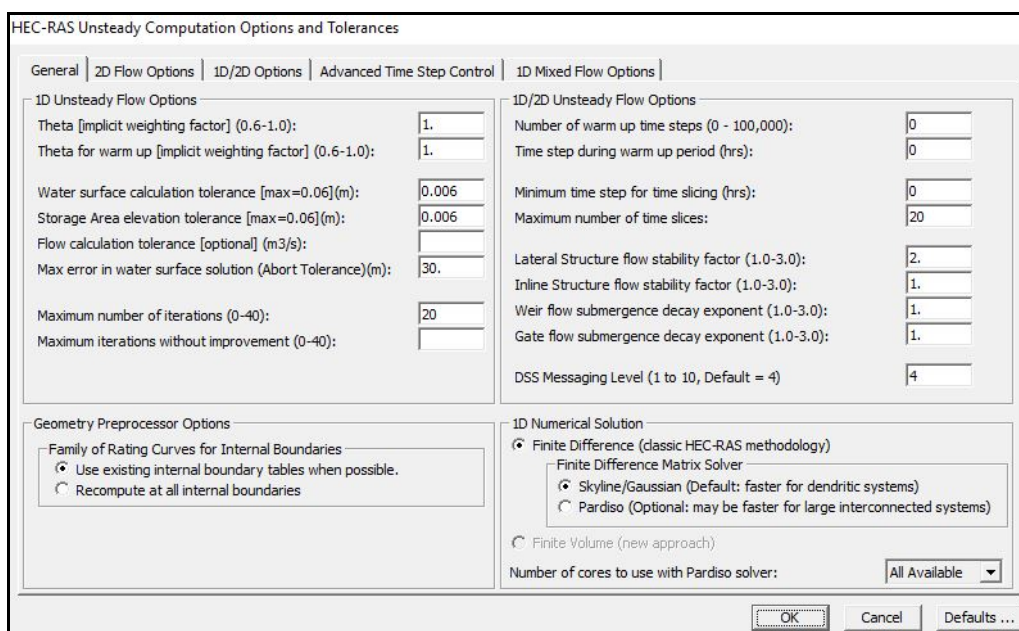
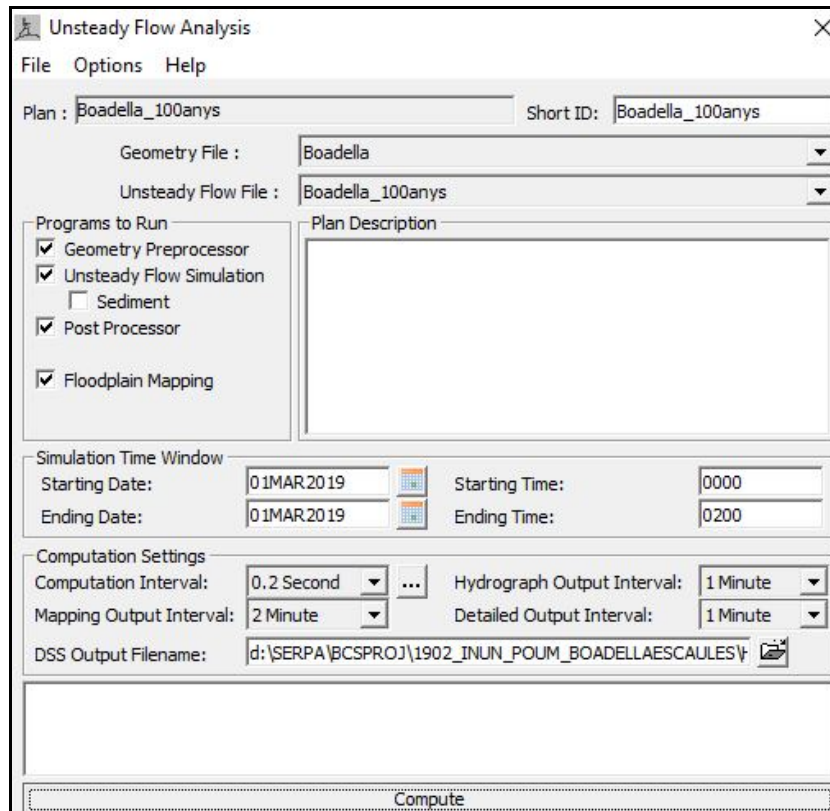
- Aconseguir representar fidelment la llera de la riera de Sentmenat i els seus marges, per determinar amb més exactitud la circulació de la làmina d'aigua i els seus calats
- Determinar "2D Area Break line" serveix per definir amb més exactitud els elements. En les lleres dels cursos fluvials serveix per definir les diferències de cotes entre els marges del canal principal amb la primera terrassa (per representar amb la màxima fidelitat la capacitat del canal). Pels murs perimetrals serveix per definir la geometria del mur i la seva cota de coronació.

Per tal de determinar la zona màxima de dispersió dels cabals així com la resolució necessària, s'ha realitzat diverses iteracions prèvies al model definitiu, per tal d'ajustar el domini de càlcul a l'esmentada zona de dispersió.

Degut a la precisió de la malla s'ha realitzat la simulació amb un interval de temps de 0,2 segons per així minimitzar els errors. Això ha comportat que el temps de simulació per a cada període de retorn considerat de com a màxim 1 minut.

A continuació s'adjunten imatges de les condicions de càlcul del model, temps de simulació, interval de càlcul i altres paràmetres.

Imatge 50. Imatges condicions modelització 2d – HECRAS



HEC-RAS Unsteady Computation Options and Tolerances

General | **2D Flow Options** | 1D/2D Options | Advanced Time Step Control | 1D Mixed Flow Options

Use Coriolis Effects (only when using the momentum equation)

Number of cores to use in 2D computations: All Available

	Parameter	(Default)	Malla3d_Boadella
1	Theta (0.6-1.0):	1	1
2	Theta Warmup (0.6-1.0):	1	1
3	Water Surface Tolerance [max=0.06](m)	0.003	0.003
4	Volume Tolerance (m)	0.003	0.003
5	Maximum Iterations	20	20
6	Equation Set	Diffusion Wave	Diffusion Wave
7	Initial Conditions Time (hrs)		
8	Initial Conditions Ramp Up Fraction (0-1)	0.1	0.1
9	Number of Time Slices (Integer Value)	1	1
10	Eddy Viscosity Transverse Mixing Coefficient		
11	Boundary Condition Volume Check	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Latitude for Coriolis (-90 to 90)		

OK Cancel Defaults ...

6. SITUACIÓ ACTUAL

6.1. ELEMENTS DE REPRESENTACIÓ

Del cursos fluvials estudiats s'obté, per una banda, cobertures en format vectorial corresponents als límits inundables màxims, i, per una altra, malles en format ràster amb els valors de calats d'inundació per als períodes de retorn de 100 i 500 anys i velocitats de flux, per al període de retorn de 100 anys.

En l'entorn gràfic (RAS Mapper) del programa Hec-Ras es pot visualitzar l'evolució de la inundabilitat per a cada període de retorn segons els hidrogrames entrats en cadascun dels cursos fluvials analitzats amb un interval de representació de 2 minuts.

Per al període de retorn de 100 anys, a partir de la informació de calats i velocitats, s'obté les zones on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP) que combinada amb la Via d'Intens Desguàs (VID) s'obté la Zona de Flux Preferent (ZFP).

Els calats s'han extret a partir del MDT actual. S'ha considerat processar els resultats obtinguts per eliminar les zones inconnexes del flux de l'aigua.

6.2. ZONA DE FLUX PREFERENT

6.2.1. INTRODUCCIÓ

Segons el Reial Decret 636/2016, de 6 de desembre, publicat al BOE núm. 314 de 29 de desembre de 2016, s'ha de definir la zona de flux preferent perquè s'ha introduït la identificació d'usos i les activitats vulnerables davant d'avingudes que no poden ser autoritzats en aquesta zona.

Aquesta zona o zones és on es concentra preferentment el flux, amb l'objectiu específic de protegir el règim de corrents en avingudes, i reduir el risc de producció de danys en persones i béns. En aquestes zones o vies de flux preferent només poden ser autoritzades les activitats no vulnerables enfront de les avingudes i que no suposin una reducció significativa de la capacitat de desguàs de les zones esmentades, en els termes que preveuen a l'article 9 els articles 9 bis, 9 ter i 9 quàter.

La zona de flux preferent és aquella zona constituïda per la unió de la zona o zones on es concentra preferentment el flux durant les avingudes, o via d'intens desguàs, i de la zona on, per l'avinguda de 100 anys de període de retorn, es puguin produir greus danys sobre les persones i els béns, quedant delimitat el seu límit exterior mitjançant l'envoltant de les dues zones.

A l'efecte de l'aplicació de la definició anterior, es considera que poden produir-se greus danys sobre les persones i els béns quan les condicions hidràuliques durant l'avinguda satisfacin un o més dels següents criteris:

- a) Que el calat sigui superior a 1 m.
- b) Que la velocitat sigui superior a 1 m/s.
- c) Que el producte de les dues variables sigui superior a $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$.

S'entén per via d'intens desguàs, la zona per la qual passaria l'avinguda de 100 anys de període de retorn sense produir una sobreelevació més gran que 0,3 m, respecte a la cota de la làmina d'aigua que es produiria amb aquesta mateixa avinguda considerant tota la plana d'inundació existent. La sobreelevació anterior es podrà, a criteri de l'organisme de conca, reduir fins a 0,1 m quan l'increment de la inundació pugui produir greus perjudicis o augmentar-se fins a 0,5 m en zones rurals o quan l'increment de la inundació produeixi danys reduïts.

Per obtenir la zona de flux preferent (ZFP) del curs fluvial estudiat primerament s'han agafat els calats i les velocitats del model 2D, els quals han estat processats per extreure la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP). Posteriorment, s'ha procedit a obtenir al Via d'Intens Desguàs (VID) a partir de la modelització 1D.

6.2.2. ZONA ON ES PODEN PRODUIR GREUS DANYS SOBRE LES PERSONES I ELS BÈNS (ZIP)

Per obtenir aquestes zones s'ha partit de la modelització amb el model matemàtic HecRas per a T=100 anys de període de retorn dels diferents cursos fluvials. A partir d'aquesta modelització s'han extret els calats i les velocitats mitjançant Sistemes d'Informació Geogràfica. Aquestes capes s'han arreglat i s'han reclassificat segons els criteris esmentats anteriorment (es pot observar a la informació digital adjuntada a l'estudi).

Un cop s'han obtingut les tres capes s'ha realitzat la seva envoltant per obtenir la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP) o zona d'inundació greu (ZIG). Aquesta envoltant s'ha realitzat fins a coincidir amb la ZFP de la Muga estreta de la PEF.

Imatge 51. Calats > 1m del curs estudiat



Llegenda

Calat > 1m

50 25 0 50 m



Llegenda

Calat > 1m

50 25 0 50 m

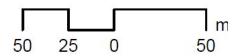
Font: Elaboració pròpia

Imatge 52. velocitats > 1m/s del curs estudiat



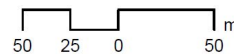
Llegenda

■ velocitat > 1m/s



Llegenda

■ Velocitat > 1m/s



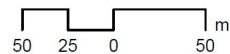
Font: Elaboració pròpia

Imatge 53. calat x velocitat > 0,5m²/s del curs estudiat



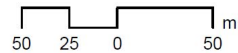
Llegenda

calat x velocitat > 0,5 m²/s



Llegenda

Calat x velocitat > 0.5 m²/s



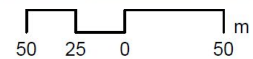
Font: Elaboració pròpia

Imatge 54. ZIP dels cursos fluvials estudiats



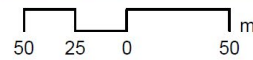
Llegenda

ZIP



Llegenda

ZIP



Font: Elaboració pròpia

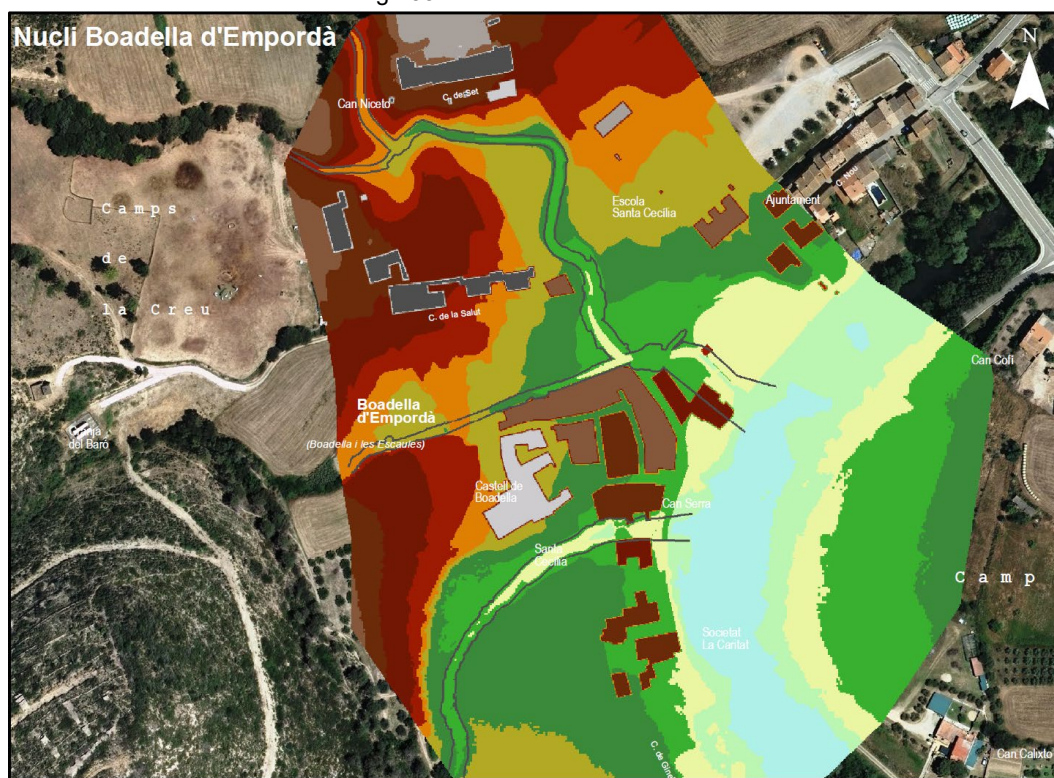
6.2.3. VIA D'INTENS DESGUÀS (VID)

La Via d'Intens Desguàs es calcula amb ajuda de l'avinguda de període de retorn de 100 anys, de manera que si una determinada secció es veïés reduïda a la zona marcada per ella, el trànsit de l'avinguda de 100 anys provocaria una sobrelevació de 0,30 m respecte al nivell original calculat amb la secció completa.

Tal com s'estableix en la Guia Metodològica per al desenvolupament del SNCZI, el desitjable és que VID i ZIP coincideixin en la seva ubicació el màxim possible. En el cas de models 2D, la Guia recomana situar inicialment la VID en la ZIP i verificar la sobrelevació provocada. Si aquesta és inferior a 0,30 metres en tot el tram, la ZFP es farà coincidir amb la ZIP. De no ser així, es procedirà a ampliar la VID fins a aconseguir reduir la sobrelevació mitjançant un procés iteratiu. Per portar a terme aquestes operacions, s'ha partit d'un nou model en que la reducció de la zona apta per al flux es delimita mitjançant unes barreres laterals modelades mitjançant murs laterals d'una alçada exagerada, que garanteixi que l'avinguda no els supera en cap cas. La definició geomètrica d'aquestes barreres es va ajustant de manera iterativa fins que es compleixen els límits de sobrelevació desitjats.

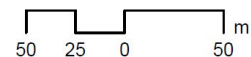
En aquest cas s'ha partit del Model d'Elevació del Terreny actual (MET) on s'ha modificat introduint un mur al límit del ZIP dels cursos fluvials amb una alçada exagerada. Pel nucli de Boadella d'Empordà, també s'han introduït en algunes zones murs "SA/2D Area conn" per ajustar els resultats i eliminar errors en la modelització.

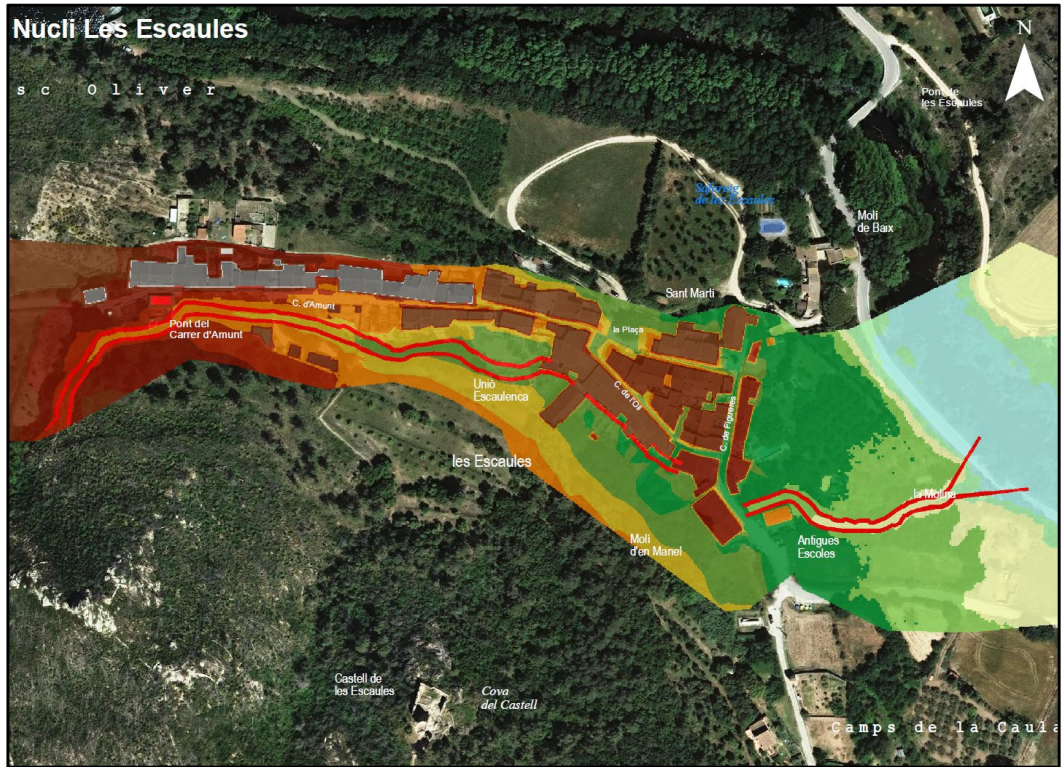
Imatge 55. MDT modelització de la VID



Llegenda

Model d'Elevació del Terreny VID	88 - 90m	98 - 100m
79,42 - 82m	90 - 92m	100 - 102m
82 - 84m	92 - 94m	102 - 104m
84 - 86m	94 - 96m	104 - 109m
86 - 88m	96 - 98m	109 - 114,42m





Llegenda

Model d'Elevació del Terreny VID		
60,69 - 64m	80 - 84m	104 - 109m
64 - 68m	84 - 88m	109 - 110m
68 - 72m	88 - 92m	110 - 111m
72 - 76m	92 - 96m	111 - 115m
76 - 80m	96 - 100m	115 - 122,4m
	100 - 104m	

Font: Elaboració pròpia

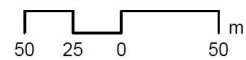
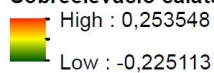
Un cop realitzada la modelització de la VID s'ha procedit a fer la diferència entre el calat per a T=100 anys de període de retorn i el calat obtingut en la VID. Aquesta sobrelevació ha de ser inferior a 0,3m.

Imatge 56. Sobreelevació VID respecte T=100 anys



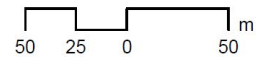
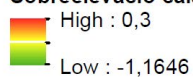
Llegenda

Sobreelevació calats



Llegenda

Sobreelevació calats



Font: Elaboració pròpia

6.2.4. ZONA DE FLUX PREFERENT (ZFP)

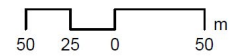
La Zona de Flux Preferent s'obté de l'envoltant de la zona d'intens desguàs (VID) i la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP) o zona d'inundació greu (ZIG). En tots els trams dels cursos fluvials, segons els resultats obtinguts, s'ha assimilat la Zona de Flux Preferent (ZFP) a la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP).

Imatge 57. Zona de flux preferent dels cursos fluvials estudiats i de la Muga



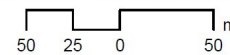
Llegenda

- Zona de Flux Preferent (ZFP) - Cursos fluvials estudiats
- PEF de la Muga



Llegenda

- Zona de Flux Preferent (ZFP) - Curs fluvial estudiat
- PEF de la Muga



Font: Elaboració pròpia

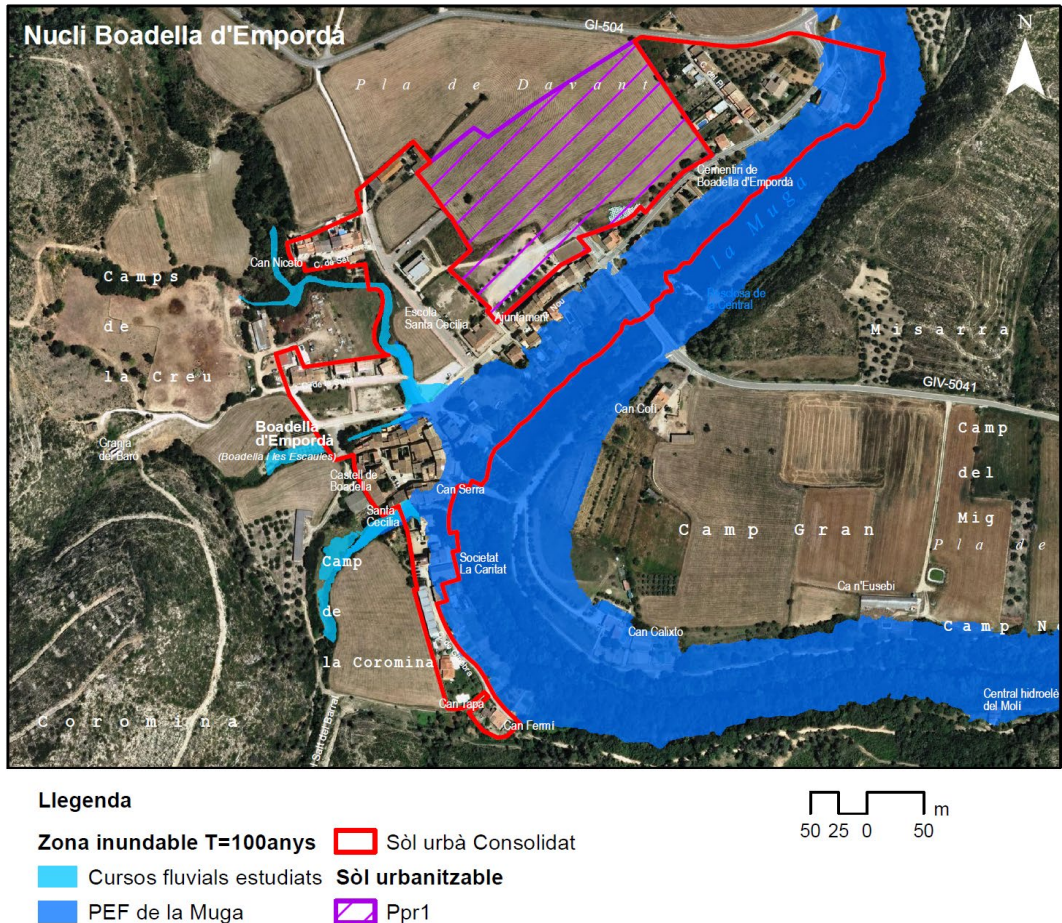
6.3. REPRESENTACIÓ GRÀFICA

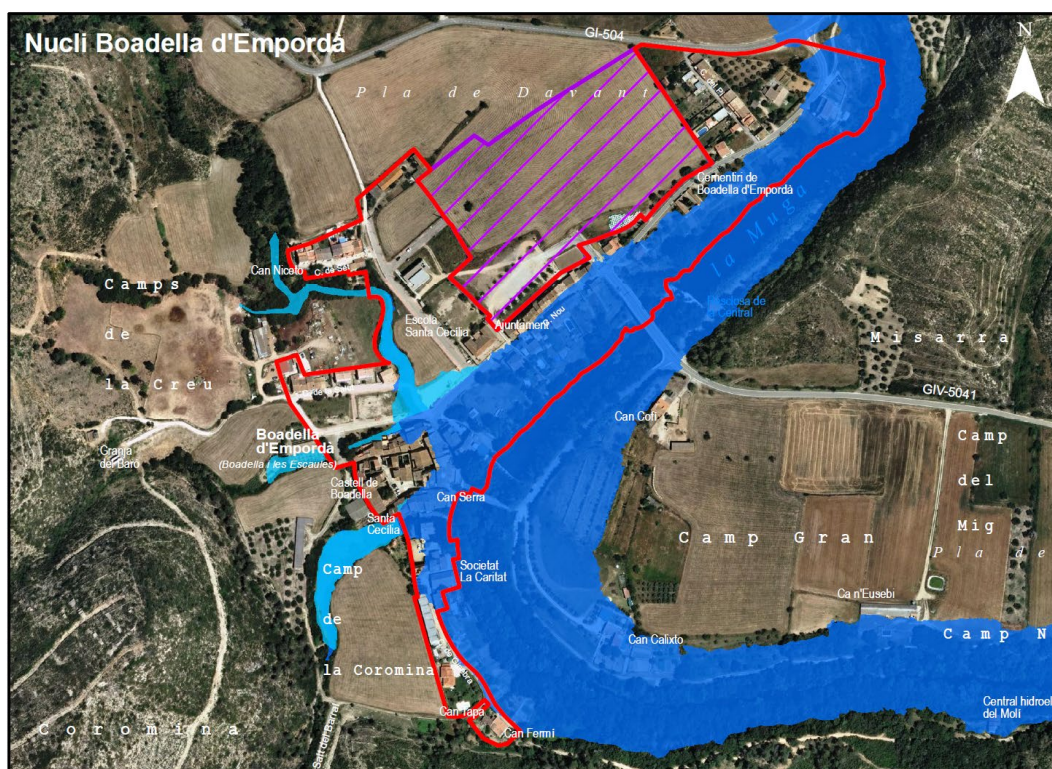
6.3.1. GENERAL – NUCLIS DE BOADELLA D'EMPORDÀ I LES ESCAULES

D'acord al comentat en paràgrafs anteriors, el model 2D és un model continu, amb la propagació de l'avinguda, per tant, tal i com queda reflectit en les següents imatges, el model s'ha limitat a l'àmbit d'estudi però s'ha modelitzat aigües amunt i aigües avall de l'àmbit pròpiament d'estudi.

S'han representat els resultats màxims per a cada període de retorn. És a dir, s'ha representat les zones inundables pels calats màxims per a T= 100 i 500 anys, la zona de flux preferent i la delimitació de l'espai fluvial amb la classificació del sòl proposada en el POUM.

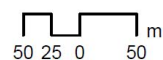
Imatge 58. Zones inundables – nucli de Boadella d'Empordà





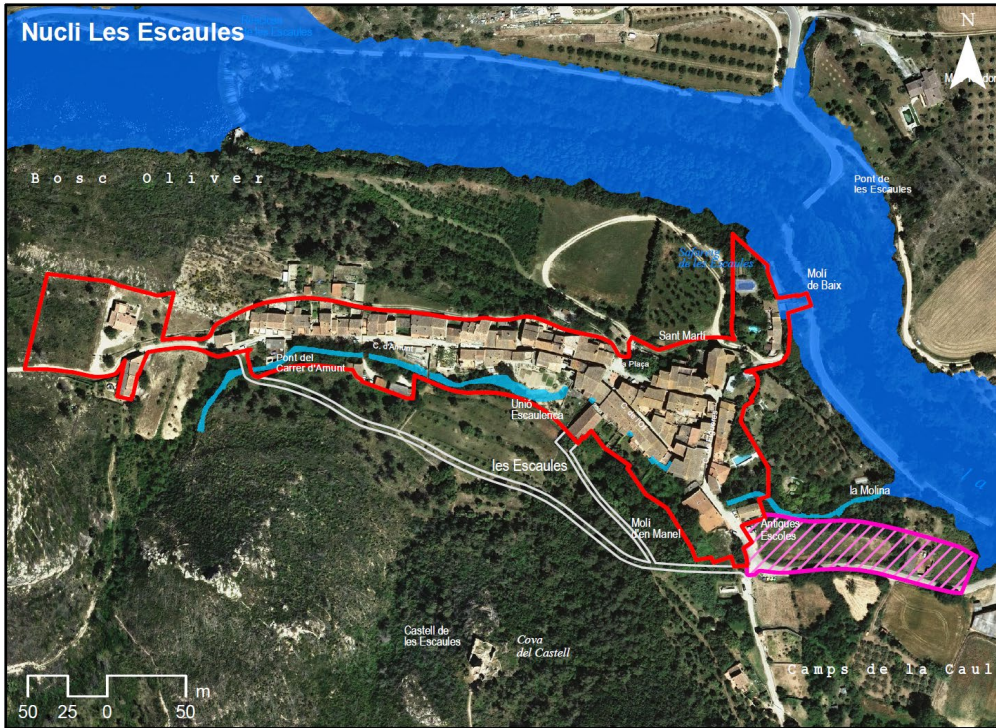
Llegenda

- Zona inundable T=500 anys** Sòl urbà Consolidat
- Cursos fluvials estudiats **Sòl urbanitzable**
- PEF de la Muga Ppr1



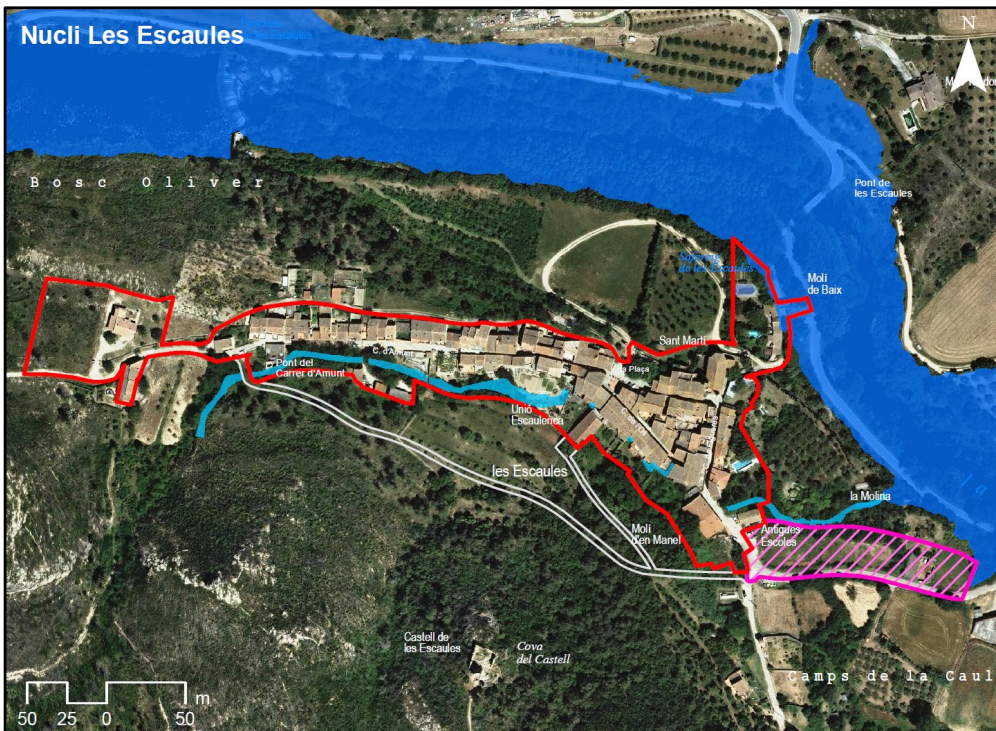
Font: Elaboració pròpia

Imatge 59. Zones inundables – nucli les Escaules



Llegenda

- Zona inundable T=100anys** Sòl urbà Consolidat
- Cursos fluvials estudiats **Sòl Urbà no Consolidat**
- PEF de la Muga PAU 1
- Vial projectat (X3 - Xarxa complementaria)

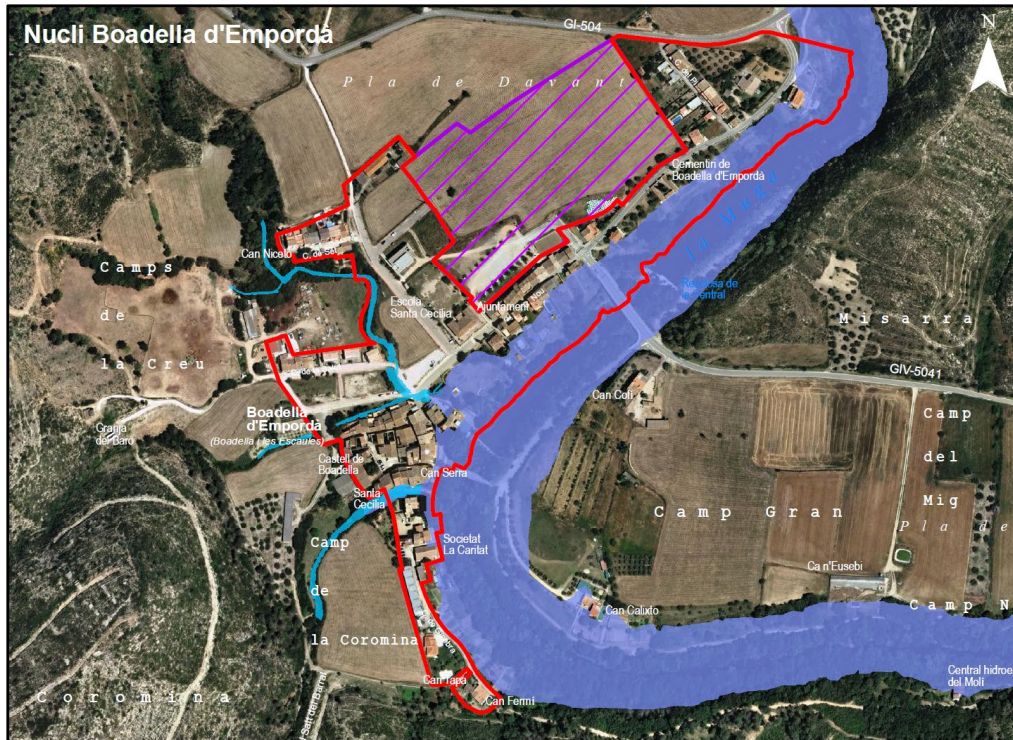


Llegenda

- Zona inundable T=500 anys** Sòl urbà Consolidat
- Cursos fluvials estudiats **Sòl Urbà no Consolidat**
- PEF de la Muga PAU 1
- Vial projectat (X3 - Xarxa complementaria)

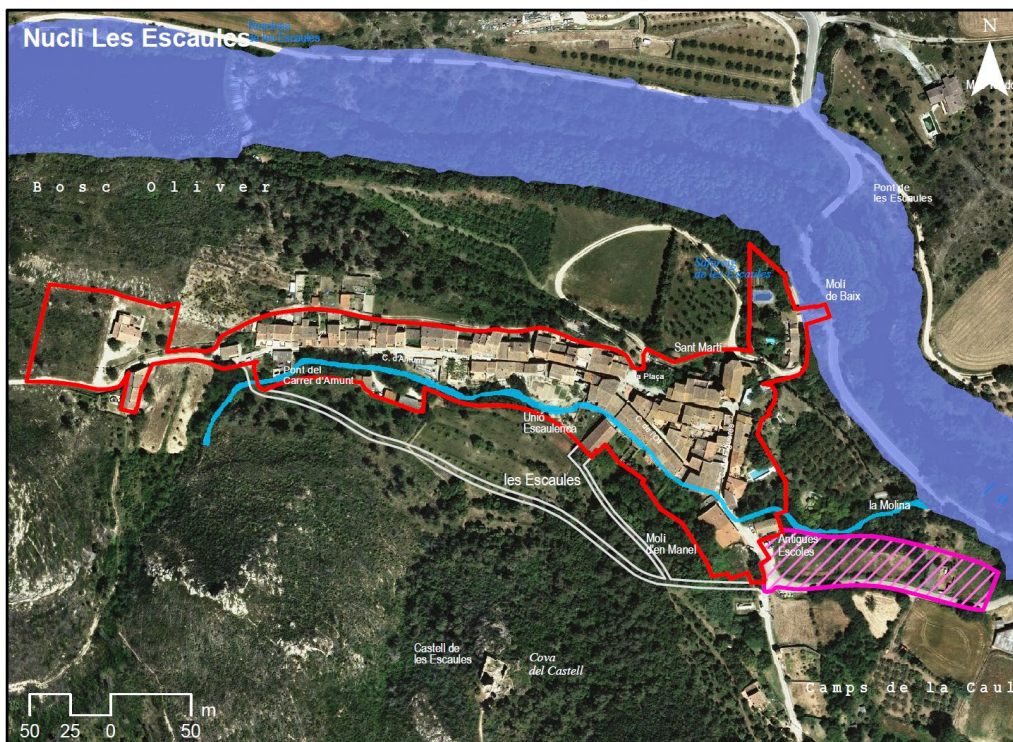
Font: Elaboració pròpia

Imatge 60. Zones de Flux Preferent



Llegenda

- Zona de Flux Preferent (ZFP) - Cursos fluvials estudiats
- Zona de Flux Preferent (PEF de la Muga)
- Sòl urbà Consolidat
- Sòl urbanitzable Ppr1



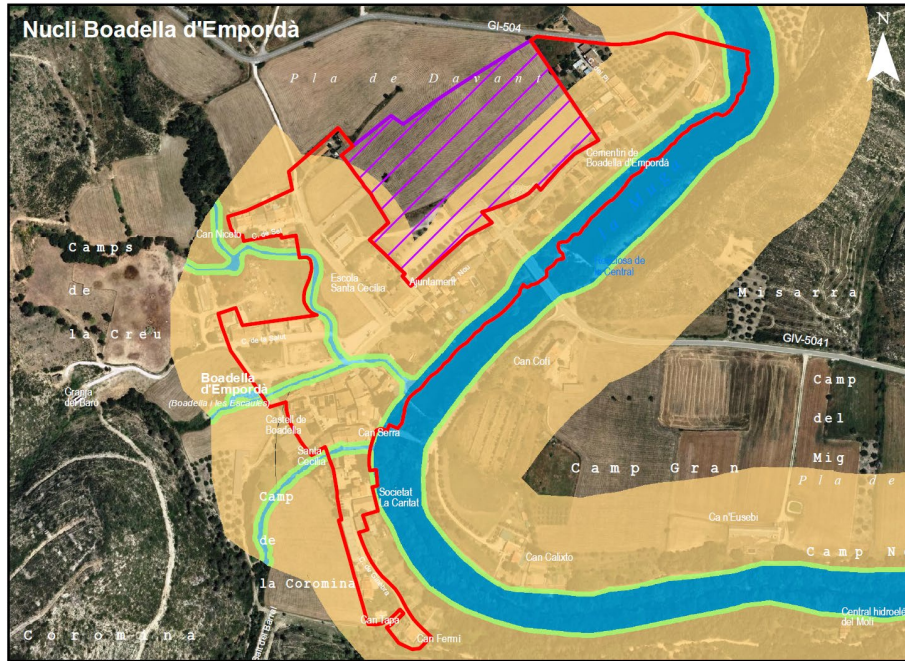
Llegenda

- Zona de Flux Preferent - Curs fluvial estudiat
- Zona de Flux Preferent (PEF de la Muga)
- Sòl urbà Consolidat
- Sòl Urbà no Consolidat PAU 1
- Vial projectat (X3 - Xarxa complementària)

Font: Elaboració pròpia

També s'ha grafiat la delimitació de l'espai fluvial. És a dir, s'ha grafiat el Domini Públic Hidràulic cartogràfic (a partir zona inundable per la màxima crecuda ordinària (MCO), la zona de servitud (5 metres respecte DPH) i la zona de Policia (100m respecte DPH) en sòl urbà i urbanitzable.

Imatge 61. Delimitació de l'espai fluvial dels cursos fluvials estudiats i la Muga



Llegenda

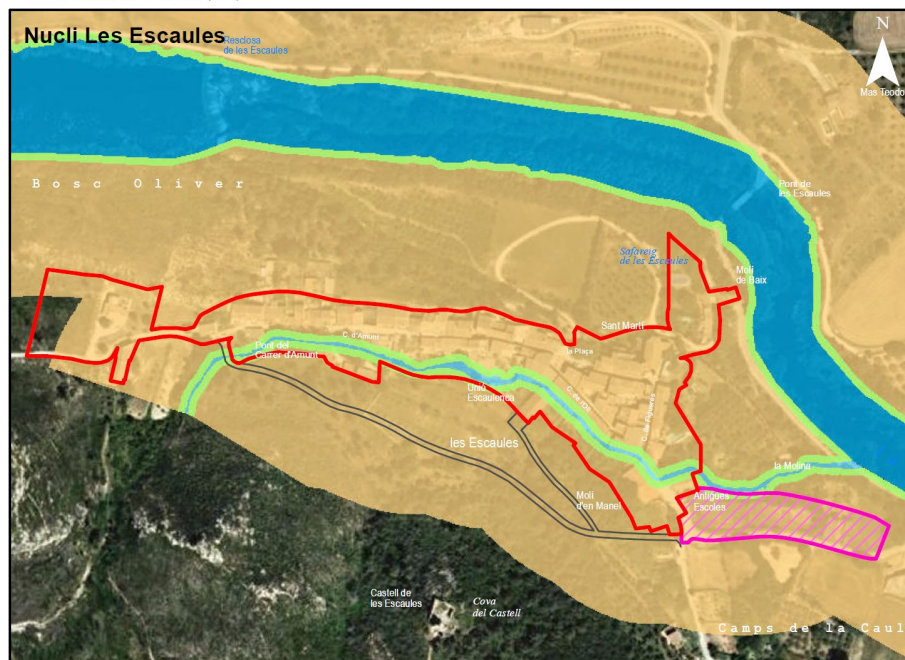
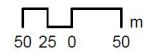
Delimitació Espai Fluvial

- DPH cartogràfic - Cursos fluvials estudiats
- DPH - Muga
- Zona de Servitud (ZS)
- Zona de Policia (ZP)

Sòl urbà Consolidat

Sòl urbanitzable

Ppr1



Llegenda

Delimitació Espai Fluvial

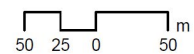
- DPH cartogràfic - Cursos fluvials estudiats
- DPH - Muga
- Zona de Servitud (ZS)
- Zona de Policia (ZP)

Sòl urbà Consolidat

Sòl Urbà no Consolidat

PAU 1

Vial projectat (X3 - Xarxa complementària)

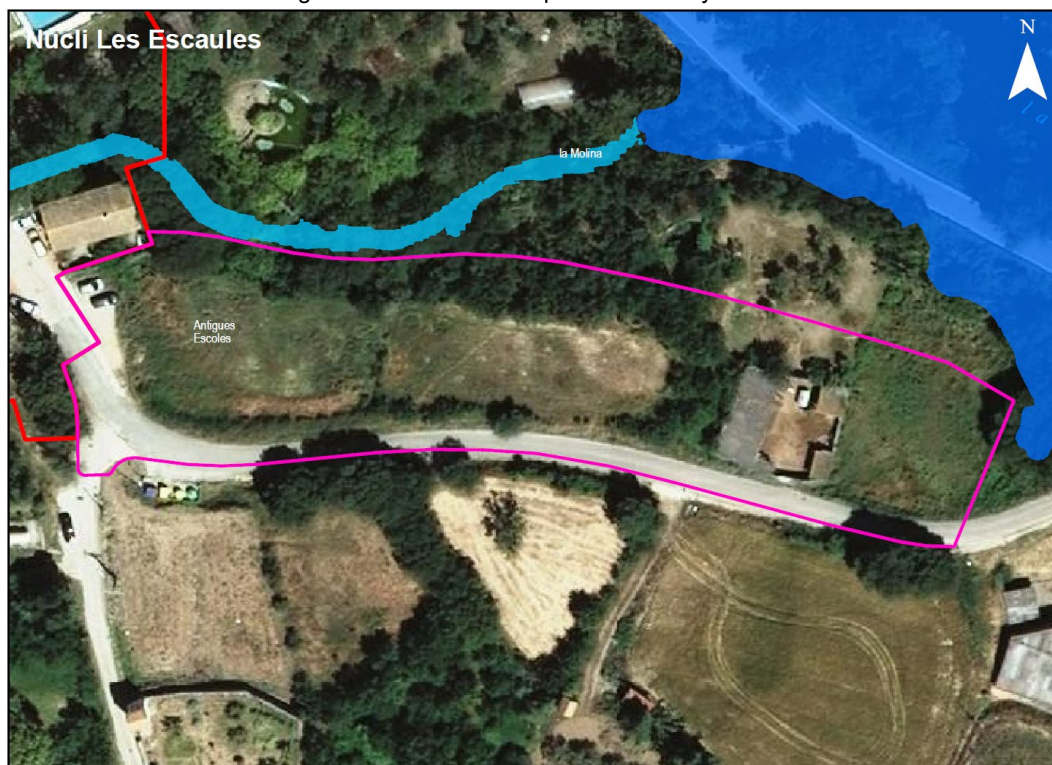


Font: Elaboració pròpia

6.3.2. DETALL NUCLI LES ESCAULES

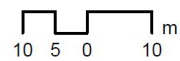
En aquest apartat es representarà en més detall les zones inundables (T=100 i 500 anys), les zones de Flux Preferent i la delimitació de l'Espai Fluvial en les proximitats del PAU-1 ubicat al nucli de Les Escaules.

Imatge 62. Zona inundable per a T=100anys – PAU 1



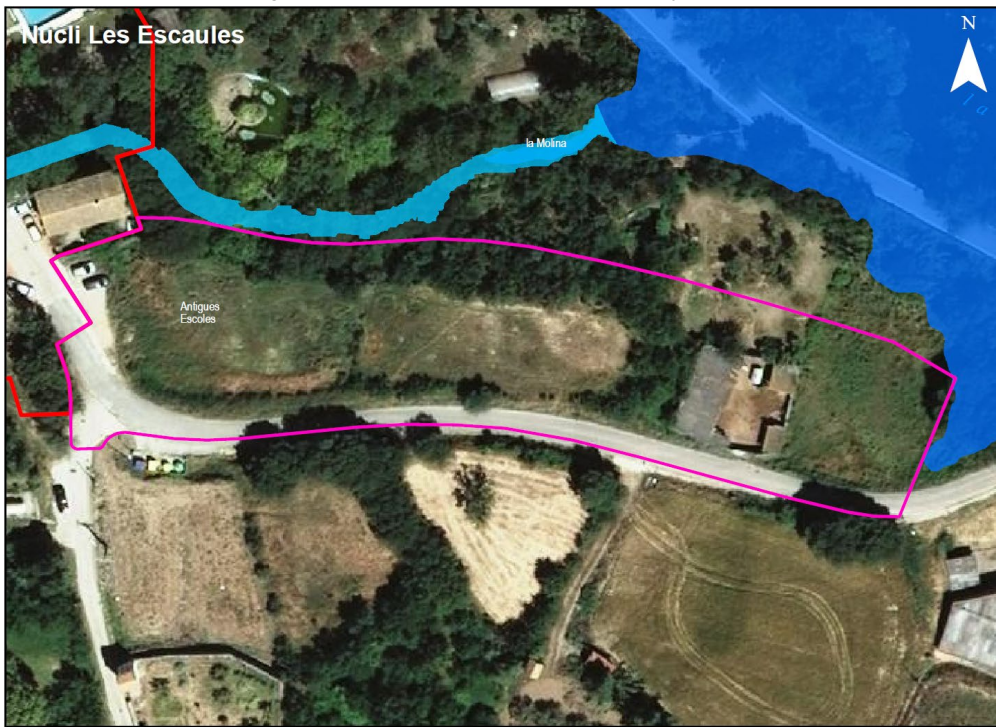
Llegenda

- | | | | |
|---|---|---|-------|
| Zona inundable T=100anys |  | Sòl urbà Consolidat | |
|  | Cursos fluvials estudiats | Sòl Urbà no Consolidat | |
|  | PEF de la Muga |  | PAU 1 |



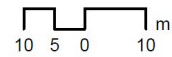
Font: Elaboració pròpia

Imatge 63. Zona inundable per a T=500anys - PAU-1



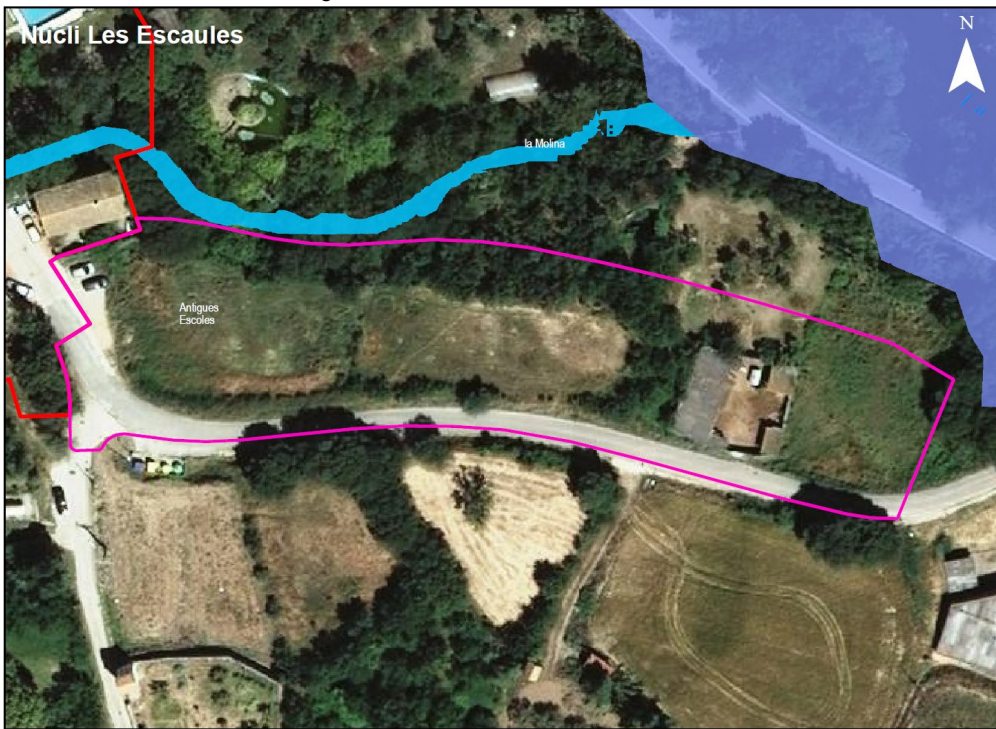
Llegenda

- ▭ Sòl urbà Consolidat
- ▬ Cursos fluvials estudiats
- ▭ PEF de la Muga
- ▭ Sòl Urbà no Consolidat
- ▭ PAU 1



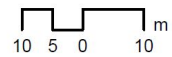
Font: Elaboració pròpia

Imatge 64. Zona de Flux Preferent – PAU 1



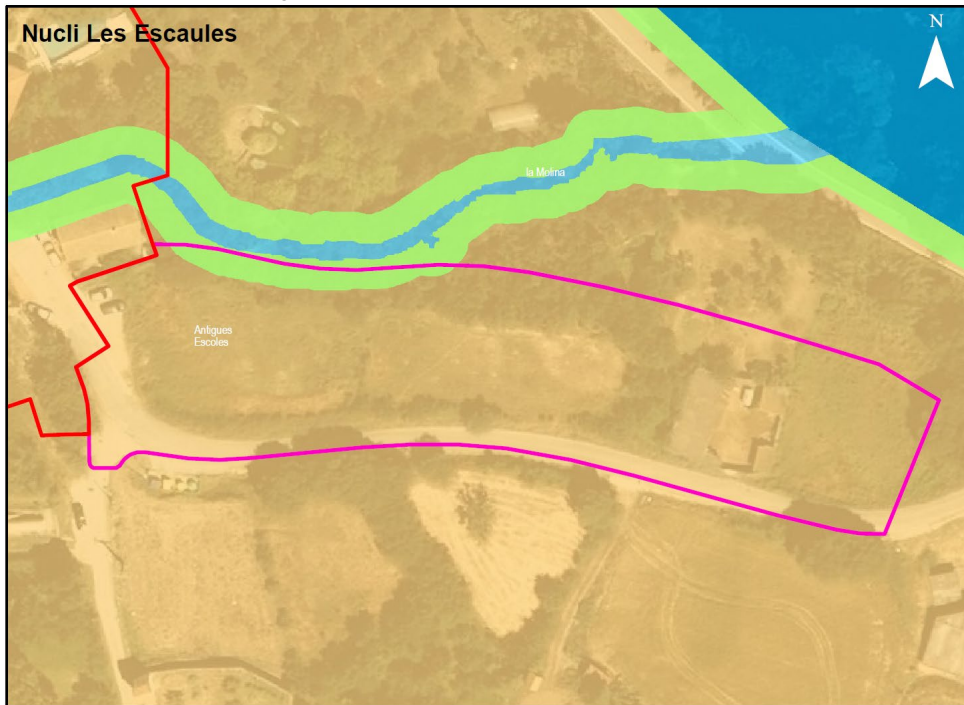
Llegenda

- ▭ Zona de Flux Preferent - Curs fluvial estudiat
- ▭ Zona de Flux Preferent - PEF de la Muga
- ▭ Sòl urbà Consolidat
- ▭ Sòl Urbà no Consolidat
- ▭ PAU 1



Font: Elaboració pròpia

Imatge 65. Delimitació de l'Espai Fluvial – PAU1

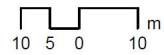


Llegenda

Delimitació Espai Fluvial

- DPH cartogràfic - Cursos fluvials estudiats
- DPH - Muga
- Zona de Servitud (ZS)
- Zona de Policia (ZP)

- Sòl urbà Consolidat
- Sòl Urbà no Consolidat
- PAU 1



Font: Elaboració pròpia

Imatge 66. Zones inundables i zona de Flux Preferent connexió oest vial projectat



Llegenda

- Zona de Flux Preferent
- Zones inundables
- 100 anys
- 500 anys

- Sòl urbà Consolidat
- Vial projectat (X3 - Xarxa complementària)

Font: Elaboració pròpia

7. ANÀLISIS DELS RESULTATS I CONCLUSIONS

NUCLI BOADELLA D'EMPORDÀ

Aquest nucli es troba afectat per les zones inundables per a T=100 i 500 anys de la Muga i també per la seva Zona de Flux Preferent.

Pel què fa als cursos fluvials estudiats en aquest nucli, tenen prou capacitat dins el sòl urbà consolidat fins arribar a la zona d'influència de la Muga.

El sòl urbanitzable delimitat (Ppr-1) no es troba afectat per les zones inundables dels cursos fluvials estudiats ni per la Muga. Aquest àmbit té una franja que es troba dins la zona de Policia de la Muga i del torrent innominat (Serra de Cal Fuster).

NUCLI LES ESCAULES

La llera del torrent innominat (Escaules) té prou capacitat per a T=100 i 500 anys de període de retorn i per tant, la Zona de Flux Preferent es troba dins la llera. Just abans de l'estructura hidràulica (Escaules_7) hi ha una obertura que comunica amb el carrer de l'Oli on l'aigua remunta però en cap dels períodes de retorn analitzats sobrepassa la cota màxima i per tant, l'aigua no circula per aquest carrer ni pel casc urbà d'aquest nucli.

Hi ha una petita franja situada al nord-est de sòl urbà consolidat afectada per les zones inundables per a T=100 i 500 anys de període de retorn i la zona de Flux Preferent de la Muga.

El sòl urbà no consolidat (PAU 1) està situat a l'entrada del nucli de les Escaules, al costat de les antigues escoles, on actualment s'utilitza com aparcament. Aquest sector no es troba afectat per cap període de retorn considerat del torrent innominat ni de la Muga. Per tant, aquest sector no es troba afectat per la zona de Flux Preferent del torrent innominat ni de la Muga.

Aquest sector (PAU 1) es situa dins la zona de Policia de la Muga i del torrent innominat; i conté una petita franja, al nord-est del sector, de la zona de servitud del torrent innominat.

Pel què fa el vial proposat (X3 - xarxa complementària), la connexió amb el carrer existent (carrer de l'Oli) es realitzarà per on actualment hi ha una estructura existent (Escaules_1). Si aquesta s'hagués de substituir o remodelar s'haurà de tenir en compte:

- La guia tècnica "Recomanacions tècniques per al disseny d'infraestructures que interfereixen amb l'espai fluvial" publicada al juny 2006 per l'Agència Catalana de l'Aigua
- l'article 67 "Activitats vulnerables front al risc d'avingudes a la zona de flux preferent" del Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya 2016-2021.

Pel sòl urbà consolidat, principalment pel nucli de Boadella, s'ha de tenir en compte els articles 9 ter "Obres i construccions en la zona de flux preferent en sòls en situació bàsica de sòl urbanitzat" i 14bis "limitacions als usos de sòl en la zona inundable" del RD 638/2016. A més, s'ha de tenir en compte els articles del capítol XI "Gestió de l'espai fluvial" del Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya 2016-2021.

Pel sòl no urbanitzable, s'han de tenir en compte els articles 9bis "Limitacions dels usos a la zona de flux preferent en sòl rural" i 14bis "limitacions als usos de sòl en la zona inundable" del RD 638/2016. A més, també s'ha de tenir en compte els articles del capítol XI "Gestió de l'espai fluvial" del Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya 2016-2021.

8. ANNEX EQUIVALÈNCIES ESTRUCTURES HIDRÀULIQUES

NUCLI LES ESCAULES

ESCAULES_1			
n (Manning)	0.022		
pendent	0.0632		
SECCIÓ ORIGINAL			
àrea (m2)	8.79		
perímetre (m)	11.36	Desguàs (secció original)	
Rh	0.77	v(m/s)	9.63
		Q (m3/s)	84.59
h(m)	3.6		
amplada (m)	2.65		
SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT			
amplada (m)	2.45		
altura (m)	3.7	Desguàs (secció equivalent)	
àrea (m2)	9.07	v(m/s)	9.32
		Q (m3/s)	84.52
perímetre (m)	12.3		
Rh	0.73699187		
ESCAULES_2			
MANNING	0.022		
PENDENT	0.0632		
SECCIÓ ORIGINAL			
àrea (m2)	28.70		
perímetre (m)	20.51	Desguàs (secció original)	
Rh	1.40	v(m/s)	14.30
		Q (m3/s)	410.30
h(m)	4.9		
amplada (m)	6.5		
SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT			
amplada (m)	6		
altura (m)	4.9	Desguàs (secció equivalent)	
àrea (m2)	29.40	v(m/s)	13.95
		Q (m3/s)	410.09
perímetre (m)	21.8		
Rh	1.34862385		
ESCAULES_3			
MANNING	0.022		
PENDENT	0.0632		
SECCIÓ ORIGINAL			
àrea (m2)	32.28		
perímetre (m)	22.40	Desguàs (secció original)	
Rh	1.44	v(m/s)	14.58
		Q (m3/s)	470.59
h(m)	4.7		
amplada (m)	8		
SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT			
amplada (m)	7		
altura (m)	4.7	Desguàs (secció equivalent)	
àrea (m2)	32.90	v(m/s)	14.34
		Q (m3/s)	471.83
Perímetre (m)	23.4		
Rh	1.40598291		
ESCAULES_5			
MANNING	0.022		
PENDENT	0.0632		
SECCIÓ ORIGINAL			
àrea (m2)	7.41		
perímetre (m)	10.29	Desguàs (secció original)	
Rh	0.72	v(m/s)	9.18
		Q (m3/s)	68.08
h(m)	2.9		
Amplada (m)	2.9		
SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT			
amplada (m)	2.63		
altura (m)	2.9	Desguàs (secció equivalent)	
àrea (m2)	7.63	v(m/s)	8.92
		Q (m3/s)	68.03
perímetre (m)	11.06		
Rh	0.68960217		

ESCAULES_6				ESCAULES_7			
MANNING	0.022			MANNING	0.022		
PENDENT	0.0015			PENDENT	0.0632		
SECCIÓ ORIGINAL				SECCIÓ ORIGINAL			
àrea (m2)	5.44			àrea (m2)	5.11		
perímetre (m)	8.83	Desguàs (secció original)		perímetre (m)	8.76	Desguàs (secció original)	
Rh	0.62	v(m/s)	1.27	Rh	0.58	v(m/s)	7.98
h(m)	2.6	Q (m3/s)	6.93	h(m)	2	Q (m3/s)	40.77
Amplada (m)	2.3			amplada (m)	2.7		
SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT				SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT			
amplada (m)	2.15			Amplada (m)	2.61		
altura (m)	2.6	Desguàs (secció equivalent)		altura (m)	2	Desguàs (secció equivalent)	
àrea (m2)	5.59	v(m/s)	1.24	àrea (m2)	5.22	v(m/s)	7.82
perímetre (m)	9.5	Q (m3/s)	6.91	perímetre (m)	9.22	Q (m3/s)	40.82
Rh	0.58842105			Rh	0.56616052		

NUCLI BOADELLA D'EMPORDÀ

<p>ESTRUCTURA 1 - BOADELLA</p> <p>MANNING 0.022 PENDENT 0.0015</p> <p>SECCIÓ ORIGINAL</p> <p>àrea (m2) 3.32 perímetre (m) 7.63</p> <p>Rh 0.44</p> <p>h(m) 1.3 amplada (m) 3</p> <p>SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT</p> <p>amplada (m) 2.57 altura (m) 1.3</p> <p>àrea (m2) 3.34 perímetre (m) 7.74</p> <p>Rh 0.43165375</p>	<p>ESTRUCTURA 3 - BOADELLA</p> <p>MANNING 0.022 PENDENT 0.0015</p> <p>SECCIÓ ORIGINAL</p> <p>àrea (m2) 4.95 perímetre (m) 9.08</p> <p>Rh 0.55</p> <p>h(m) 1.8 amplada (m) 3.5</p> <p>SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT</p> <p>amplada (m) 2.75 altura (m) 1.8</p> <p>àrea (m2) 4.95 perímetre (m) 9.1</p> <p>Rh 0.54395604</p>
<p>ESTRUCTURA 4 - BOADELLA</p> <p>MANNING 0.022 PENDENT 0.0015</p> <p>SECCIÓ ORIGINAL</p> <p>àrea (m2) 2.25 perímetre (m) 5.78</p> <p>Rh 0.39</p> <p>h(m) 1.9 amplada (m) 1.3</p> <p>SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT</p> <p>amplada (m) 1.22 altura (m) 1.9</p> <p>àrea (m2) 2.32 perímetre (m) 6.24</p> <p>Rh 0.37147436</p>	<p>ESTRUCTURA 6 - BOADELLA</p> <p>MANNING 0.022 PENDENT 0.0015</p> <p>SECCIÓ ORIGINAL</p> <p>àrea (m2) 5.51 perímetre (m) 10.53</p> <p>Rh 0.52</p> <p>h(m) 1.56 Amplada (m) 4.5</p> <p>SECCIÓ RECTANGULAR EQUIVALENT</p> <p>amplada (m) 3.47 altura (m) 1.56</p> <p>àrea (m2) 5.41 perímetre (m) 10.06</p> <p>Rh 0.53809145</p>

9. CARTOGRAFIA

Plànol núm.1: Situació

Plànol núm.2: Conques i cobertes del sòl

Plànol núm.3: Discretització de la modelització

Plànol núm.4: Zones inundables T=100 anys

Plànol núm.5: Zones de Flux preferent

Plànol núm.6: Zones inundables T=500 anys

Plànol núm.7: Delimitació de l'espai fluvial

Equip de redacció:

Jordi Maspoch Comamala
Ambientòleg
Col·legiat núm. 600

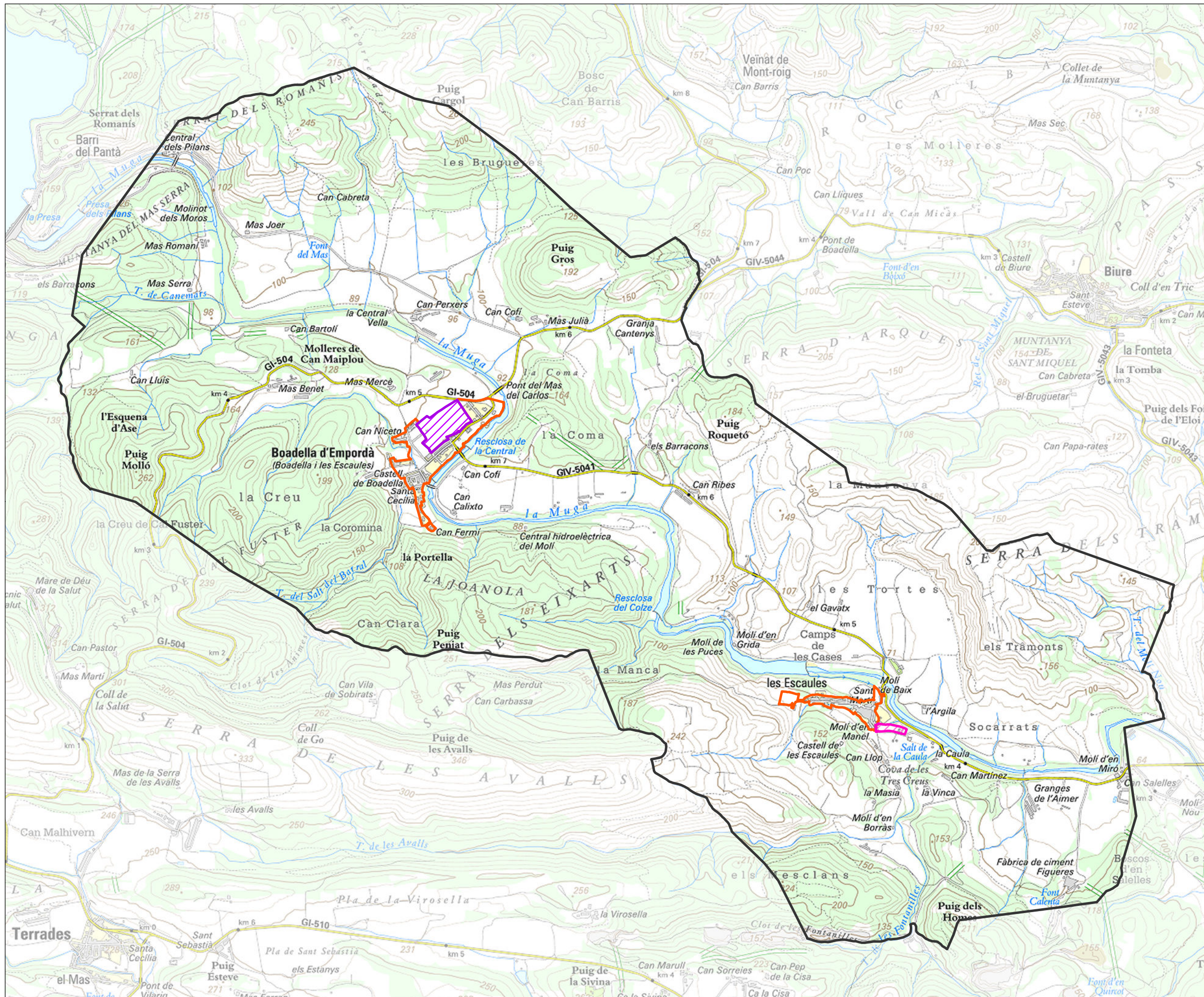
Josep Aleix Comas i Herrera
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Col·legiat núm. 18188

Girona, març de 2019

Josep Aleix Comas i Herrera
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Col·legiat núm. 18188



Gran Via de Jaume I, 35acc 2n 1a 17001 **GIRONA** - Tel. 872.21.52.99/675578105 - serpa@serpa.cat - www.serpa.cat



- Llegenda**
- Sòl urbà Consolidat
 - Sòl Urbà no Consolidat
 - PAU 1
 - Sòl urbanitzable
 - Ppr1
 - Límit municipal Boadella i Les Escaules

Font:
Base topogràfica 1:25.000 (ICGC)

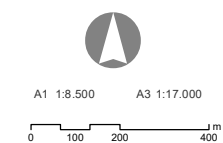


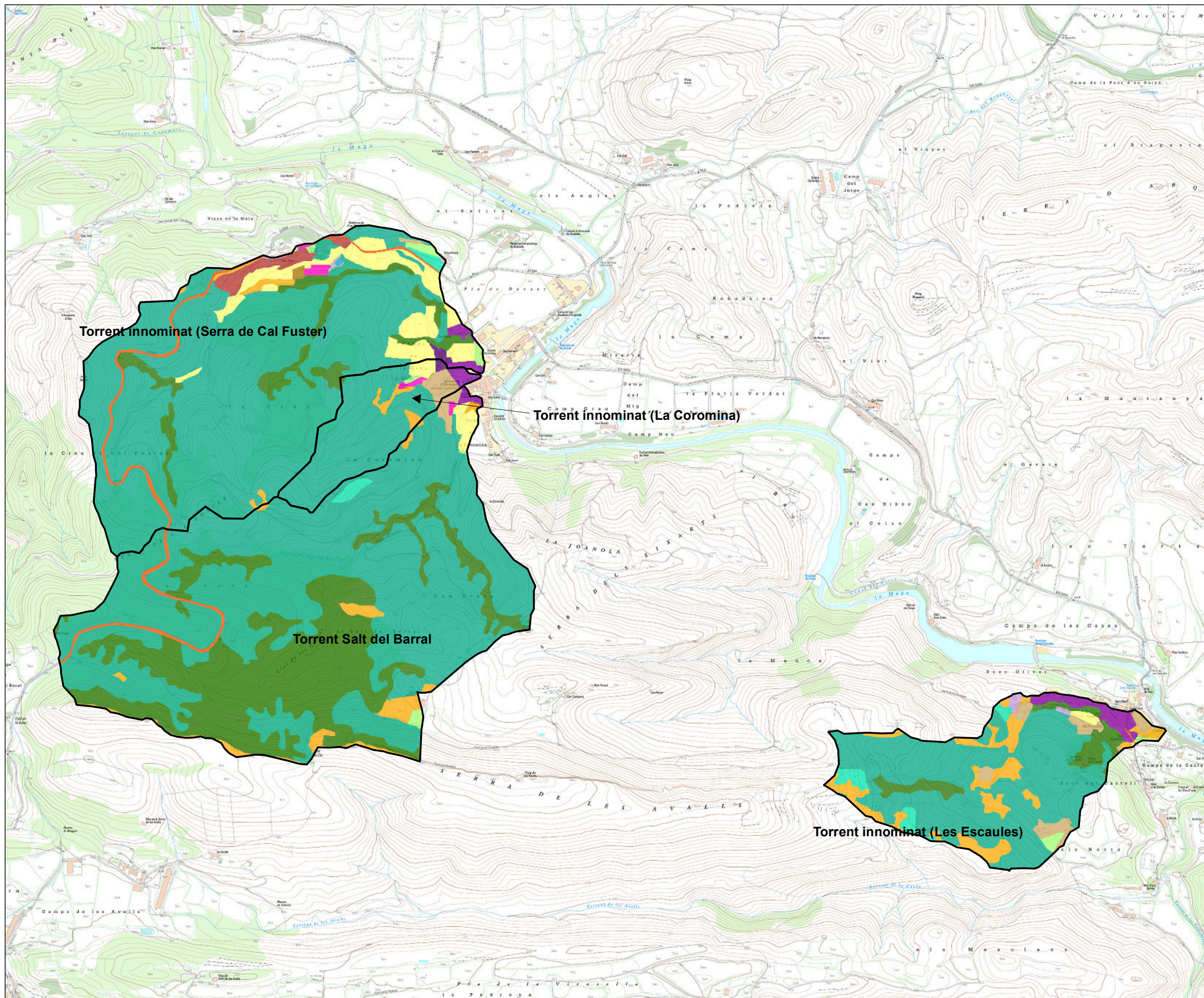
BOADELLA I LES ESCAULES
ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)

SITUACIÓ



JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
ENGINYER DE CANALS, CANALS I PORTS
Col·legi 18186





Llegenda

- Usos del sòl (4ed. 5 nivell CREAM)
- Altres conreus herbacis
 - Altres conreus herbacis en regadiu
 - Alzinar (>= 20%cc)
 - Basses agrícoles
 - Carreteres
 - Fruïters no cítrics i no cítrics en regadiu
 - Granges
 - Matollars
 - Oliverars
 - Pineda de pi blanc (5-20% cc)
 - Pineda de pi blanc (>20% cc)
 - Prats i herbassars
 - Sòl nu per acció antròpica
 - Urbanitzat residencial compacte
 - Urbanitzat residencial lax
 - Vinyes
 - Zones industrials i comercials
 - Conques hidroliques

Font:
Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)

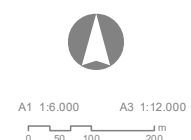


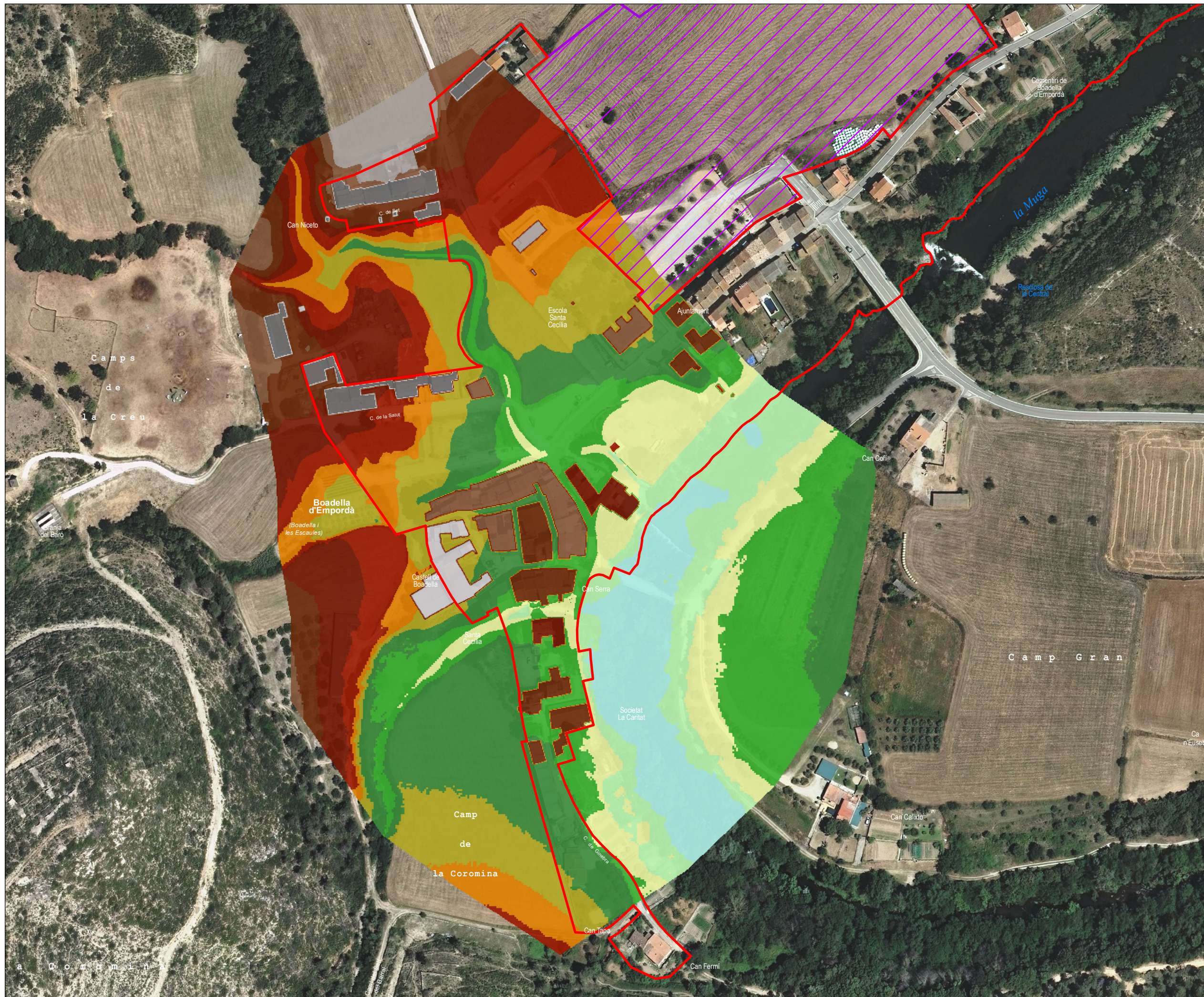
**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

CONQUES I COBERTES DE SÒL



JOSEP ALEX COMAS I HERRERA
ENGINYER DE CANALS, CANALS I PORTS
Col·legiat 1818





Llegenda

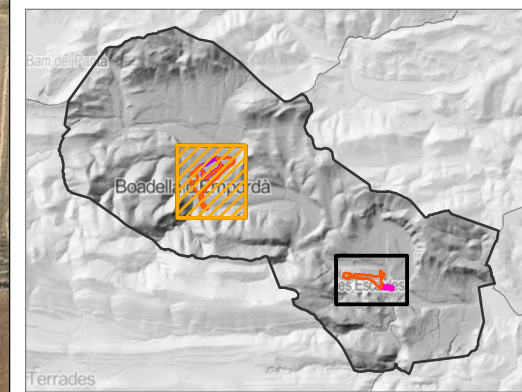
Model d'Elevació del Terreny (m)

- 79 - 82m
- 82 - 84m
- 84 - 86m
- 86 - 88m
- 88 - 90m
- 90 - 92m
- 92 - 94m
- 94 - 96m
- 96 - 98m
- 98 - 100m
- 100 - 102m
- 102 - 104m
- 104 - 108m
- 108 - 114.43m

Sòl urbà Consolidat

Sòl urbanitzable

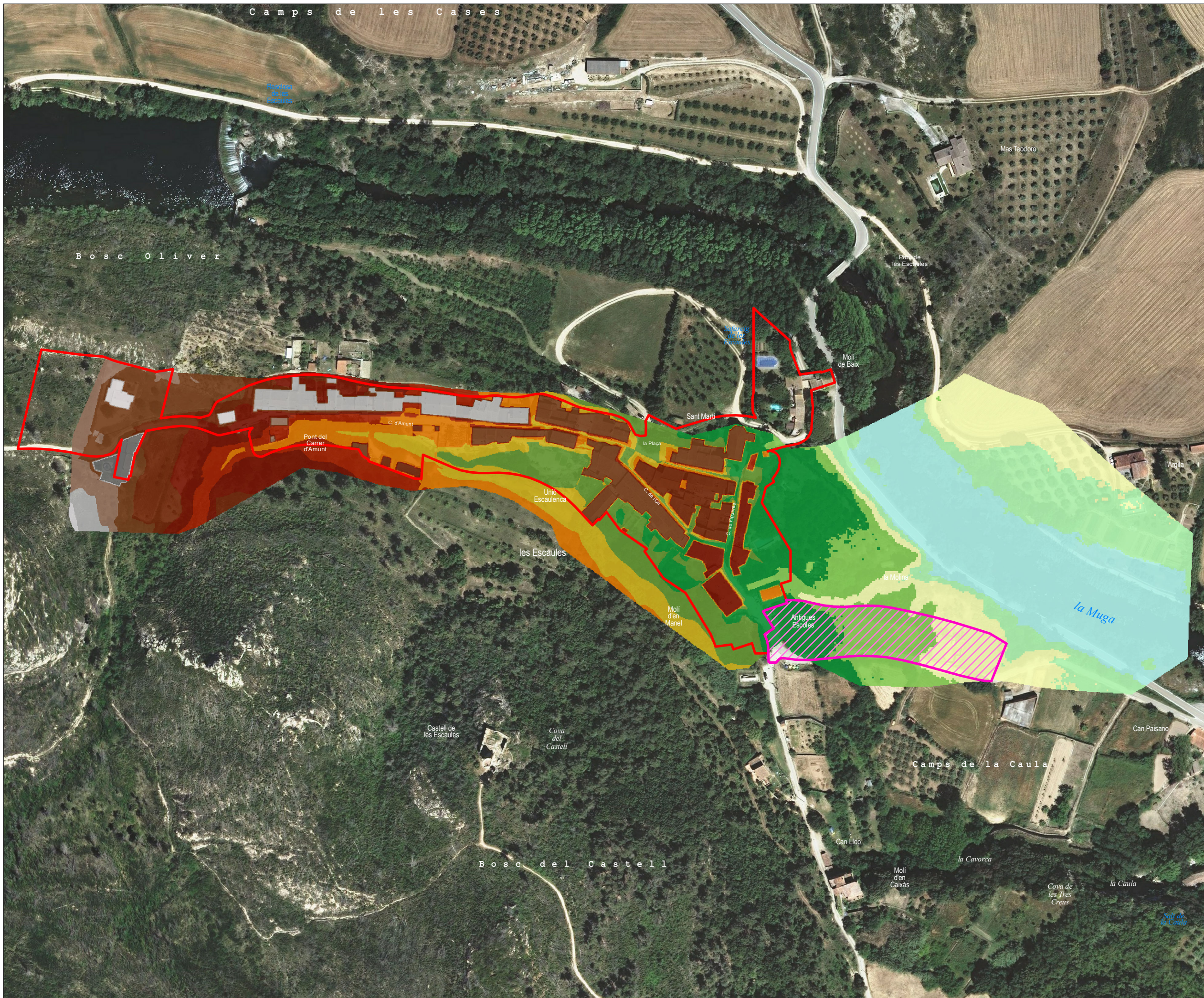
Ppr1



Font:
Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)

**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

DISCRETITZACIÓ DE LA MODELITZACIÓ
(Nucli Boadella d'Empordà)



Llegenda

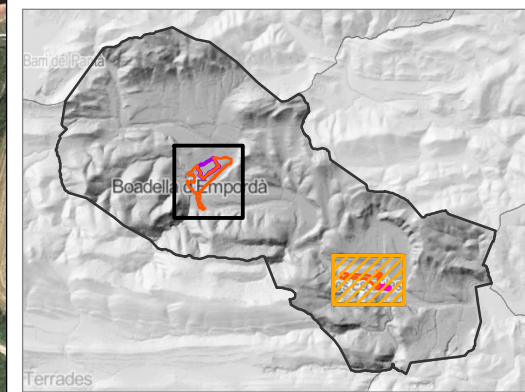
Model d'Elevació del Terreny (m)

- 60.7 - 64m
- 64 - 68m
- 68 - 72m
- 72 - 76m
- 76 - 80m
- 80 - 84m
- 84 - 88m
- 88 - 92m
- 92 - 96m
- 96 - 100m
- 100 - 104m
- 104 - 108m
- 108 - 112m
- 112 - 116m
- 116 - 120m
- 120 - 122.4m

Sòl urbà Consolidat

Sòl Urbà no Consolidat

PAU 1



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)

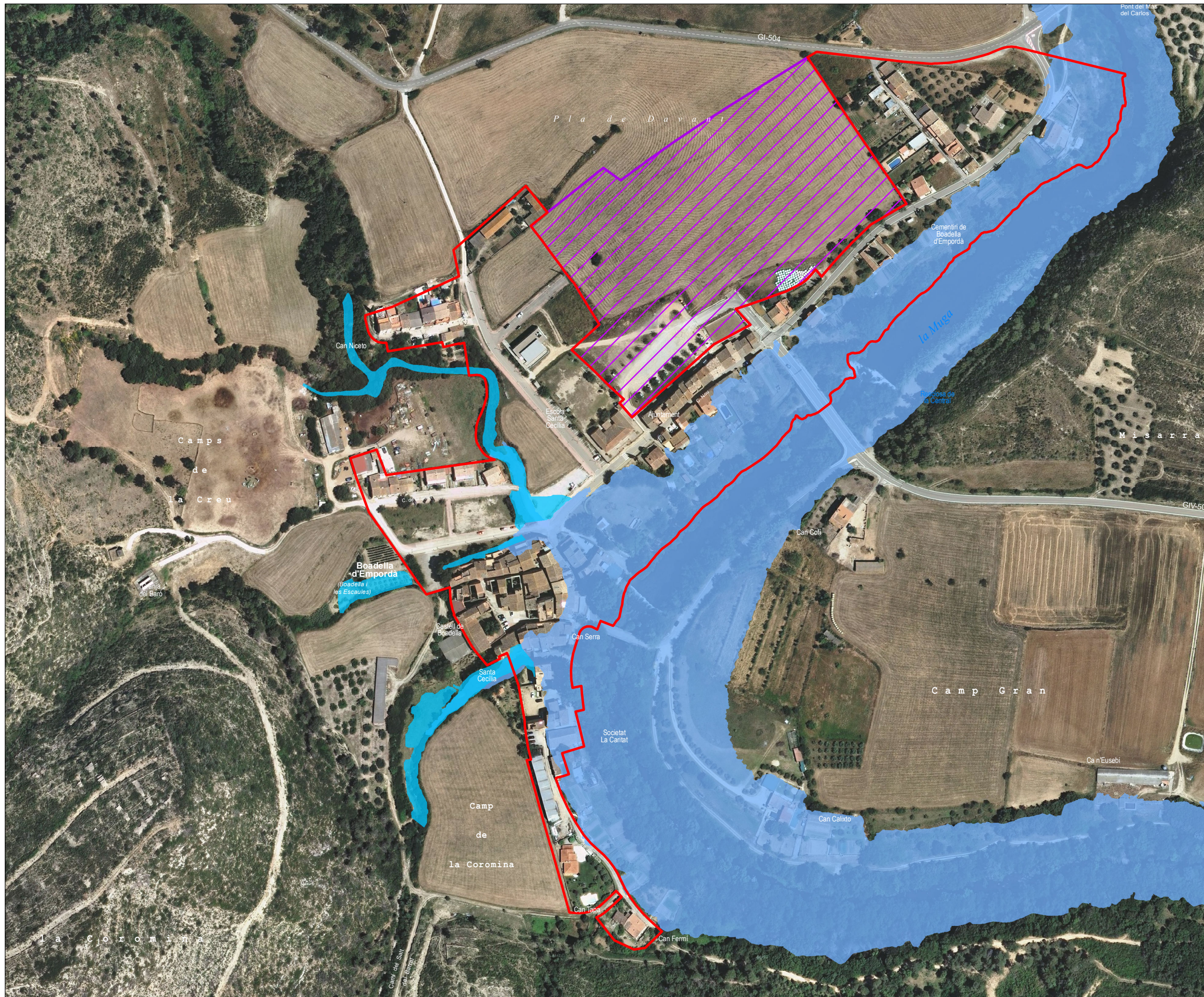
**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

**DISCRETITZACIÓ DE LA MODELITZACIÓ
 (Nucli Les Escaules)**



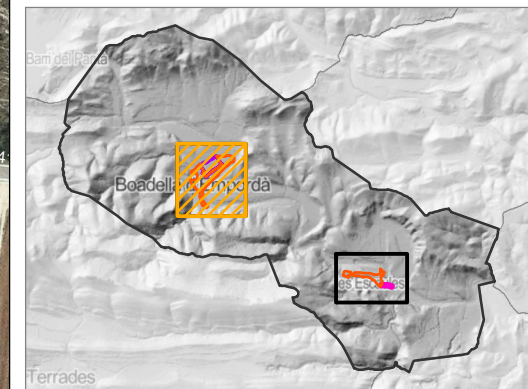
JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legiat 18188





Llegenda

- Cursos fluvials estudiats
- PEF de la Muga
- Sòl urbà Consolidat
- Sòl urbanitzable Ppr1



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)
 PEF de la Muga (ACA)

4.1
1 de 2

BOADELLA I LES ESCALES

**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCALES (ALT EMPORDÀ)**

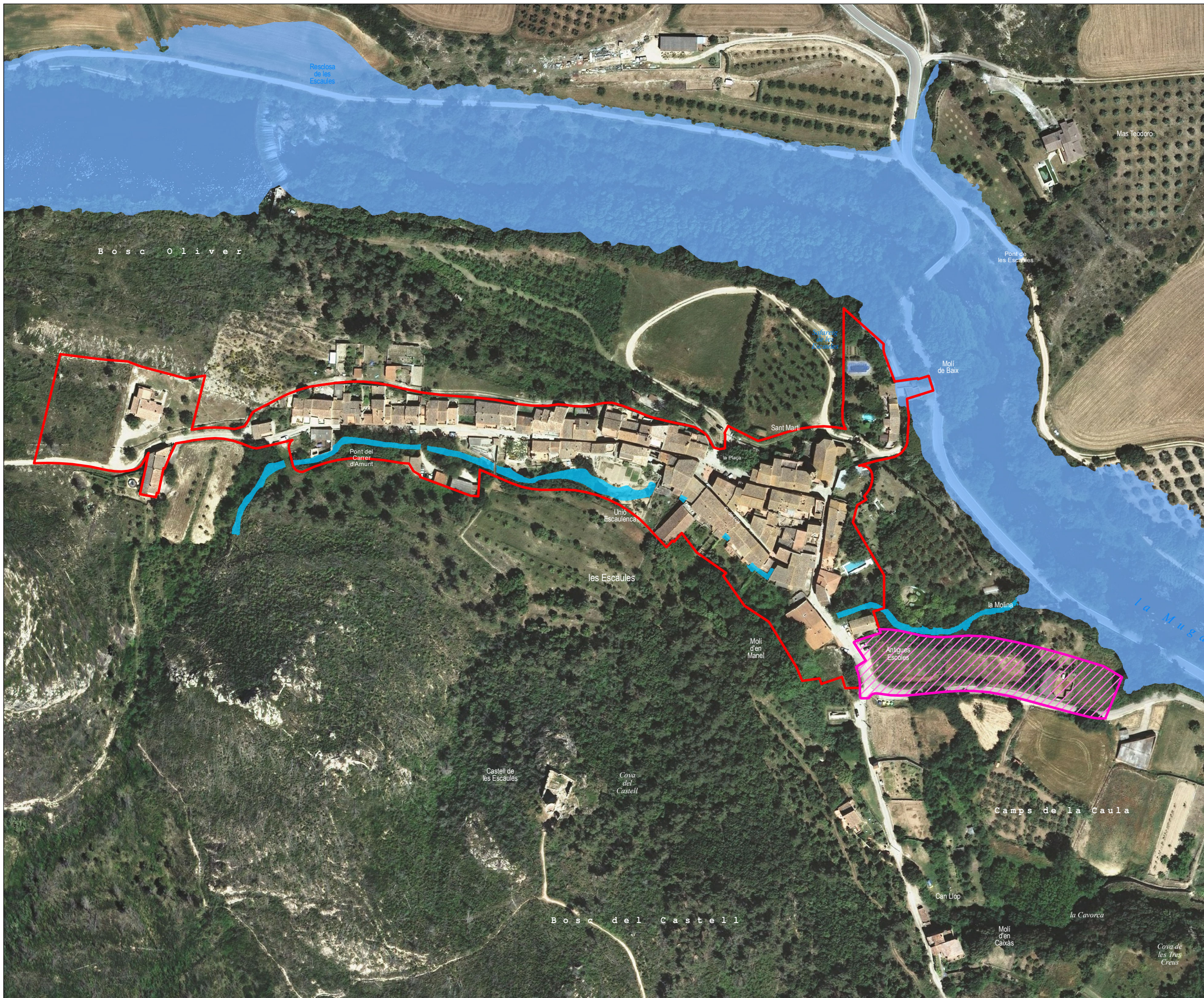
**ZONA INUNDABLE T=100 ANYS
 (Nucli Boadella d'Empordà)**



JOSEP ALEX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legiat 18188



març 2019



Llegenda

Zona inundable T=100anys

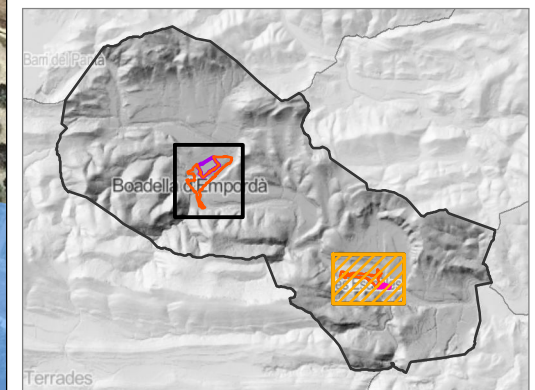
Cursos fluvials estudiats

PEF de la Muga

Sòl urbà Consolidat

Sòl Urbà no Consolidat

PAU 1



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)
 PEF de la Muga (ACA)

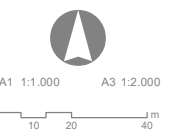


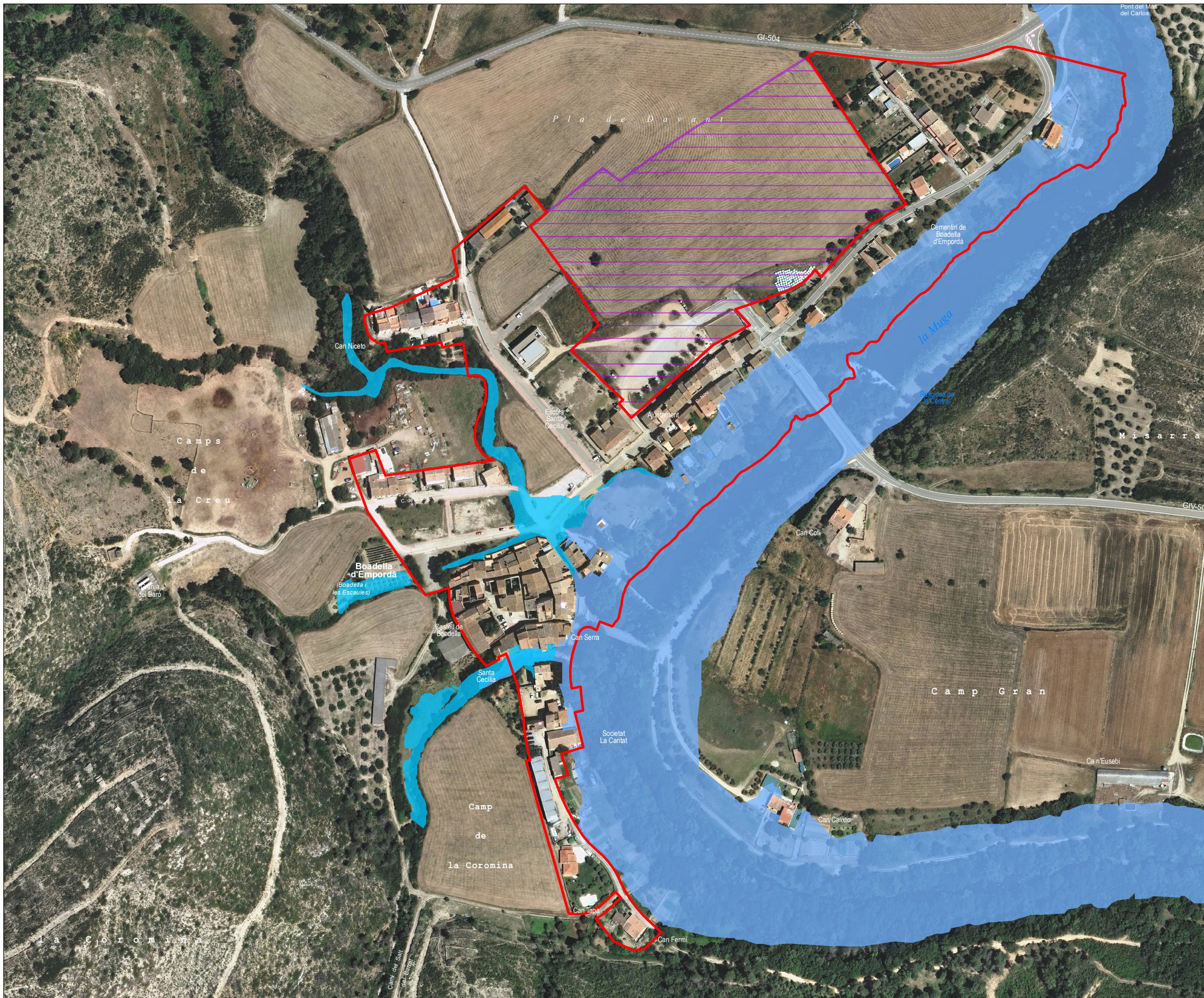
**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

**ZONES INUNDABLES PER A T=100ANYS
 (Nucli Les Escaules)**



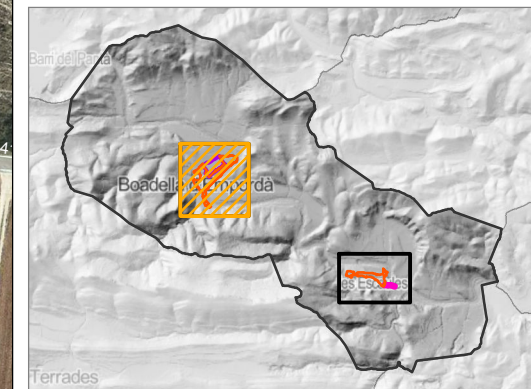
JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legat 18186





Llegenda

- Zona Flux Preferent**
- Cursos fluvials estudiats
- PEF de la Muga
- Sòl urbà Consolidat
- Sòl urbanitzable**
- Ppr1



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)
 PEF de la Muga (ACA)

5.1
1 de 2

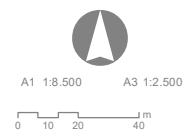


**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

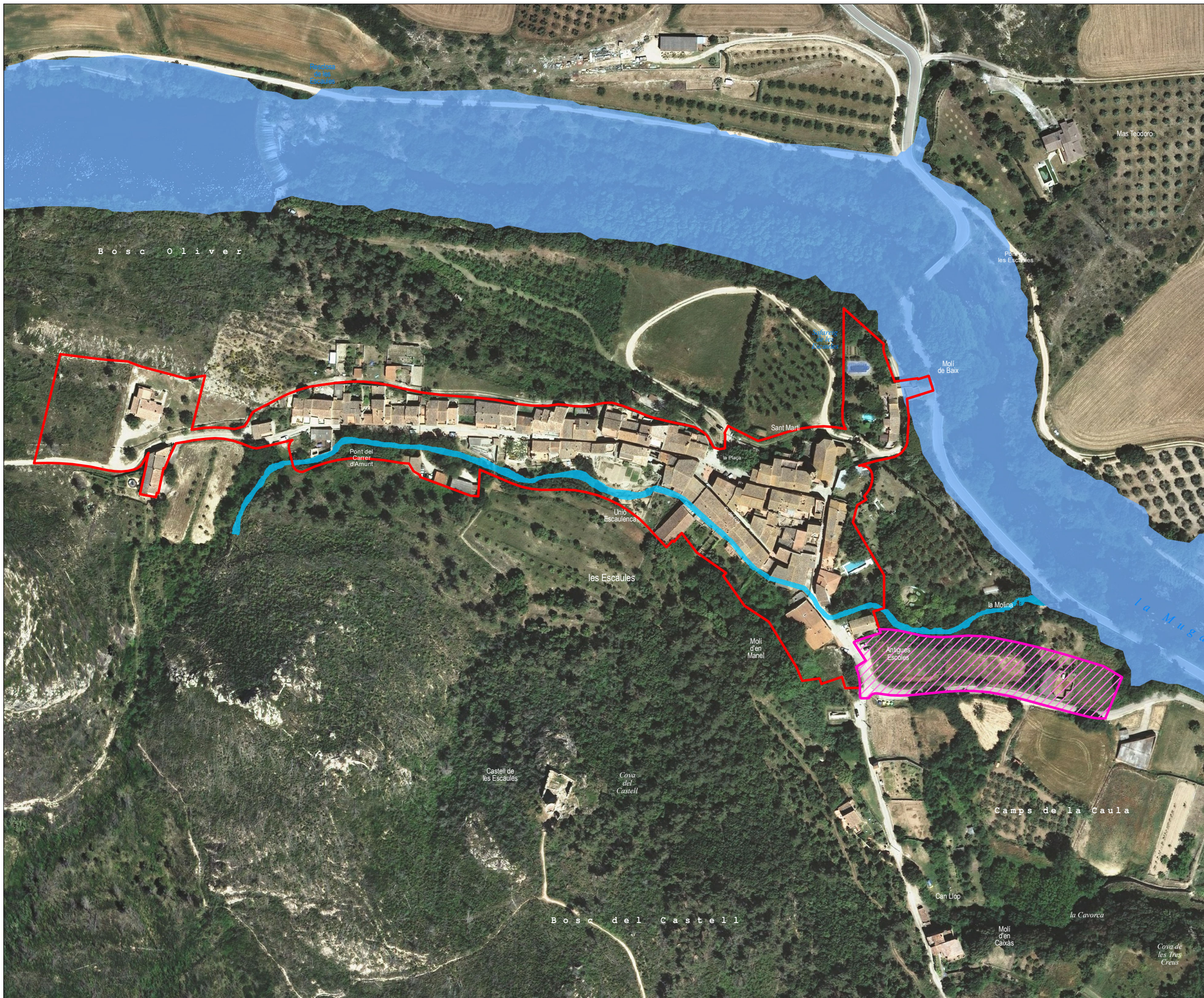
**ZONA DE FLUX PREFERENT
 (Nucli Boadella d'Empordà)**



JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legiat 18188



març 2019



Llegenda

Zona Flux Preferent

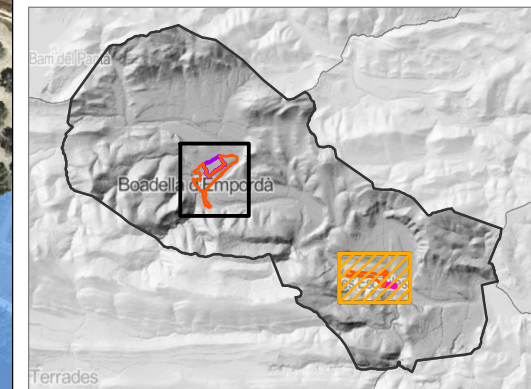
Cursos fluvials estudiats

PEF de la Muga

Sòl urbà Consolidat

Sòl Urbà no Consolidat

PAU 1



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)
 PEF de la Muga (ACA)

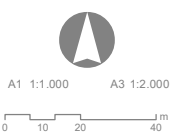


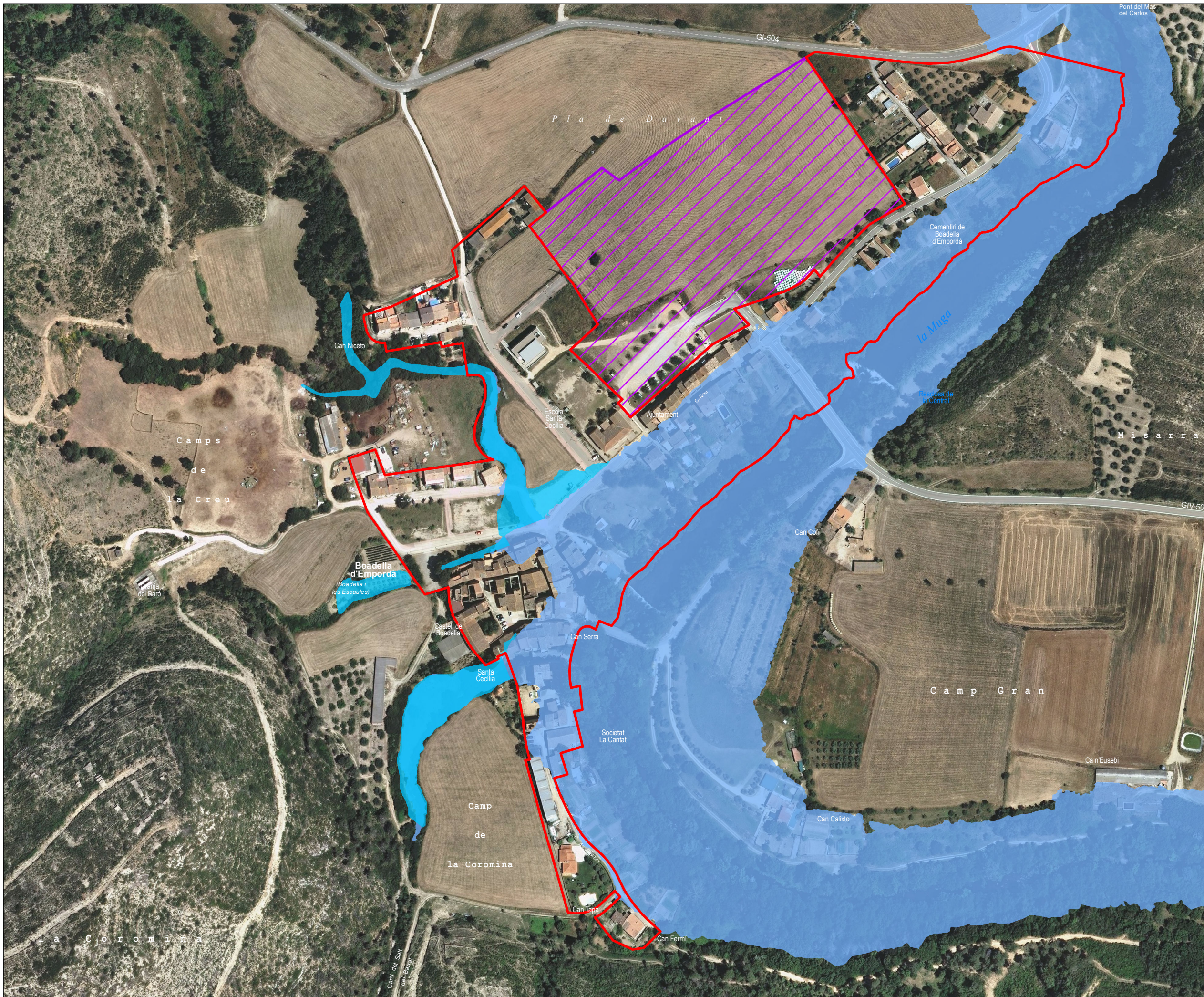
**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

**ZONA DE FLUX PREFERENT
 (Nucli Les Escaules)**

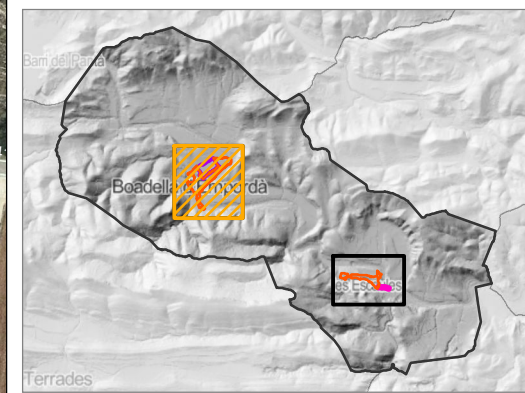


JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legiat 18188





- Llegenda**
- Zona inundable T=500 anys
 - Cursos fluvials estudiats
 - PEF de la Muga
 - Sòl urbà Consolidat
 - Sòl urbanitzable
 - Ppr1



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)
 PEF de la Muga (ACA)

6.1
1 de 2

BOADELLA I LES ESCAULES

**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

**ZONA INUNDABLE T=500 ANYS
 (Nucli Boadella d'Empordà)**

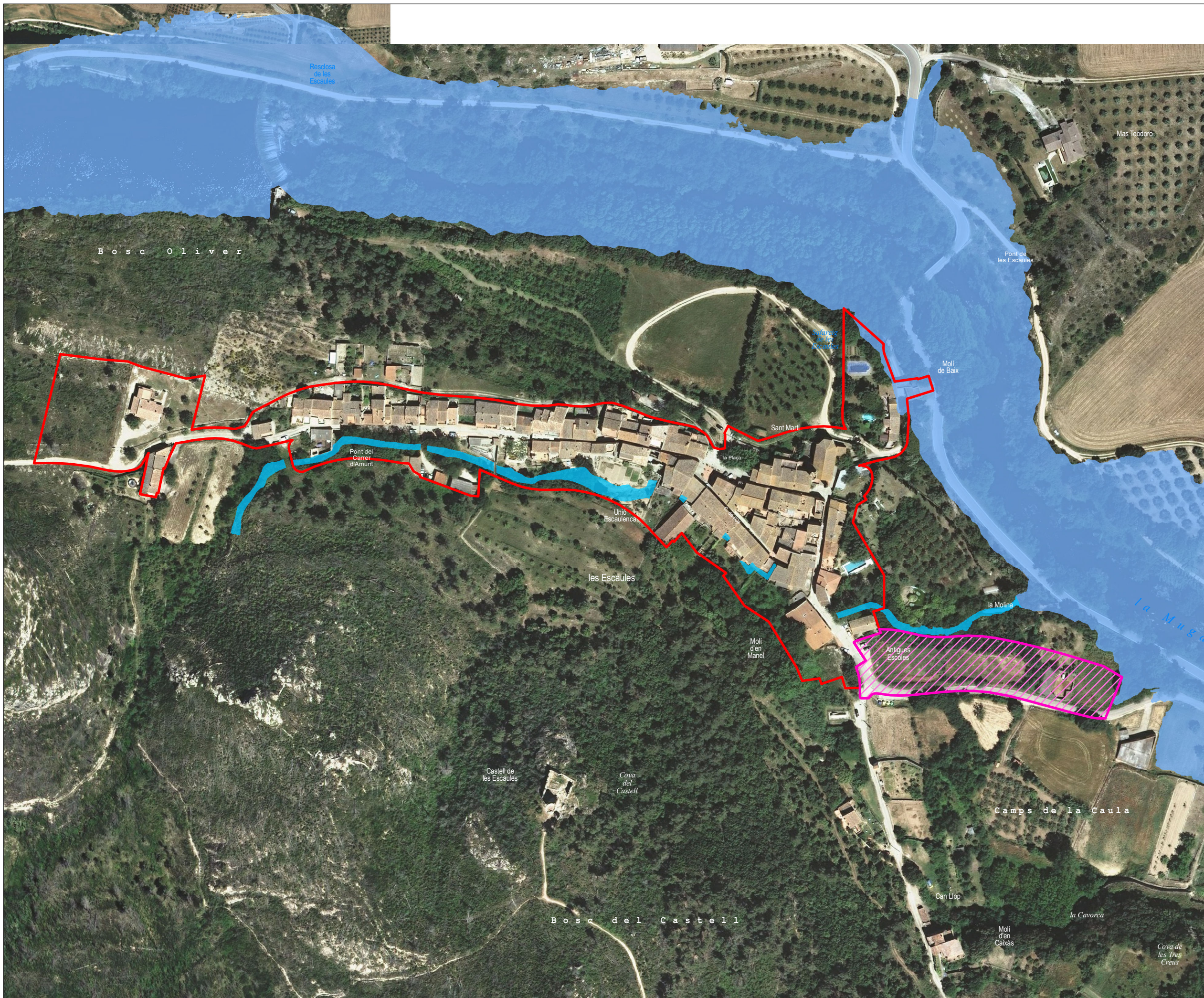
SERPA
 ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL

JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legiat 18188

A1 1:8.500 A3 1:2.500

0 10 20 40 m

març 2019



Llegenda

Zona inundable T=500 anys

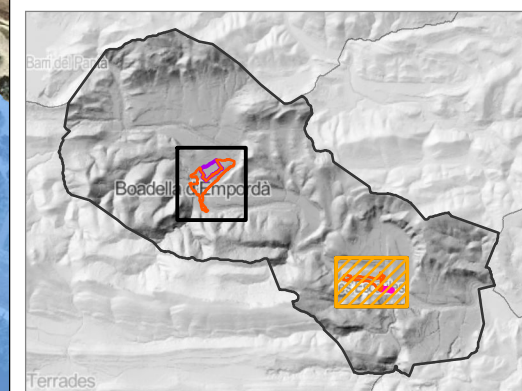
■ Cursos fluvials estudiats

■ PEF de la Muga

■ Sòl urbà Consolidat

■ Sòl Urbà no Consolidat

■ PAU 1



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)
 PEF de la Muga (ACA)

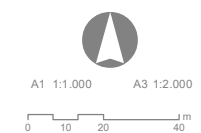


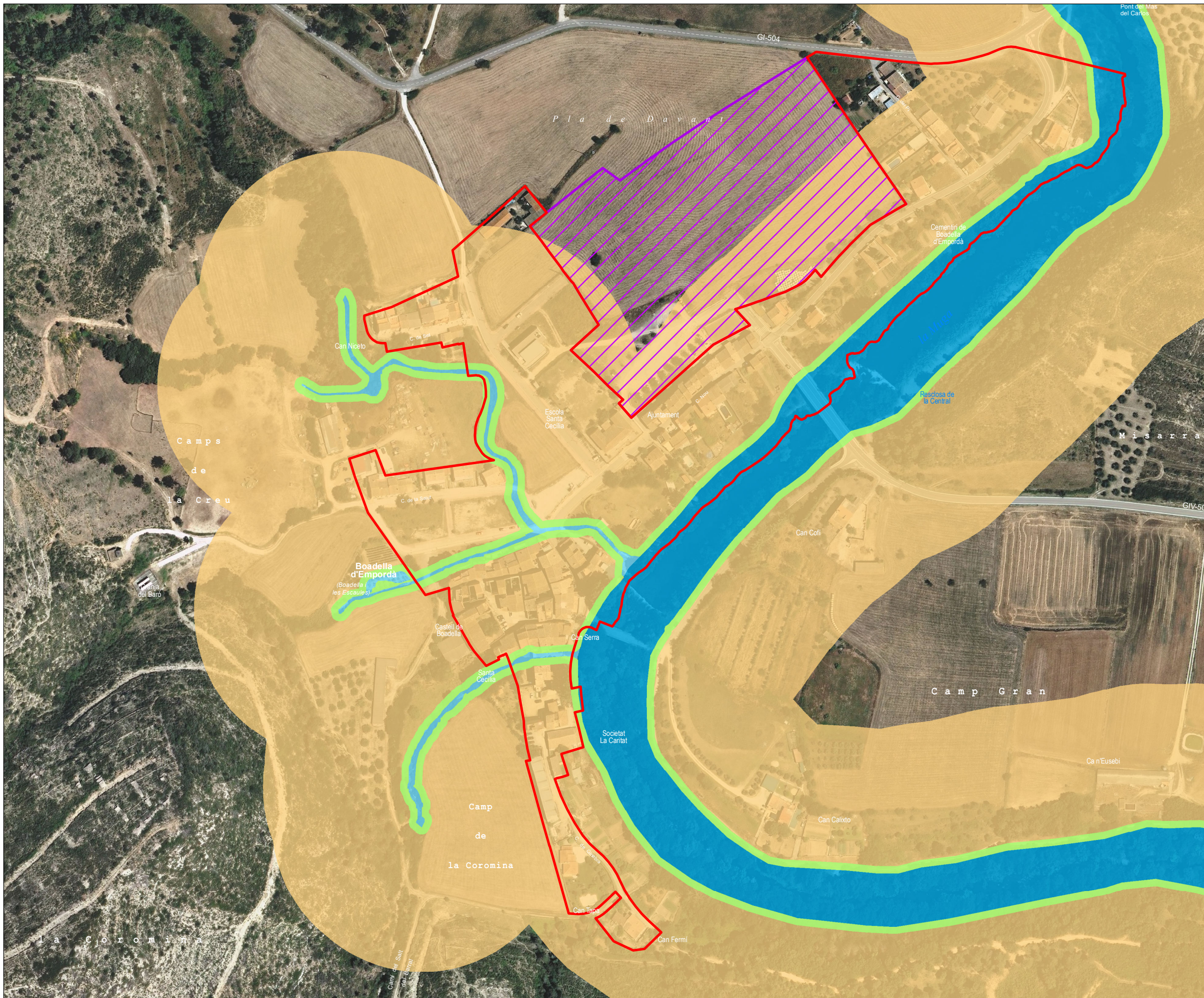
**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

**ZONES INUNDABLES PER A T=500 ANYS
 (Nucli Les Escaules)**

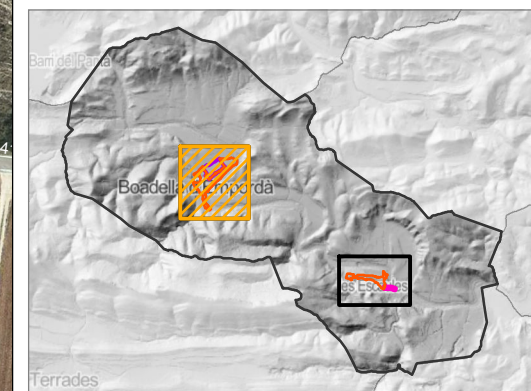


JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legiat 18188





- Llegenda**
- Delimitació Espai Fluvial**
- DPH cartogràfic - Cursos fluvials estudiats
 - DPH - Muga
 - Zona de Servitud (ZS)
 - Zona de Policia (ZP)
- Sòl urbanitzable**
- Sòl urbà Consolidat
 - Sòl urbanitzable Ppr1



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)
 PEF de la Muga (ACA)



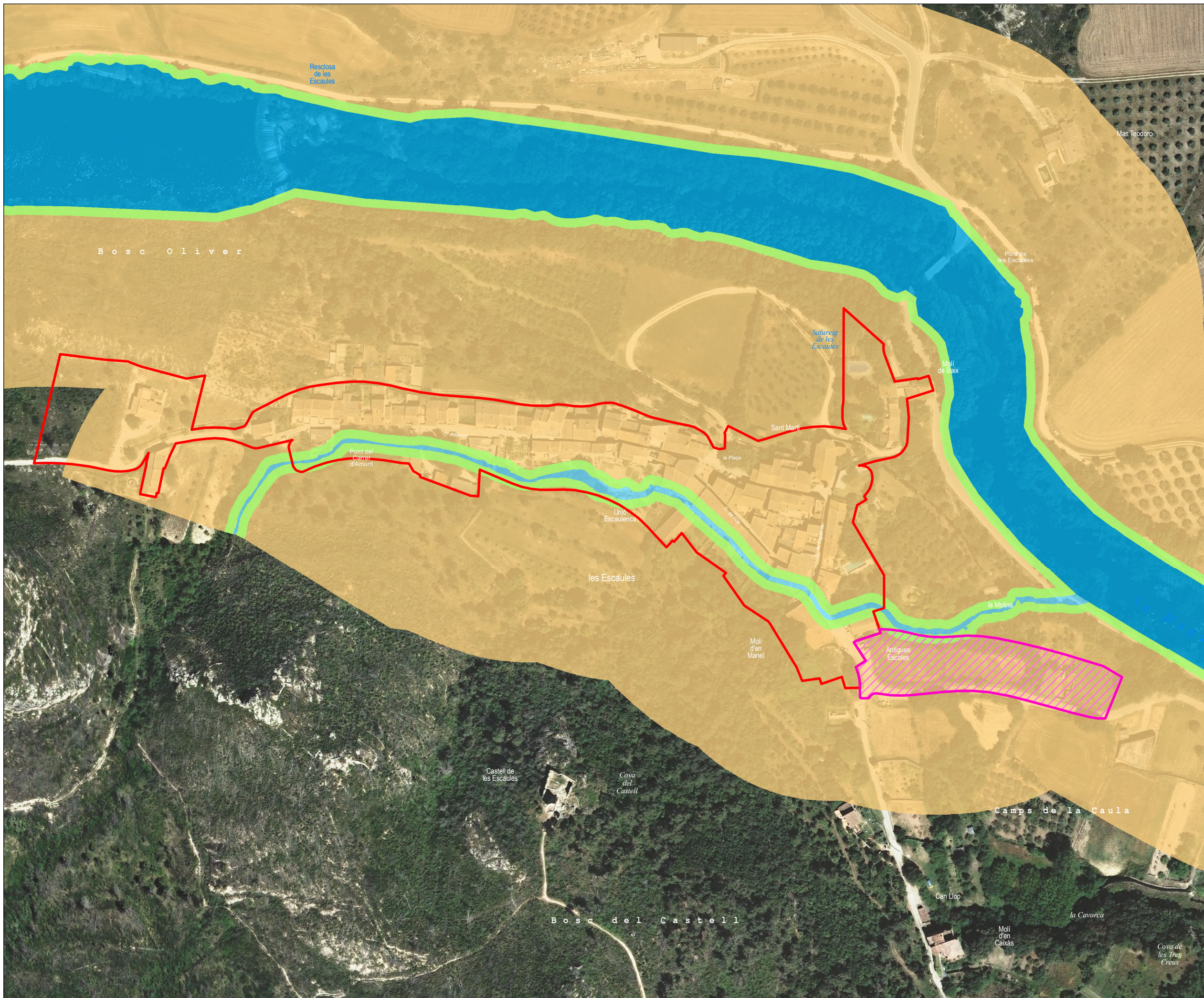
**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

**DELIMITACIÓ DE L'ESPAI FLUVIAL
 (Nucli Boadella d'Empordà)**



JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legiat 18188





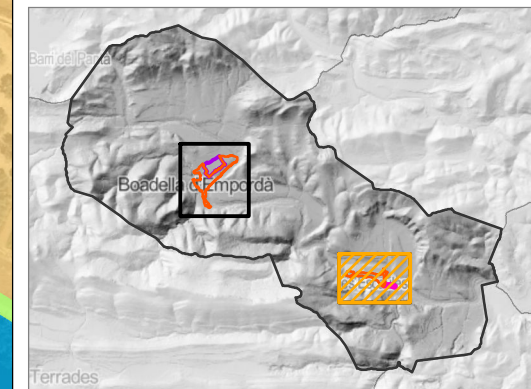
Llegenda

Delimitació Espai Fluvial

- DPH cartografic - Cursos fluvials estudiats
- DPH - Muga
- Zona de Servitud (ZS)
- Zona de Policia (ZP)

Sòl Urbà no Consolidat

- PAU 1
- Sòl urbà Consolidat



Font:
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)
 PEF de la Muga (ACA)



**ESTUDI D'INUNDABILITAT DEL
 POUM DEL MUNICIPI DE BOADELLA
 I LES ESCAULES (ALT EMPORDÀ)**

**DELIMITACIÓ DE L'ESPAI FLUVIAL
 (Nucli Les Escaules)**



JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA
 ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS
 Col·legiat 18188

