



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori, Habitatge
i Transició Ecològica

**Direcció General d'Ordenació
del Territori, Urbanisme
i Arquitectura**

Aprovat inicialment pel Ple
en data 22/06/2026.

**MODIFICACIÓ DE LES NORMES SUBSIDIÀRIES DE TÍRVIA
per a l'adaptació al PDU de RSNS de l'Alt Pirineu i del sistema
d'equipaments**

ANNEXOS



Document per a l'aprovació inicial 2a

Maig 2026

Equip Redactor

Serveis tècnics de la Direcció general d'ordenació del territori urbanisme i arquitectura.

Col·laboradors

Ricard A. Casademont Altimira, Arquitecte.

Alberto Laidler Brezmes, Economista.

Pau Rovira Bonet, Enginyer Agrònom.

MODIFICACIÓ DE LES NORMES SUBSIDIÀRIES DE TÍRVIA PER A L'ADAPTACIÓ AL PDU DE RSNS DE L'ALT PIRINEU

Document per a l'aprovació inicial

Índex del document

Document I MEMÒRIA

Document II NORMATIVA

Document III DOCUMENTACIÓ GRÀFICA

Document IV DOCUMENT INICIAL ESTRATÈGIC / DAE

Document V ESTUDI DE VIABILITAT, RENDIBILITAT I SOSTENIBILITAT ECONÒMICA

Document VI ESTUDI D'INTEGRACIÓ PAISATGÍSTICA

Document VII PARTICIPACIÓ CIUTADANA

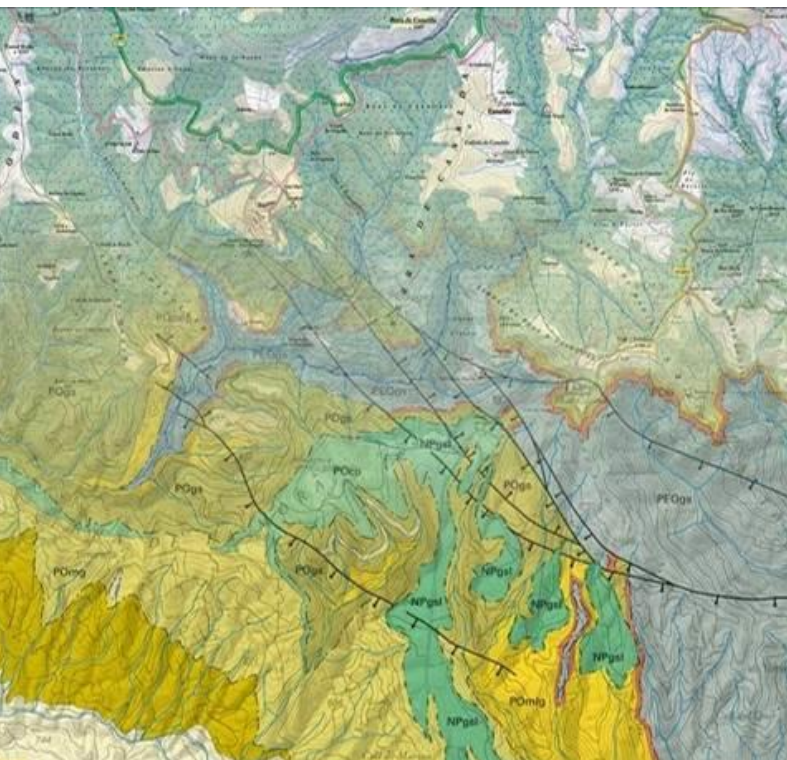
Document VIII ANNEXES

A.1.- Estudi per a la identificació de Riscos Geològics de Tírvia

A.2.- Estudi inundabilitat

A.3.- Certificacions

Document IX DOCUMENT COMPRENSIU



Estudi per a la Identificació de Riscos Geològics de Tírvia (Pallars Sobirà).

Codi: AP-0021/24

Octubre 2024

Contingut

1	Introducció	2
1.1	Objectiu i abast	3
1.2	Antecedents	3
1.3	Marc geològic	4
1.4	Risc Sísmic	9
2	Anàlisi de la perillositat	11
2.1	Tírvia	14
2.2	Terveu	17
3	Conclusions i recomanacions	19

ANNEXOS:

QUADRE RESUM

FITXES DE LES ÀREES

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

PLÀNOLS

1 Introducció

A instàncies de la Subdirecció General d'Estratègies Territorials i Paisatge de la Direcció General d'Ordenació del Territori, Urbanisme i Arquitectura s'ha procedit a la realització de l'Estudi d'Identificació de Riscos Geològics (EIRG) de Tírvia (Pallars Sobirà). L'estudi es realitza en el marc de la Modificació de les Normes Subsidiàries de planejament del municipi i considera els sectors en sòl urbà i urbanitzable dels nuclis de Terveu i Tírvia, delimitats d'acord amb el Mapa Urbanístic de Catalunya (figura 1). Els sectors subjectes a modificació es divideixen en dos àmbits segons les unitats d'actuació AU-1 de Terveu i UA-2 de Tírvia.

Els àmbits d'estudi comprenen, a més, els terrenys municipals que circumden el planejament vigent fins a cobrir els àmbits de creixement urbanístic potencials i d'influència dels fenòmens considerats a l'EIRG i que determinen els àmbits de Terveu i Tírvia (figura 1 i plànol 0).

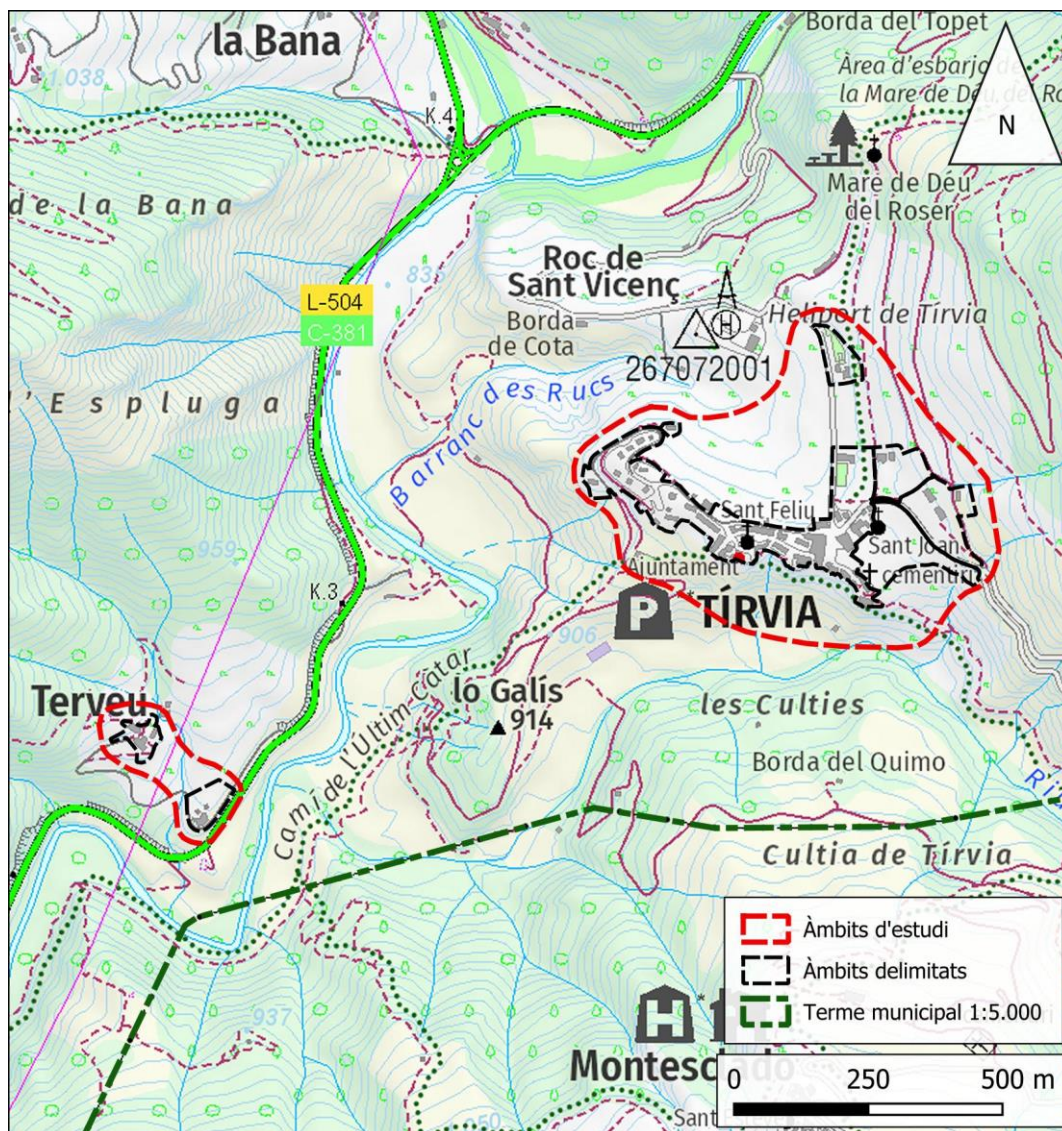


Figura 1. Mapa dels àmbits d'estudi i del planejament vigent (MUC) de Tírvia sobre la base Topogràfica 1:25.000.

1.1 Objectiu i abast

Segons el que estableixen els articles 9 i 51 de la Llei 3/2012, del 22 de febrer, de modificació del text refós de la Llei d'Urbanisme, aprovat pel Decret legislatiu 1/2010, del 3 d'agost, i els articles 5, 59, 69, 72, 84 i 86 del Decret 305/2006 de 18 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei d'Urbanisme, la tramitació i l'aprovació de les figures del planejament urbanístic han d'incorporar informació referent als riscos geològics. És per això que les recomanacions derivades de l'EIRG s'han de traslladar nítidament al planejament.

L'objectiu de l'EIRG és identificar si en les zones delimitades es poden donar situacions de perillositat geològica que, en diferents graus, puguin comprometre el desenvolupament urbanístic del planejament urbanístic de Tírvia. La identificació de les diferents situacions s'ha fet d'acord amb els criteris de la versió de novembre de 2022 de la "Guia per l'elaboració d'Estudis d'Identificació de Riscos Geològics per a urbanisme" de l'ICGC, on es descriuen els següents graus de perillositat:

Àrees sense perillositat geològica: on el risc associat és negligible, el planejament pot incorporar recomanacions generals en referència al terreny adequades a les seves característiques geològiques i geotècniques.

Àrees amb perillositat baixa: on es poden produir situacions de risc que són fàcilment corregibles amb mesures de poca exigència tècnica i econòmicament assumibles. El planejament haurà d'incloure aquestes mesures, ja sigui en aspecte d'urbanització o en aspecte d'edificació.

Àrees amb perillositat mitjana o alta: on es produeixen situacions en les quals cal prevenir el risc adoptant mesures de protecció o correctives d'exigència tècnica i econòmica elevades, molt elevades o inviables. Grau de perillositat equivalent al que la llei anomena risc greu. No és recomanable la seva incorporació al planejament com a sòl urbà o urbanitzable, tret que s'aportin estudis detallats i projectes que justifiquin que el risc se situa a un nivell baix després de la seva correcció.

1.2 Antecedents

L'octubre de 2002, l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) va dur a terme el "Dictamen preliminar de perillositat geològica als sectors de desenvolupament urbà del municipi de Tírvia (Pallars Sobirà)" (ICC.AR-0134/02). A Tírvia, l'estudi va identificar indicis de caigudes en els talussos de la zona de la Verneda i del sector de la Comella que assignaren un grau de perillositat baix-moderat i on es va recomanar mantenir una franja de seguretat i / o mesures de protecció. A la resta de sectors es va assignar una perillositat baixa per la possibilitat de

despreniments i de fenòmens puntuals d'erosió i soscavació a la carruga de Farro i als barrancs des Rucs i de Terveu, i es dictaminaren unes recomanacions.

Posteriorment, l'any 2017, l'ICGC va redactar la “Nota tècnica de la visita realitzada al talús sobre la cruïlla entre la carretera de Tírvia i L-510, Tírvia (Pallars Sobirà)” (ICGC.AP-0040/17) pel perill de desprendiments d'un vessant de la cruïlla entre L-510 i la carretera de Tírvia on, a més, s'ubicava una torre elèctrica amb afectacions. Davant dels indicis de caiguda, es va recomanar desplaçar la torre a un altre punt del vessant.

Durant el 2019, l'ICGC va realitzar “l'EIRG en l'àmbit del PDU-RSNS Alt Pirineu” (ICGC.AP-0031/19) i, posteriorment, “l'Ampliació de l'EIRG del PDU-RSNS Alt Pirineu” (ICGC.AP-0065/19). A Tírvia, els informes van identificar una perillositat baixa per torrents en materials susceptibles d'erosió al sector de la Borda d'en Jordi (25221-Tírvia-UA2) i sense risc geològic aparent per absència d'indicis o processos de fenòmens als sectors de les Hortes (25221-1PPU), de lo Trillar (25221-2PPU), i de la Banera (25221-Tírvia-UA3). A Terveu, es va descriure una perillositat baixa per proximitat a cons de dejecció i per indicis de petits desprendiments al límit est amb possibilitat d'afectació a la carretera L-504 (25221-Terveu-UA1). Als sectors sense risc geològic no es feien recomanacions específiques, més enllà de recomanacions generals. Per contra, als de perillositat baixa s'encomanava fer EIRG que dictaminessin la necessitat de mesures preventives.

Finalment, l'abril de 2020 es va realitzar la “Nota tècnica sobre les esquerdes de la carretera de Tírvia (Pallars Sobirà)” (ICGC, AP-0068/20) per unes esquerdes a la carretera de Tírvia. L'informe va concloure que les esquerdes eren compatibles amb un moviment de massa generat en un dipòsit quaternari associat a un lliscament molt antic que podria haver estat parcialment reactivat pel soscavament del peu, per part de la Noguera de Vallferrera.

1.3 Marc geològic

El municipi de Tírvia se situa en un entorn geomorfològic dominat per la confluència de la vall de la Noguera de Cardós i de la Noguera de Vallferrera, concretament comprèn el tram sud de la vall de Cardós, és a dir, la confluència d'aquesta amb la Vallferrera i la Coma de Burg. El relleu físic, que forma part del Pirineu Central, mostra uns relleus relativament més suaus a la part sud i més engorjats a les valls del nord (figura 1 i figura 2).

El municipi limita a nord amb els cims dels rocs dels Malls (1.615 msnm) i de Sant Miquel, a l'oest amb els pics de l'Orri (1.436 msnm), el Turó Alt (1.416 msnm) i de Vallalta (1.422 msnm), a sud amb el barranc de Riberies i la borda del Quimo, i a est amb serrat del Farro i el Dai (1.550 msnm) (fotografia 1).

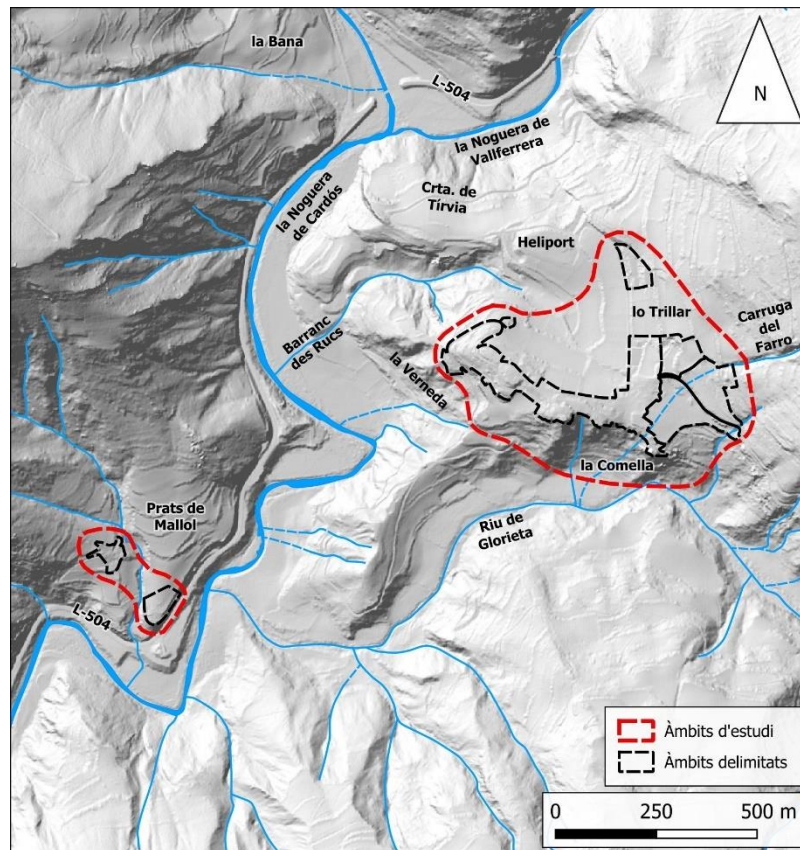
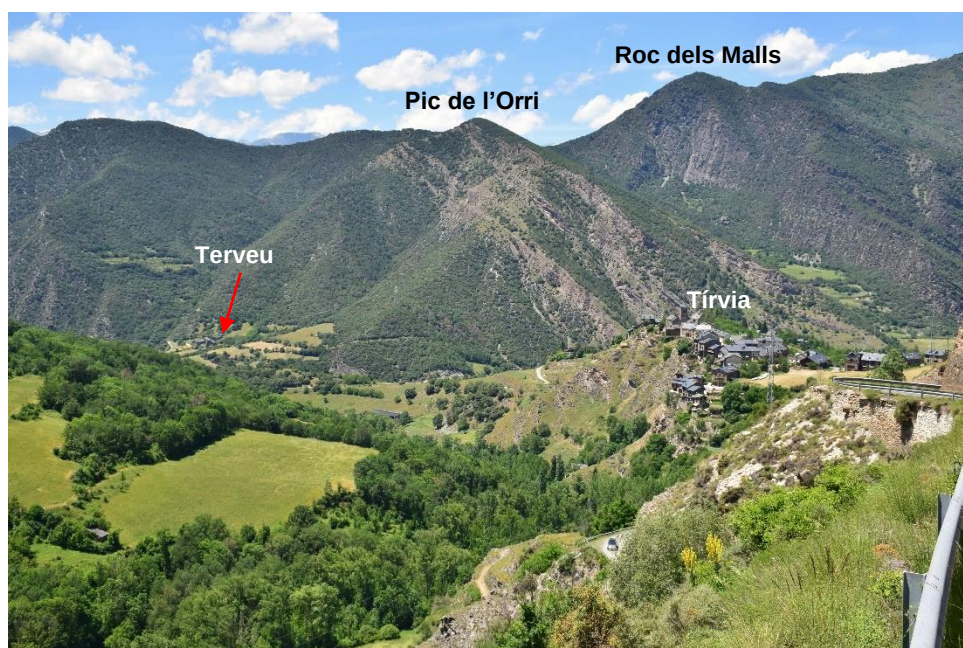


Figura 2: Model digital del terreny 2 x 2 m, on es pot apreciar la xarxa fluvial (blau), dels àmbits i entorn.



Fotografia 1: Vista d'una part dels àmbits de Terveu i Tírvia, des del camí de Tírvia a Montesclado, on es poden observar els relleus que vorellen l'àmbit d'estudi.

El punt més elevat en els àmbits d'estudi es situa a l'est de la borda de Jordi, entre lo Trillar i la carruga del Farro a una cota d'uns 1025 m i el més baix, a la zona de la carretera L-504 ubicada entre Terveu i la Noguera de Cardós, a una cota de més de 835 m (Fotografia 2 i figura 2). L'àmbit de Tírvia és bastant planer amb pendents de suaus a moderats (5 - 20°), tret de l'àrea de la Comella on els pendents són elevats (> 30°), fins a arribar a assolir valors molt verticals en algunes parts del vessant (fotografia 1, fotografia 2 i figura 3).

Els àmbits tenen una xarxa hidrològica controlada per la Noguera de Cardós (figura 2). El municipi s'emplaça on el riu Lladorre (o Noguera de Cardós), que brolla a les comes de Brotae i Certescan (vall Ferrera), i la Noguera de Vallferrera, que neix al circ d'origen glacial de Baiau, conflueixen. A ambdós marges de la Noguera de Cardós, que creua el terme de Nord a Sud, hi ha un seguit de rius, torrents secundaris i rasses de direcció E-O que drenen el municipi.

En el marge esquerre, els principals afluents del Lladorre són el barranc des Rucs i el riu de Glorieta, que limita el Sud de l'àmbit de Tírvia i desemboca a la Noguera de Cardós a l'altura de Terveu. En el marge dret, tot i que no són tan importants, destaca el torrent innominat que creua l'àmbit de Terveu (figura 2). La resta són clots i barrancs de limitada extensió i règim estacionari (funcionen en episodis de pluges intenses i en els períodes de desgel).



Fotografia 2: Panoràmica del nucli de Tírvia, realitzada des de l'àmbit de Terveu, on s'observa la verticalitat dels vessants de la Comella, la Verneda, del vessant junt a la borda de Jordi, i de la carruga de Farro.

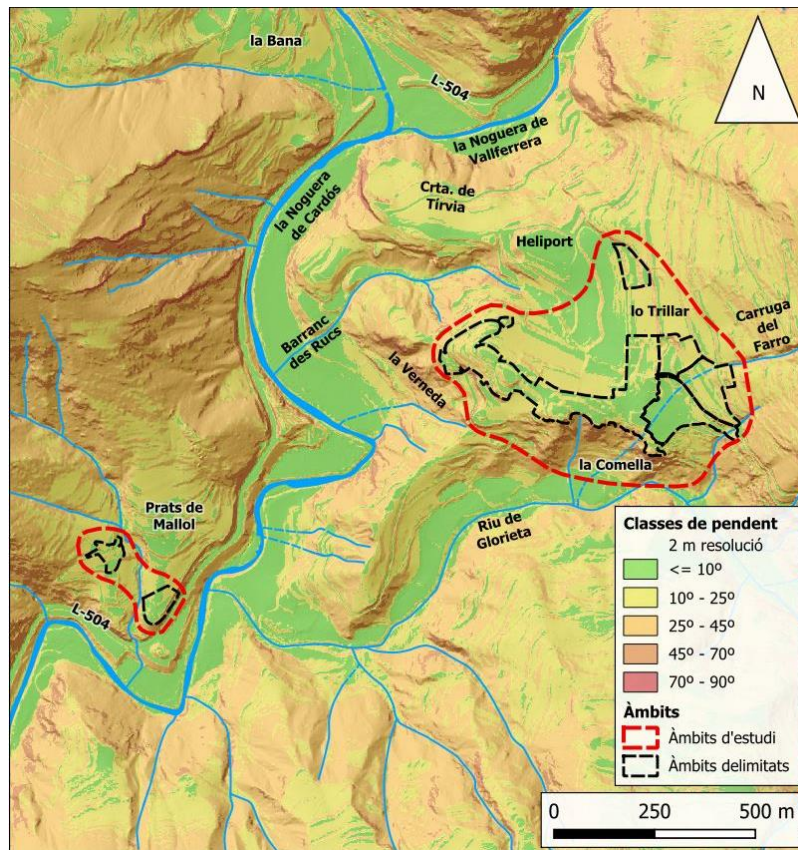


Figura 3: Mapa de pendents dels àmbits i entorn de Tírvia i Terveu.

Des del punt de vista geològic, els àmbits d'estudi s'emporten sobre la part central del sinclinal de Llavorsí, un dels elements estructurals hercinians característics de la Zona Axial del Sistema Pirinenc. Aquest sinclinal és un gran plec amb vergència sud i orientació ONO-ESE amb un nucli format per materials pissarrencs i calcaris d'edat devoniana (figura 4).

El basament axial està format per materials del Paleozoic, concretament del període Devonià, que es troben parcialment recoberts en els fons de vall per sediments quaternaris, sobretot per dipòsits al·luvials de la Noguera de Cardós i afluents principals, però també per dipòsits de vessant i d'origen glacial.

Els materials paleozoics constitueixen part del flanc nord del sinclinal de Llavorsí i estan formats de base a sostre per roques sedimentàries del Devonià inferior i mitjà, separades per contactes concordants (figura 4): calcàries de la formació Baciver (*Dcn2*); pissarres fosques i algunes intercalacions de calcàries de la formació Fontjanina (*Dpf*); calcàries noduloses rogenques de la formació Manyanet (*Dcr*); i pissarres de la formació Vilaller (*Dpb*). Les unitats geològiques i els epígrafs indicats al text corresponen als del Mapa Geològic de Catalunya a escala 1:50.000 (figura 4).

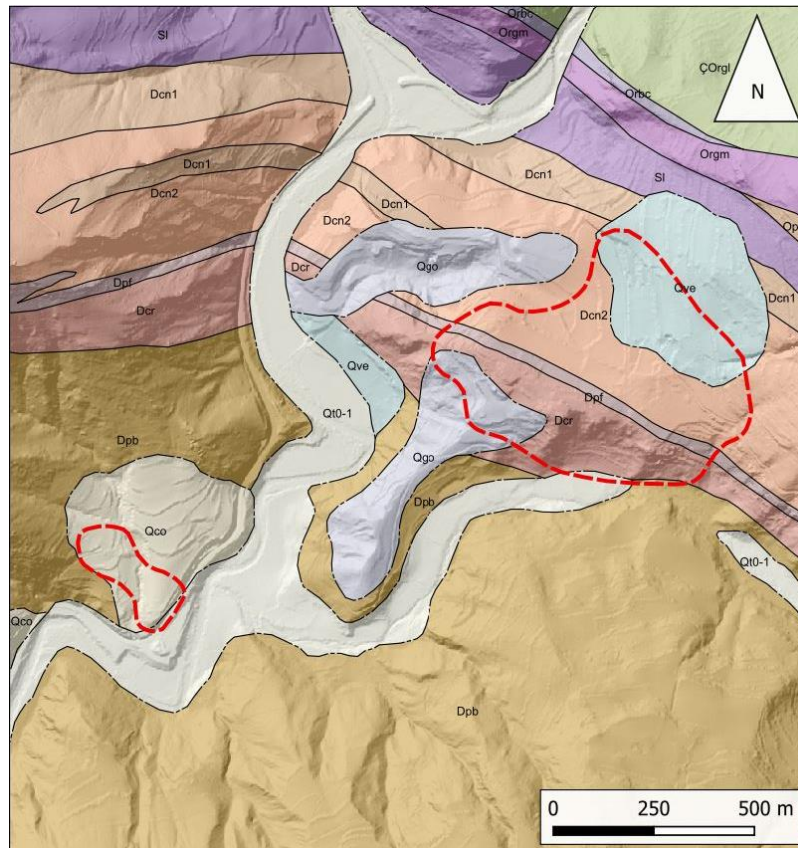
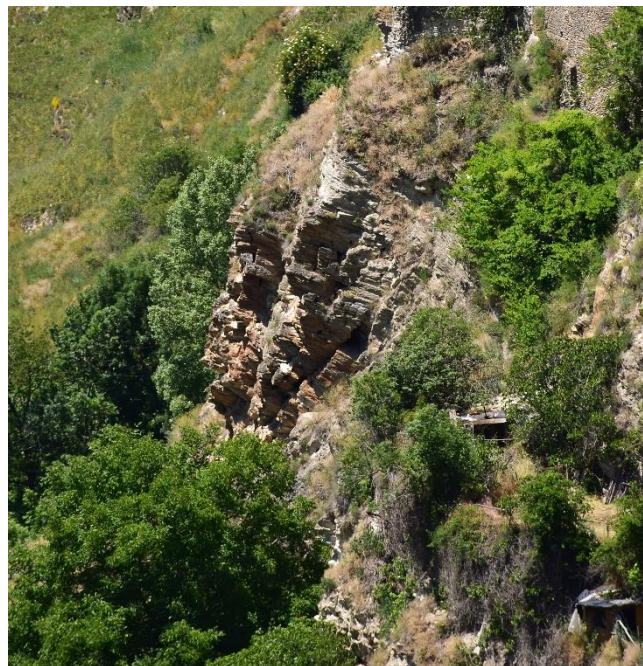


Figura 4: Mapa geològic de Catalunya a escala 1:50.000, de l'ICGC. Els epígrafs indicats al text corresponen a aquest mapa. La línia discontinua de color vermell assenyala els àmbits d'estudi.



Fotografia 3: Imatge on es poden observar les característiques de la formació Manyanet (unitat Dcr) present al vessant de la Comella.

Els materials sedimentaris discordants del Quaternari, d'escassa extensió a l'àmbit d'estudi de Tírvia, abasten tot l'àmbit de Terveu. A Tírvia estan formats per dipòsits d'obturació glacial, del Plistocè, i blocs i graves corresponents a vessant d'esbaldregalls de l'Holocè. A Terveu, si situen dipòsits col·luvials d'argiles amb còdols angulosos dispersos i, al fons de vall principal, les graves, sorres i llims de l'Holocè més recent i que conformen el llit actual, la plana d'inundació ordinària, i la terrassa més baixa (0-2 m) de la Noguera de Cardós. Al Mapa Geològic a escala 1:50.000 aquestes unitats estan respectivament representades pels epígrafs, *Qgo*, *Qve* i *Qco Qt0-1* (figura 4).

1.4 Risc Sísmic

El terme municipal de Tírvia està exposat a un risc sísmic d'intensitat **VII-VIII** de l'escala de MSK, segons el Mapa de zones sísmiques considerant l'efecte del sòl, elaborat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) l'any 2001 (figura 5). Aquest mapa valora la perillositat sísmica a escala municipal atès l'efecte del sòl sobre el qual se situa el nucli urbà de cada municipi, segons una classificació geotècnica elaborada per l'ICGC.

D'acord amb el registre d'epicentres instrumentals (1977-2019) i macrosísmics (percebut per la població al llarg de la història, 880 a. de C.-2019) del visualitzador [Geoíndex - Sismologia](#) de l'ICGC, el municipi de Tírvia s'ubica en una zona pirinenca amb una activitat sísmica moderada, ja que es té coneixement de terratrèmols recents i històrics detectats en l'entorn proper.

En un radi de 10 km, destaquen tres terratrèmols històrics amb un valor d'intensitat epicentral igual o superior a 4,0 i succeïts al municipi de Rialp: els de 18/11/1916 i 28/02/1975, amb valors d'intensitat epicentral de 4,0 (IV); i el de 16 de setembre de 1915, al Serrat de Matanegra, amb un grau de percepció de 5,0. A partir de 1977 es detecten nombrosos sismes instrumentals amb valors de magnitud iguals o superiors a 2,0, essent el de magnitud superior el sisme del 6 d'agost de 1978 al sud d'Alins, amb una magnitud de 3,1. Dintre dels límits municipals es destaca l'instrumental del 06/09/1993 de magnitud 2,3, ocorregut a l'oest de Terveu sense danys.

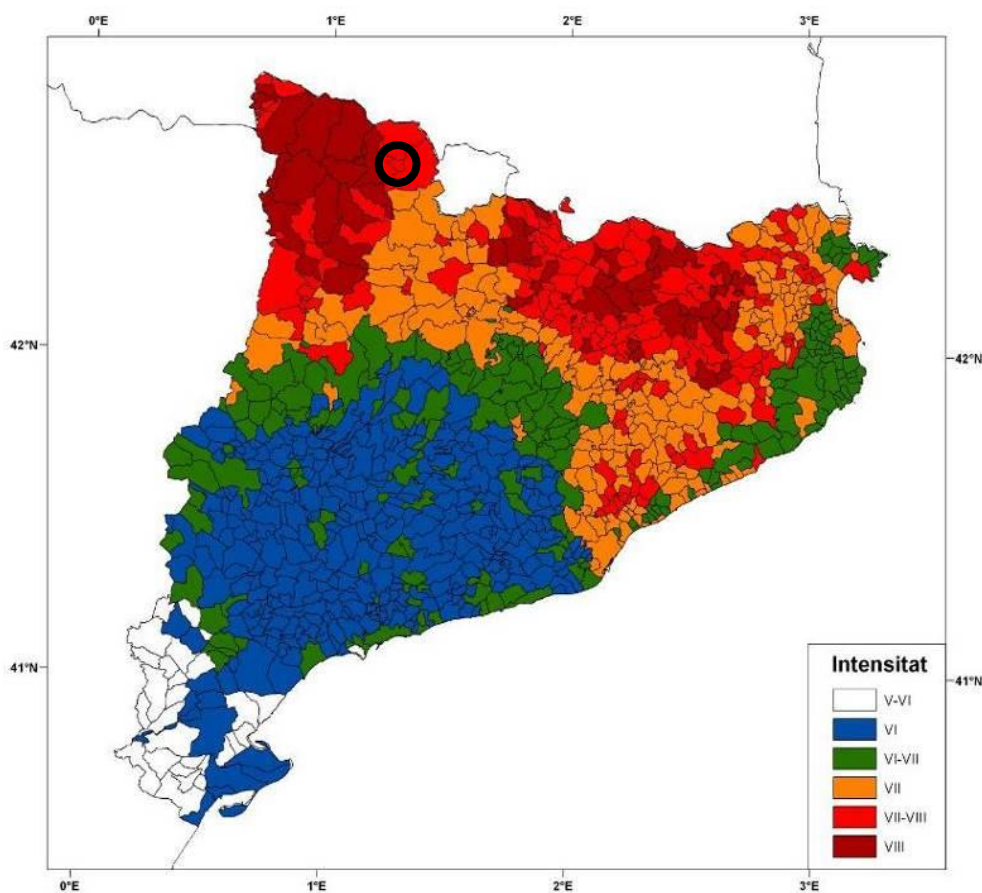


Figura 5: Mapa de zones sísmiques de Catalunya considerant l'efecte del sòl (ICC, 2001). El cercle negre assenyalava el municipi de Tírvia.

La norma sismoresistent d'aplicació general i d'edificació NCSE-02 de l'11 d'octubre de 2002 obliga al compliment d'una sèrie de normes de construcció d'edificis per tal d'evitar els danys sísmics. Segons aquesta norma, els paràmetres que cal considerar són l'acceleració sísmica bàsica a_b/g i el coeficient de contribució K que pel municipi de Tírvia són els que assenyalen a la taula 1.

Taula 1: Valors d'acceleració sísmica bàsica i coeficient de contribució assignats per la Norma Sismoresistent Espanyola (NCSE-02).

Acceleració sísmica bàsica a_b/g	Coeficient de contribució K
0,05	1,0

2 Anàlisi de la perillositat

L'anàlisi de la perillositat s'ha fet a partir de la informació de riscos geològics disponible, de l'anàlisi geomorfològica i del reconeixement de camp per identificar processos o indicis de processos geològics actius susceptibles de generar situacions de risc, d'acord amb els criteris de la versió de novembre de 2022 de la "Guia per l'elaboració d'Estudis d'Identificació de Riscos Geològics per a urbanisme" de l'ICGC.

En l'anàlisi documental s'ha realitzat una revisió del fons documental disponible en els arxius i bases de dades de l'ICGC, destacant el catàleg d'incidències (REIGCAT) i la base de dades d'esllavissades (LLISCAT). L'anàlisi geomorfològica s'ha acomplert a partir de cartografies topogràfiques i geològiques, d'imatges aèries (des de 1945), i de mapes d'elevacions i pendents (derivats de dades LiDAR de 2 m de resolució), disponibles a l'ICGC. L'objectiu és complementar i revisar la informació documental, a més d'identificar nous esdeveniments, indicis i característiques dels fenòmens. Finalment, durant el reconeixement de camp es revisa, contrasta i complementa la informació anterior.

S'ha constatat l'existència d'indis de desprendiments als àmbits de Terveu i Tírvia, i de lliscaments a Tírvia, de manera que l'anàlisi ha contemplat la **perillositat per desprendiments i lliscaments**.

D'altra banda, fora dels àmbits, però dintre del municipi, amb l'anàlisi geomorfològica del model digital del terreny i de les imatges aèries s'ha identificat una morfologia que podria correspondre a un lliscament molt antic (de l'ordre de milers d'anys) de grans dimensions (0,35 km²), que inclouria els camps de Can Teix i de la Bana (figura 6). Donada l'antiguitat i que no es coneixen indicis d'activitat, no s'ha considerat que pugui haver-hi reactivacions per causes naturals, però cal tenir en compte que els materials que el formen són menys cohesius que abans del moviment i en conseqüència més susceptibles al desenvolupament de lliscaments en pendents moderats o elevats (25°-35°).

També, es té constància de l'existència d'esquerdes a la carretera de Tírvia des dels aiguats del 1982, quan les riuades van erosionar els dipòsits quaternaris del marge est del meandre de la Noguera de Vallferrera, a la base del vessant i sota la carretera. L'any 2020 arran de l'aparició de noves esquerdes l'ICGC (ICGC.AP-0068/20) va determinar que molt probablement la patologia de la carretera té l'origen en la ubicació al damunt d'un dipòsit d'un antic lliscament parcialment reactivat per soscavament del peu (figura 7).

Amb tot, són fenòmens que es troben fora dels àmbits d'estudi i que afecten materials diferents, i que serveixen per veure l'activitat antecedent al municipi de Tírvia.



Fotografia 4: Vista dels camps de la Bana des de Tírvia, on es pot apreciar la morfologia del dipòsit del gran lliscament detectat per criteris geomorfològics. La fletxa vermella indica la direcció del lliscament.

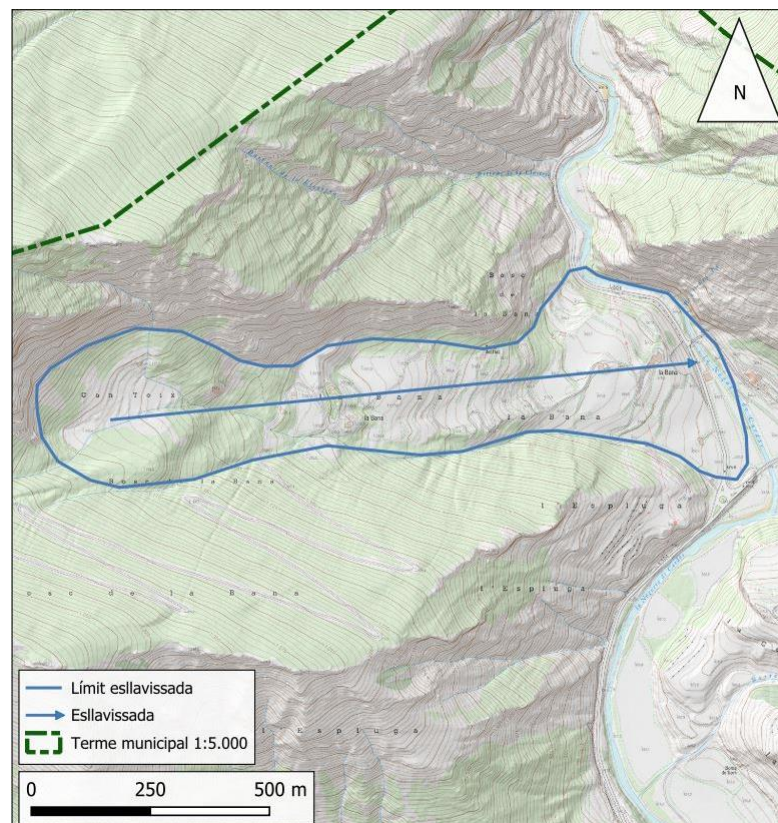


Figura 6: Lliscament molt antic de grans dimensions, de l'ordre de milers d'anys, identificat per criteris geomorfològics al vessant dels camps de Can Teix i de la Bana. A la fotografia 4 s'observa la part central i part de la baixa del dipòsit.

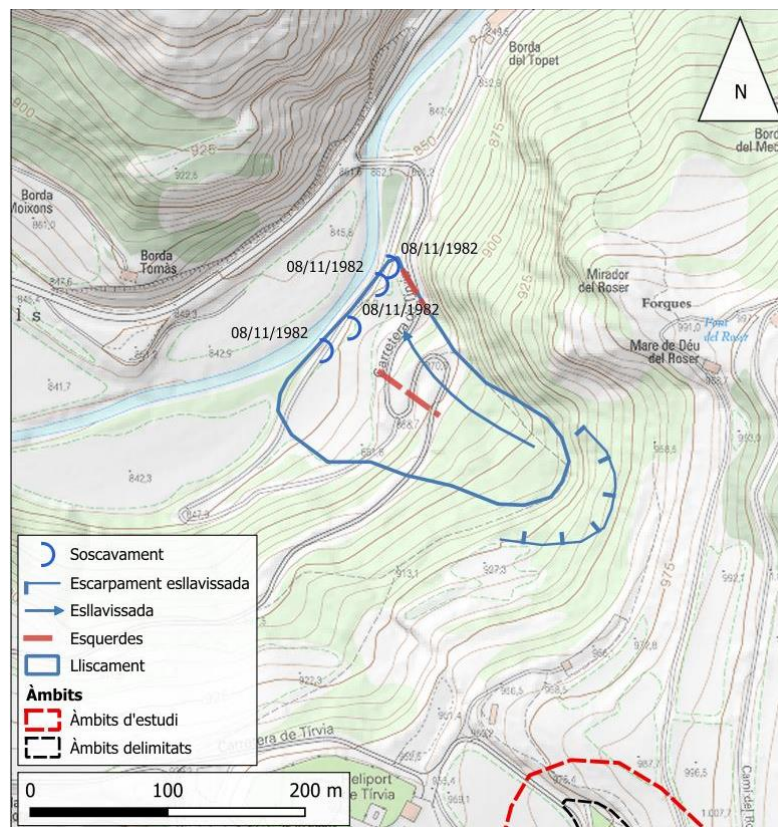


Figura 7: Lliscament trobat a partir de les esquerdes sorgides l'any 2020 a la carretera de Tírvia (ICGC.AP-0068/20).

No s'ha considerat la perillositat per fluxos torrencial als àmbits d'estudi, ja que no es coneixen antecedents i els cursos fluvials són d'escassa entitat per generar-ne. Encara que fora dels àmbits, en les observacions en les fotografies aèries dels anys 1945 i 1982 s'han vist dipòsits de con de dejecció a la desembocadura del riu de Glorieta.

No s'ha considerat la perillositat per esfondraments, ja que no es coneixen antecedents, tampoc a l'arxiu de l'ICGC, i no s'han detectat indicis en les observacions amb fotografia aèria i sobre el camp. A més, no hi ha materials potencialment susceptibles, tals com sals o guixos, de generar enfonsaments (p. ex., col·lapses).

S'ha descartat la perillositat per allaus, per què els àmbits es troben clarament allunyats de les zones d'allaus, tal com s'observa a la [Base de Dades d'Allaus de Catalunya](#).

No s'han detectat indicis de rebliments antròpics o d'altres **problemàtiques geotècniques** en el reconeixement de camp. Ara bé, atesa l'activitat antròpica en els àmbits, no es pot descartar l'existència d'algun reblert de poca entitat.

2.1 Tírvia

El nord i centre de l'àmbit de Tírvia presenta uns pendents de baixos a moderats (5° - 15°), generalment inferiors als 10° , que no són favorables a esllavissades. Per contra, al sud i sud-oest els desnivells són més elevats (20 - 40°) i localment poden accentuar-se ($>45^{\circ}$) (figura 3), afavorint el desenvolupament de lliscaments i desprendiments en funció de la seva litologia i disposició.

Les unitats paleozoiques *Dcn2*, *Dpf* i *Dcr* (figura 4) amb alternances de materials calcaris i pissarrosos amb diferents cimentacions i granulometria es troben plegades i fracturades i, per tant, en funció dels pendents o de l'orientació dels estrats es poden produir desprendiments de roques. En el cas de les formacions quaternàries que són majoritàriament lutítiques (*Qgo* i *Qve*) i es troben disposades sobre el Paleozoic, poden ser susceptibles als lliscaments en pendents moderats.

2.1.1 Lliscaments

Al límit est de l'àmbit, entre el pic de Torrós i el marge esquerre del barranc des Rucs, prop de la carretera de Tírvia a Terveu, s'ha observat un vessant amb importants incisions produïdes per l'acció erosiva de l'aigua i que són indicatiu d'un gran lliscament d'edat molt antiga el peu del qual arriba al barranc des Rucs (figura 8). Tot i que no s'han observat moviments recents i el límit del lliscament se situa a uns 30 m de l'àmbit delimitat, la progressió de l'escarpament per degradació del terreny podria causar danys als terrenys ubicats entre la carretera i l'escarpament, condicionant un potencial desenvolupament del planejament.

Atesa la possibilitat de lliscaments de fins a magnitud alta (M4) amb una freqüència baixa, **s'ha considerat una perillositat mitjana per lliscaments a l'àrea A** (plànol 1), que comprèn els terrenys ubicats entre la carretera de Tírvia a Terveu i el barranc des Rucs.

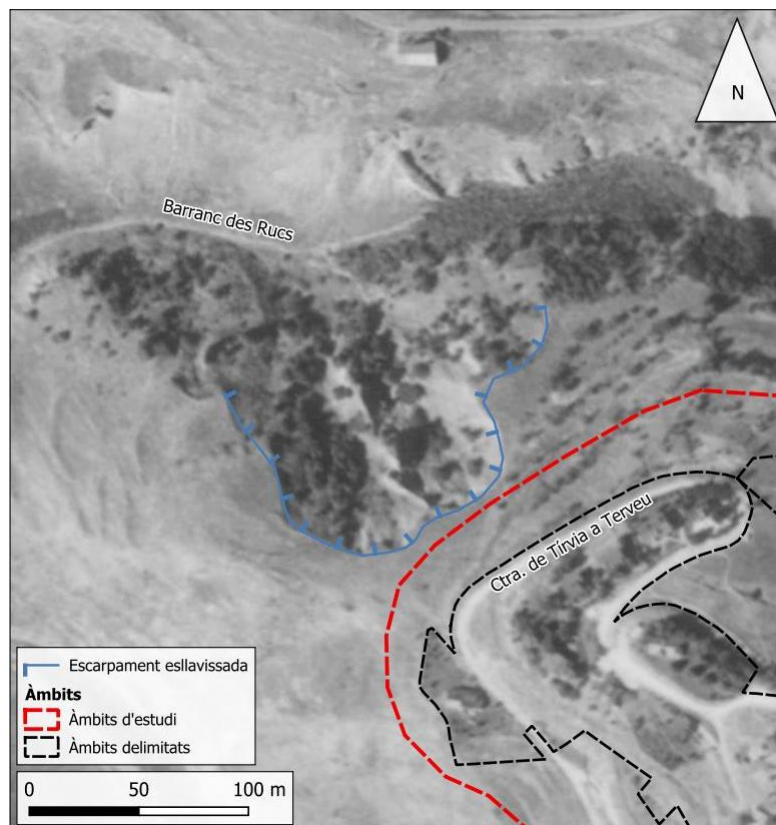


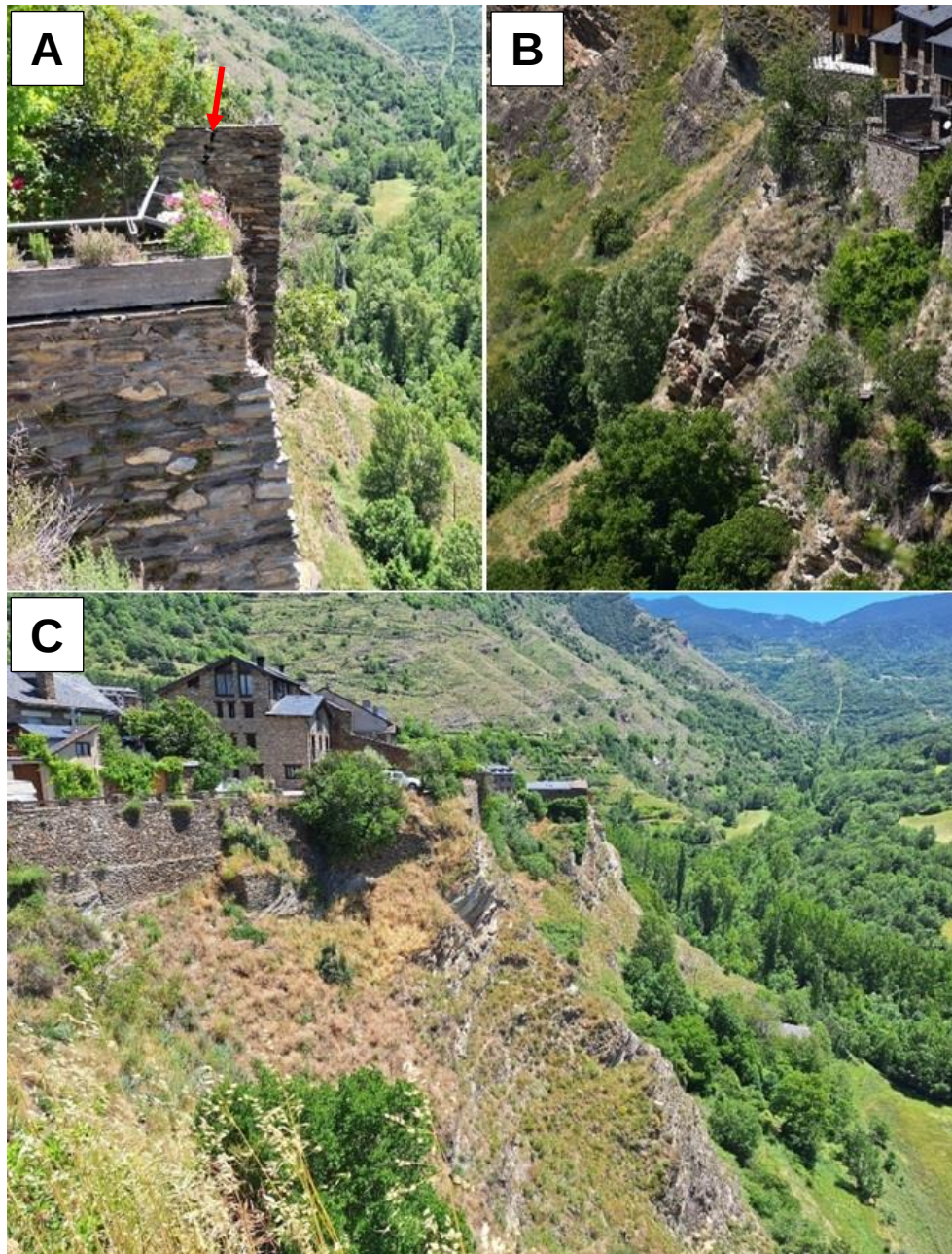
Figura 8: Lliscament d'edat molt antiga on es pot observar l'escarpament i erosions sobre l'ortoimatge de setembre de 1988.

A la resta de l'àmbit, els pendents són baixos o moderats, i no es té coneixement d'antecedents ni s'han observat indicis de lliscaments que indiquin una perillositat a considerar. Amb tot, a la part oest de l'àmbit, tocant als terrenys de lo Trillar, de la Borda d'en Jordi i la carruga del Farro, no es poden descartar petits lliscaments associats a la formació quaternària Qve en indrets on els vessants puguin ser modificats antròpicament, o fenòmens puntuals d'erosió relacionats amb l'escorrentiu de la carruga del Farro.

2.1.2 Despreniments

Al límit sud de l'àmbit es troba el vessant de la Comella, format per fil·lites i pissarres de la formació Manyanet (unitat Dcr) amb pendents molt verticalitzats ($> 45^\circ$) i un desnivell d'uns 90 m (fotografia 5). S'hi han observat nombrosos indicis, com cicatrius de despreniments (fotografia 5B), sobreploms i masses de roca de més d' 1 m^3 individualitzades per diàclasis a favor del pendent (fotografia 5C). Per tant, no es descarta que puguin generar-se caigudes puntuals de blocs de fins a mida mètrica ($\geq 1 \text{ m}^3$).

Atesa la possibilitat de caiguda de blocs de magnitud baixa (M2) amb una freqüència mitjana, **s'ha considerat una perillositat baixa per despreniments a l'àrea B** que engloba el vessant de la Comella (plànol 2).



Fotografia 5: Imatges del vessant de la Comella. (A) Detall de l'esquerda observada en un mur antròpic del nucli de Tírvia. (B) Blocs de fil·lites molt fracturats i individualitzats. (C) Vista general de la part oest del vessant de la Comella, on es poden observar alguns blocs en posició metaestable.

Al vessant de la Verneda, s'han detectat indicis de petits despreniments al talús de la carretera de Tírvia a Terveu que voreja el límit O-SO de l'àmbit (fotografia 6). Tot i que no s'han observat caigudes recents, la inspecció de camp ha revelat la presència de blocs individualitzats i de cicatrius recents. A més, els pendents del vessant que superen els 45° junt amb la marcada foliació de les fil·lites (unitat *Dcr*, figura 4) indiquen que podrien donar-se despreniments capaços d'arribar a la carretera.

Atesa la possibilitat de desprendiments de magnitud molt baixa (M1) amb una freqüència mitjana, **s'ha considerat una perillositat baixa per desprendiments a l'àrea C** que inclou part del vessant de la Verneda (plànol 2).



Fotografia 6: Vista d'un tram del vessant de la Verneda, on es poden observar algunes cicatrius de desprendiments recents (fletxes vermelles).

2.2 Terveu

El basament paleozoic està format per pissarres (unitat *Dpb*, figura 4) que es troben plegades i foliades i que, per tant, són favorables als desprendiments. A més, la formació quaternària (*Qco*), de còdols i lutites, també pot ser susceptible en pendents moderats.

L'àmbit de Terveu té uns pendents moderats de fins a uns 15° que són poc favorables a generar lliscaments (figura 3). Això no obstant, en alguns indrets com els marges del torrent i desmunts, on els desnivells són elevats ($> 45^\circ$) poden ser propensos a generar desprendiments.

2.2.1 Desprendiments

Durant el reconeixement de camp, s'han observat indicis de desprendiments de fins a mida decimètrica al talús d'origen antròpic situat junt la carretera L-504 (figura 3). El talús té uns 10 m de desnivell i uns pendents molt verticalitzats, propers als 90° , fet que pot afavorir la generació de desprendiments. S'ha notat que les caigudes són molt freqüents tal com indiquen les nombroses caigudes i dipòsits d'acumulació del peu del talús. Aquestes caigudes afecten la cuneta de la carretera i no es pot descartar que puguin afectar la mateixa L-504.

Als marges del torrent que localment poden ser superiors als 45° es podrien donar desprendiments de molt baixa magnitud.

Atesa la possibilitat de desprendiments de magnitud molt baixa (M1) amb una freqüència alta, **s'ha considerat una perillositat baixa per desprendiments a l'àrea D** que inclou el marge del torrent i el talús de la carretera L-504 (plànol 3).



Fotografia 7: Vista del talús de la carretera L-504, a la base del qual es veuen dipòsits d'acumulació de petites caigudes.

3 Conclusions i recomanacions

L'anàlisi de la perillositat ha permès identificar l'existència d'àrees amb perillositats mitjanes per lliscaments i baixes per desprendiments als àmbits de Tírvia i Terveu. Cal assenyalar però, que les perillositats descrites tenen una afectació marginal i limitada en els sectors urbans i urbanitzables.

A l'àrea A (plànol 1), entre la carretera de Tírvia a Terveu i el marge esquerre del barranc des Rucs, s'ha considerat una **perillositat mitjana per lliscaments** per la possibilitat de fenòmens de magnitud mitjana (M3) o alta (M4) amb freqüència baixa. Per aquesta àrea es recomanen les següents mesures.

- **No ocupar l'espai afectat i evitar l'exposició** d'aquesta àrea que s'ubica fora de la delimitació urbanística.
- **En cas d'ocupació** per sobre de l'escarpament, es recomana un marge de seguretat i la **realització d'estudis de detall** en què s'analitzi l'estabilitat del terreny i, si és el cas, es determinin les mesures de prevenció o protecció adequades a l'actuació.

A les àrees B i C (plànol 2), que comprenen els vessants de la Comella i de la Verneda, s'han considerat amb una **perillositat baixa per desprendiments**. En cas d'ocupació d'aquestes àrees, cal que els **estudis geotècnics previs** considerin la possibilitat de desprendiments i determinin les mesures de prevenció o protecció adients. Pel que fa al **talús de la carretera de Tírvia a Terveu de l'àrea C**, es recomana la **neteja regular del material** caigut i, en el supòsit que es vulguin evitar les esllavissades, la instal·lació de mesures de protecció, com malles de subjecció o conducció.

A l'àrea D (plànol 3), que comprèn el talús junt la carretera L-504 i el marge del torrent, **s'ha considerat una perillositat baixa per desprendiments** per la possibilitat de caigudes de magnitud molt baixa (M1) amb freqüència alta. Pel que fa al **talús junt la carretera L-504**, es recomana la **neteja regular del material** caigut i, en cas que es vulgui evitar la possibilitat de desprendiments sobre la carretera, la instal·lació de mesures de protecció, com malles de conducció.

Per la resta de l'àmbit d'estudi, amb caràcter general i independentment de la perillositat natural, també cal tenir en compte les següents recomanacions:

- La realització d'un estudi geotècnic per a cada nova construcció, d'acord amb les directrius actuals del "Código Técnico de la Edificación" (CTE).

- Prendre les mesures adequades durant o posteriorment a l'execució d'excavacions o talussos antròpics per evitar el desenvolupament d'instabilitats.
- Evitar edificar a les vores dels talussos. Es recomana deixar una distància prudencial entre l'escarpament i la base de les edificacions, ja que es poden veure afectades pel progressiu desenvolupament d'instabilitzacions.
- En el supòsit de plantejar actuacions sobre terrenys amb reblerts, cal tenir en compte que són materials que poden ser causa de patologies en les estructures que s'hi assenten i que el "Código técnico de la edificación" (CTE) els considera terrenys intermedis o desfavorables per l'edificació, en funció si el gruix és inferior o superior a 3 m.

Vist i plau

Marcel Barberà Garcia

Responsable d'avaluació de riscos de la
Unitat de Projectes d'Intervenció de
Riscos Geològics

Jordi Marturià Alavedra

Cap de la Unitat de Projectes d'Intervenció
de Riscos Geològics

ANNEXOS:

QUADRE RESUM

FITXES DE LES ÀREES

REFERÈNCIES

PLÀNOLS

QUADRE RESUM

Estudi d'Identificació de Riscos Geològics de Tírvia

Àmbit	Esllavissades (despreniments i lliscaments)	Fluxos	Allaus de neu	Enfonsaments
Tírvia	Perillositat mitjana a l'àrea A (plànol 1) <i>Indicis de lliscaments de fins magnitud alta (M4) amb freqüència baixa.</i> <i>Es recomana no ocupar l'espai afectat i evitar l'exposició d'aquesta àrea.</i> <i>En cas d'ocupació per sobre de l'escarpament, deixar un marge de seguretat i la realització d'estudis de detall en què s'analitzi l'estabilitat del terreny i, si és el cas, es determinin les mesures de prevenció o protecció adequades a l'actuació.</i> Perillositat baixa a les àrees B i C (plànol 2) <i>Indicis de despreniments de magnitud molt baixa (M1) o baixa (M2) amb freqüència mitjana.</i> <i>Pel talús de la carretera de Tírvia a Terveu (àrea C), es recomana la neteja regular del material caigut i, en el supòsit que es vulguin evitar les esllavissades, la instal·lació de mesures de protecció, com malles de subjecció o conducció.</i> <i>Per la resta de les àrees B i C, en cas d'ocupació d'aquestes àrees, cal que els estudis geotècnics previs considerin la possibilitat de despreniments i determinin les mesures de prevenció o protecció adients.</i>	Sense perillositat	Sense perillositat	Sense perillositat
Terveu	Perillositat baixa a l'àrea D (plànol 3) <i>Indicis de despreniments de magnitud molt baixa (M1) amb freqüència alta.</i> <i>Pel talús junt la L-504, es recomana la neteja regular del material caigut i, en cas que es vulgui evitar la possibilitat de despreniments sobre la carretera, la instal·lació de mesures de protecció, com malles de conducció.</i>	Sense perillositat	Sense perillositat	Sense perillositat

FITXES DE LES ÀREES

Àmbit de Tírvia

Àrea A – Vessant ubicat entre la crta. de Tírvia a Terveu i el marge esquerre del barranc des Rucs (plànol 1)	
Fenomen	Lliscaments
Indicis	Vessant amb indicis de lliscaments de fins magnitud alta (M4) amb freqüència baixa.
Perillositat	Mitjana.
Propostes	Es recomana evitar l'ocupació i exposició, i la realització d'un estudi de perillositat detallat en cas d'edificació.

Àrea B – Vessant de la Comella (plànol 2)	
Fenomen	Despreniments.
Indicis	Desnivell amb indicis de desprendiments de magnitud baixa (M2) amb freqüència mitjana.
Perillositat	Baixa.
Propostes	En cas d'ocupació, cal que els estudis geotècnics previs considerin la possibilitat de desprendiments i determinin les mesures de prevenció o protecció adients.

Àrea C – Vessant de la Verneda (plànol 2)	
Fenomen	Despreniments.
Indicis	Vessant amb indicis de desprendiments de magnitud molt baixa (M1) amb freqüència mitjana.
Perillositat	Baixa
Propostes	Es recomana la neteja regular de la carretera de Tírvia a Terveu i, en el supòsit que es vulguin evitar les esllavissades, la instal·lació de mesures de protecció.

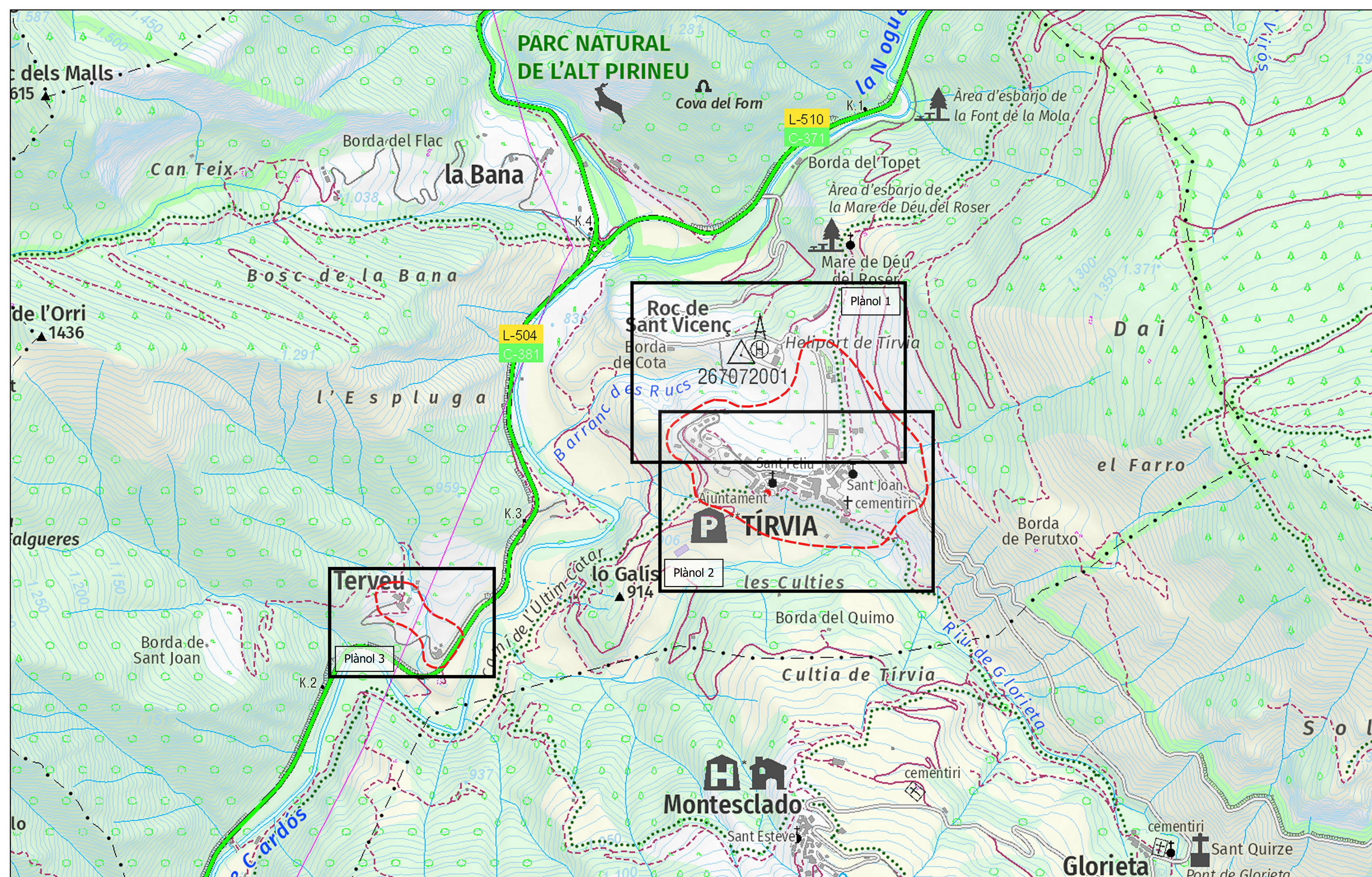
Àmbit de Terveu

Àrea D – Talús ubicat junt la carretera L-504 i el marge del torrent (plànol 3)	
Fenomen	Despreniments.
Indicis	Talús amb indicis de desprendiments de magnitud molt baixa (M1) amb freqüència alta.
Perillositat	Baixa.
Propostes	Es recomana la neteja regular del material caigut i la instal·lació de mesures de protecció, en cas que es vulgui evitar la possibilitat de desprendiments sobre la carretera.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- ICC (2001). Mapa de Zones Sísmiques. Institut Cartogràfic de Catalunya. <https://www.icgc.cat/ca/Mapes-i-geoinformacio/Dades-i-productes/Geoinformacio-geologica/Mapes-geofisics-i-sismics/Avaluacio-del-riscsismic-Catalunya>
- ICGC (2021). Guia per l'elaboració d'Estudis d'Identificació de Riscos Geològics per a urbanisme (EIRG). AP-0001/21. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Darrera actualització: novembre de 2022. <http://www.icgc.cat/guia-eirg>
- ICGC (2021). Visualitzador Geoíndex Sismologia. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Darrera actualització: maig de 2021. <https://www.icgc.cat/ca/Eines-i-visors/Visors/Visualitzadors-Geoindex/Geoindex-Sismologia>
- ICGC (2022). Visualitzador Geoíndex Cartografia geològica. Base geològica 1:50.000. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Darrera actualització: abril de 2022. <https://www.icgc.cat/ca/Eines-i-visors/Visors/Visualitzadors-Geoindex/Geoindex-Cartografia-geologica>
- ICGC (2024). Visualitzador Geoíndex Allaus. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Darrera actualització: març de 2024. <https://www.icgc.cat/geoindex-allaus>
- Ministerio de Fomento (2008). Código técnico de la edificación. Documento básico SE-C. Seguridad en cimientos. RD1371/2007, coor. BOE 25/01/2008.
- Ministerio de Fomento (2009). Normas de construcción sismorresistente: Parte general y edificación. NCSE-02.

PLÀNOLS



Data:

Octubre 2024



ICGC
Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya

0 250 500 m

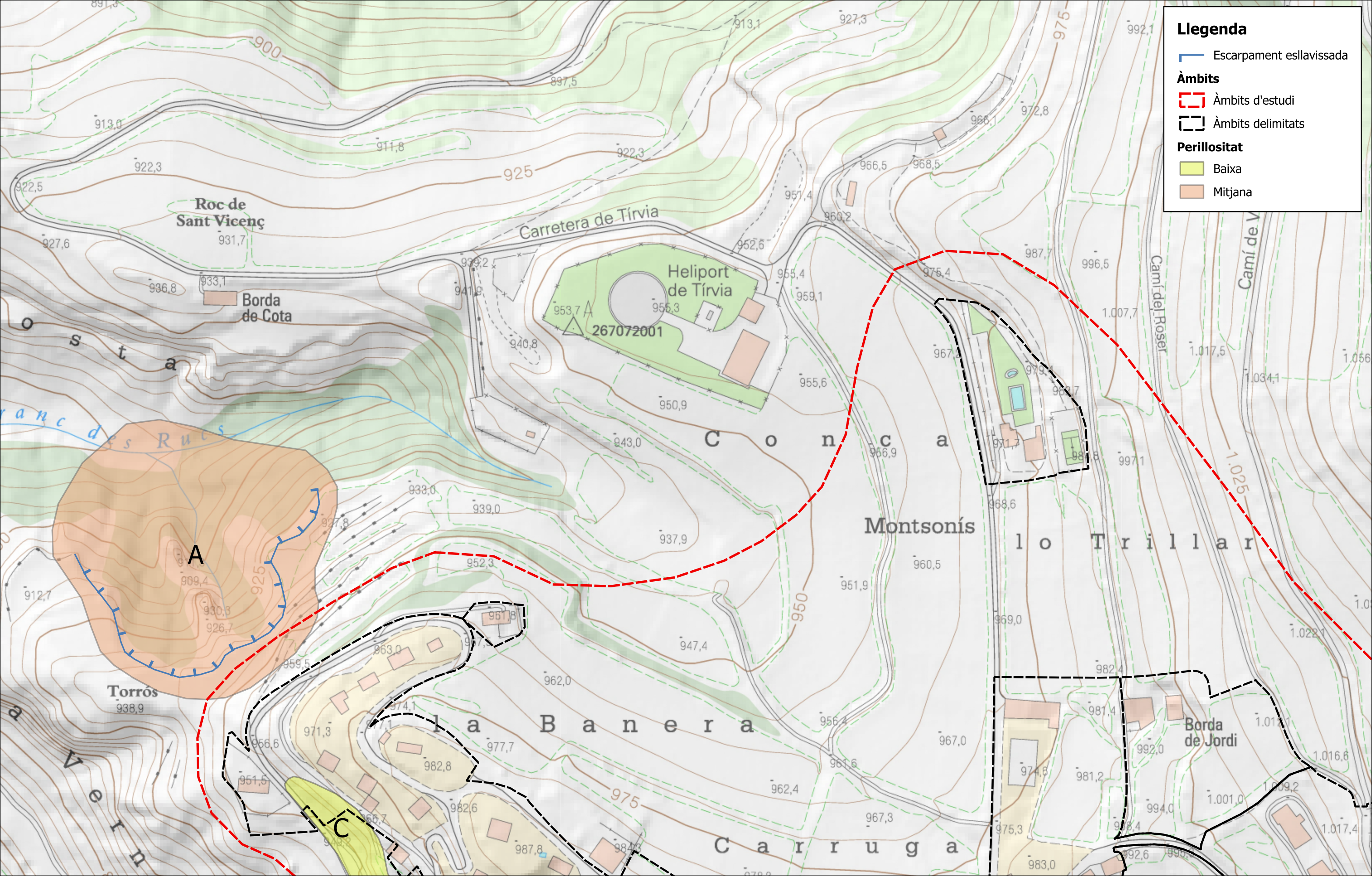
Escala: 1:10.000 (DIN-A3)

Estudi per la Identificació de Riscos Geològics de Tírvia
Informe: ICGC.AP-0021/24

Localització plànols del mapa de perillositat potencial

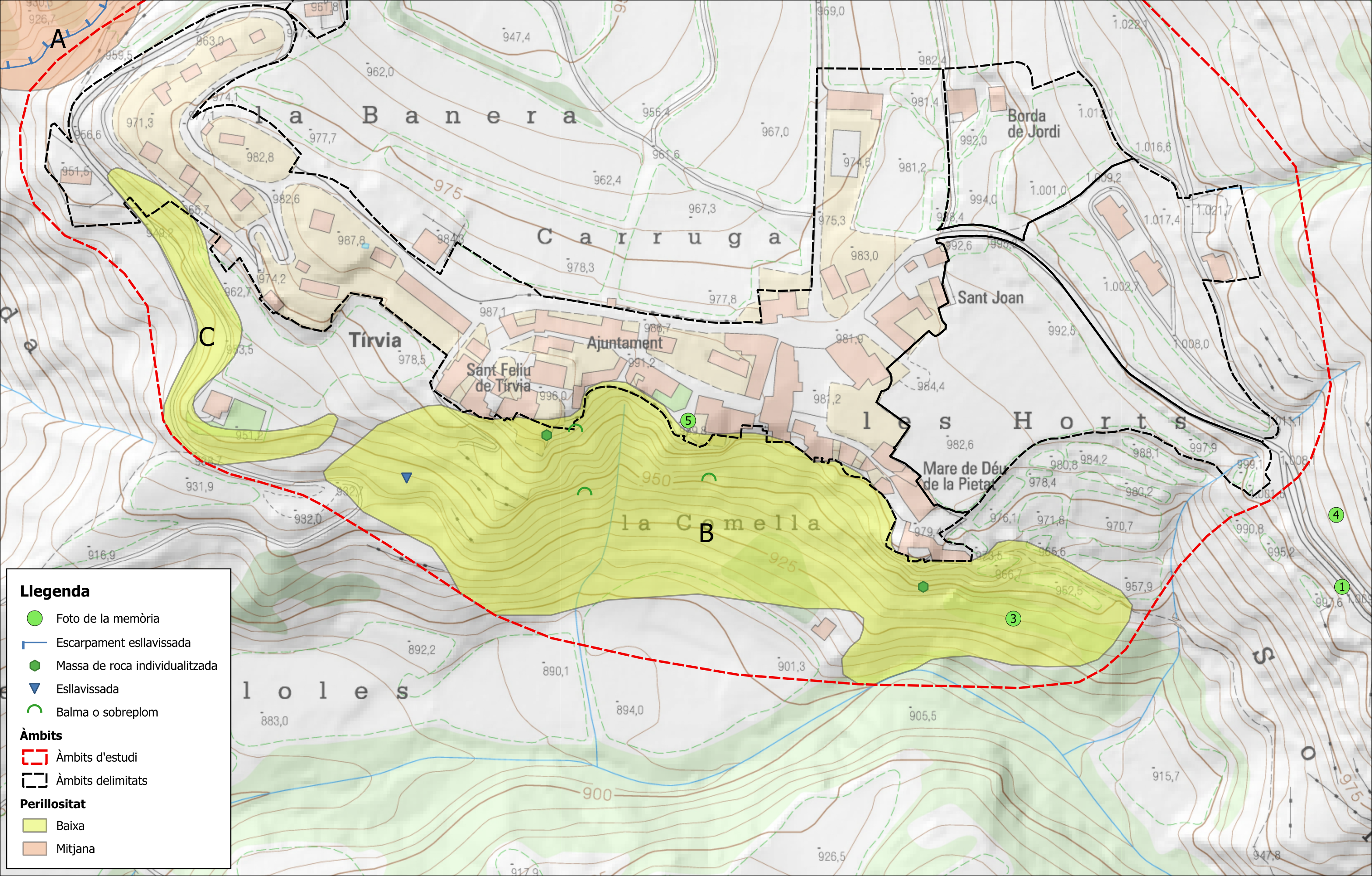


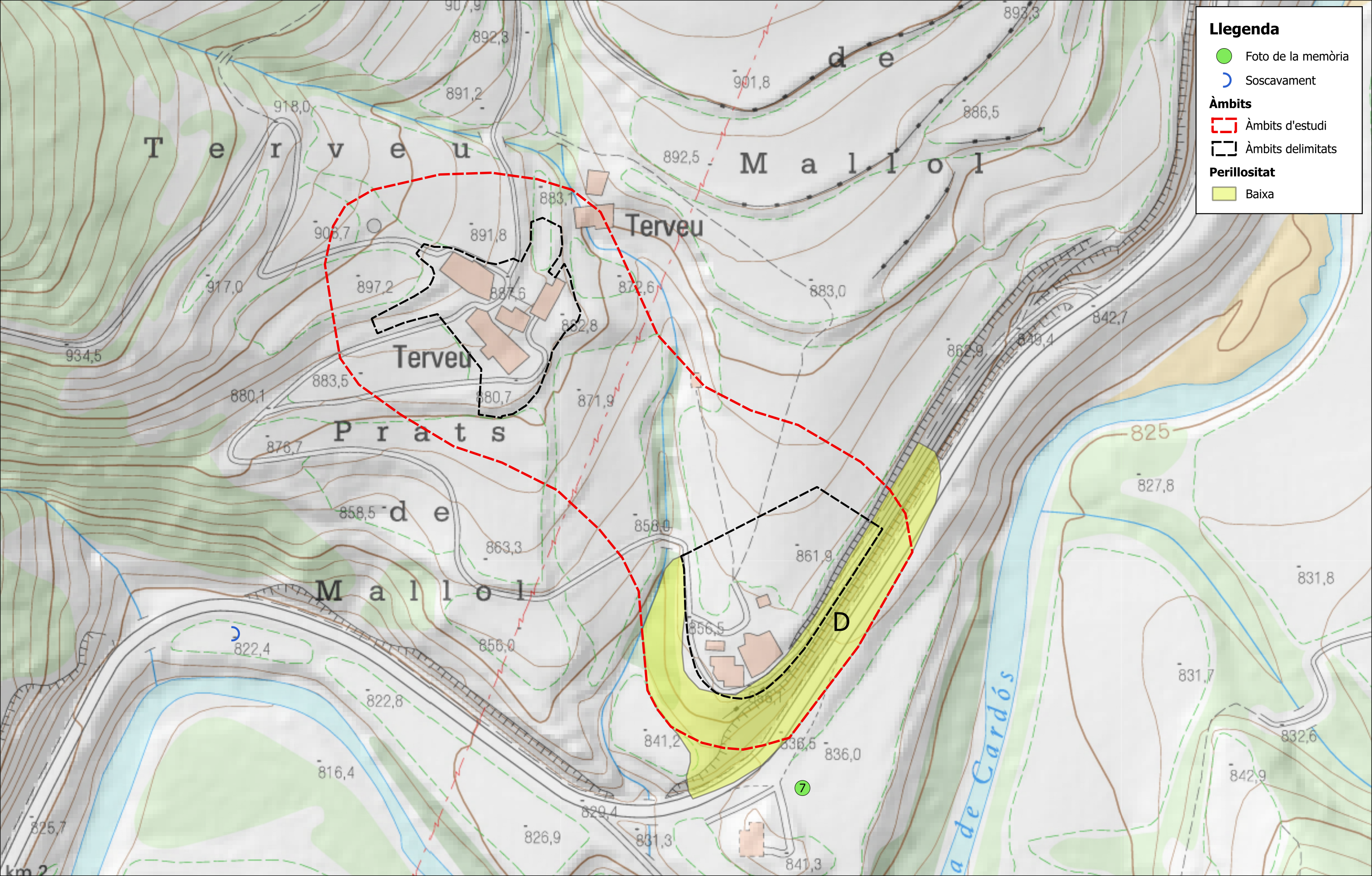
Plànol 0



Llegenda

- Escarpament esllavissada
- Àmbits d'estudi
- Àmbits delimitats
- Perillositat
 - Baixa
 - Mitjana





Llegenda

Foto de la memòria

Soscavament

Àmbits

Àmbits d'estudi

Àmbits delimitats

Perillositat

Baixa

MODIFICACIÓ DE LES NORMES SUBSIDIÀRIES DE TÍRVIA PER A L'ADAPTACIÓ AL PDU DE RSNS DE L'ALT PIRINEU

Document per a l'aprovació inicial

Índex del document

Document I MEMÒRIA I NORMATIVA

Document II DOCUMENTACIÓ GRÀFICA

Document III DOCUMENT ÀMBIENTAL ESTRATÈGIC / DAE

Document IV ESTUDI DE VIABILITAT, RENDIBILITAT I SOSTENIBILITAT ECONÒMICA

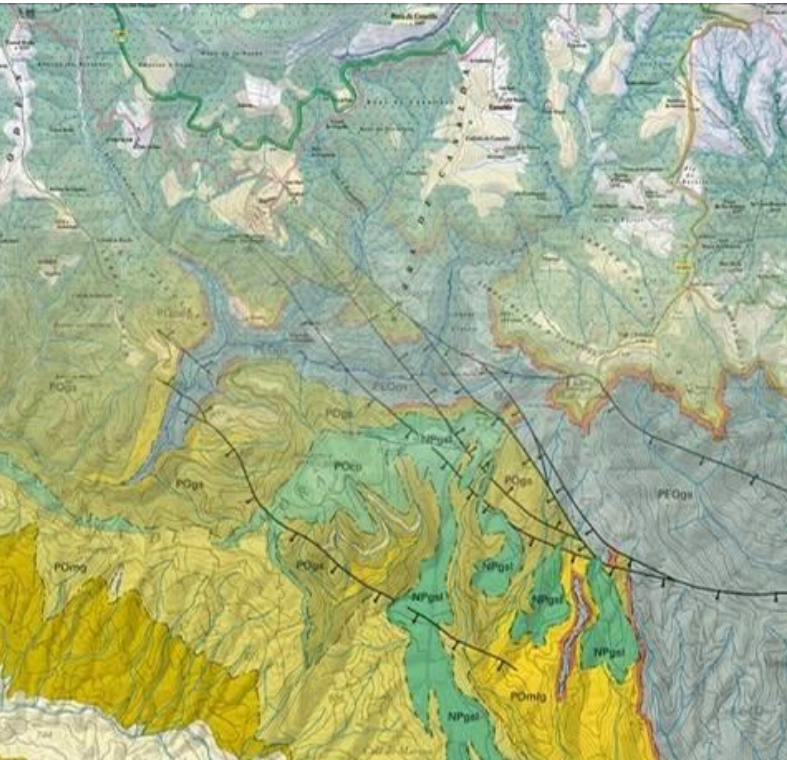
Document V ESTUDI D'INTEGRACIÓ PAISATGÍSTICA

Document VI ANNEXES

A.1.- Estudi per a la identificació de Riscos Geològics de Tírvia

A.2.- Estudi inundabilitat

A.3.- Certificacions



Estudi d'Inundabilitat en el municipi de Tírvia (Pallars Sobirà).

Codi: AI-0008/24

Novembre 2024

Índex

1	Introducció i objectius	1
1.1	Antecedents i fonts d'informació	2
2	Inundabilitat	3
2.1	Càlcul hidrològic	3
2.1.1	Pluja de projecte i pèrdues de precipitació	4
2.1.2	Obtenció dels cabals màxims i d'escolament superficial	6
2.2	Delimitació de la inundabilitat – Càlcul hidràulic	7
2.2.1	Model d'elevacions del terreny – Geometria de càlcul	7
2.2.2	Coeficients de rugositat	8
2.2.3	Estructures hidràuliques transversals	10
2.2.4	Condicions de contorn	10
3	Resultats	11
3.1	Límits inundables i Zona de Flux Preferent	12
4	Consideracions finals	17

PLÀNOLS

Plànol 1. Delimitació de les zones inundables (TMCO, T100 anys i T500 anys).

Plànol 2. Zonificació segons RDPH: Zona de Flux Preferent i Zona Inundable.

Plànol 3. Zonificació segons RDPH: DPH, ZS, i ZP.

ANNEXES

Annex I. Resum metodològic.

Annex II. Hidrologia.

Annex III. Curs fluvial, coeficient de rugositat.

Annex IV. Estructures Hidràuliques.

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

Índex Figures

<i>Figura 1. Curs fluvial considerat en l'estudi d'inundabilitat del municipi de Tírvia. Base topogràfica 1:25.000 (ICGC).....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2. Conques de drenatge aportants als àmbits de Tírvia i Terveu. Base topogràfica 1:5.000 (ICGC).</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3. Detall del model d'ombres del MDT utilitzat per a la modelització hidràulica.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Detall de la distribució dels usos del sòl a l'àmbit del model bidimensional del torrent Innominat. Ortofotografia 1:2.500 (ICGC).</i>	<i>8</i>
<i>Figura 5. Imatge de la llera del torrent Innominat, aigües amunt del nucli de Terveu.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 6. Imatge de la llera del torrent Innominat, aigües amunt del creuament amb la carretera L-504.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 7. Localització de les estructures transversals incorporades a l'estudi hidràulic. Base topogràfica 1:5.000 (ICGC).....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 8. Figura resum de la zonificació de l'entorn fluvial. Font ACA.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 9. Límits inundables en l'àmbit dels nuclis de Tírvia i Terveu. Base topogràfica 1:5.000 (ICGC).</i>	<i>13</i>
<i>Figura 10. Zonificació segons RDPH: Zona de Flux Preferent i Zona Inundable en l'àmbit dels nuclis de Tírvia i Terveu. Base topogràfica 1:5.000 (ICGC).</i>	<i>14</i>
<i>Figura 11. Imatge del model hidràulic Iber pel cabal de T500 anys del torrent Innominat. Esquema de les línies de flux per T500 anys i taca inundable per T500 anys de la Noguera de Cardós (SNCZI).</i>	<i>15</i>
<i>Figura 12. Imatge de la llera del torrent Innominat aigües amunt del seu pas sota la carretera L-504, per l'estructura hidràulica IN_02.....</i>	<i>16</i>

Índex Taules

<i>Taula 1. Resum dels paràmetres morfomètrics de les conques.</i>	<i>4</i>
<i>Taula 2. Dades de precipitació i intensitats adoptades pel càlcul de cabal.</i>	<i>5</i>
<i>Taula 3. Valors del nombre de corba, NC, i Po, adoptats en les conques de precipitació.</i>	<i>6</i>
<i>Taula 4. Cabals màxims (m3/seg) en les conques d'estudi.</i>	<i>6</i>
<i>Taula 5. Coeficients de rugositat de manning incorporats en el model hidràulic (SNCZI).</i>	<i>8</i>

1 Introducció i objectius

El present estudi d'inundabilitat s'ha realitzat a petició de la Direcció General d'Ordenació del Territori, Urbanisme i Arquitectura (DGOTUA), en el marc dels treballs de redacció de la Modificació de les Normes Subsidiàries de planejament en el municipi de Tírvia, i considera els sectors en sòl urbà i urbanitzable dels nuclis de Tírvia i Terveu, d'acord al Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC). Els sectors subjectes a modificació es divideixen en dos àmbits segons les unitats d'actuació UA-1 de Terveu i UA-2 de Tírvia.

L'objectiu de l'estudi és que les propostes urbanístiques del planejament s'adeqüin als requeriments del Reglament del Domini Públic Hidràulic (RDPH), aprovat pel Reial Decret 849/1986, d'11 d'abril i modificat pel Reial Decret 638/2016 de 9 de desembre i al text refós de la Llei d'Aigües (TRLA). Aquesta normativa defineix les zones associades a les lleres de cursos fluvials naturals i les limitacions d'ús que s'hi poden desenvolupar.

L'article 2 del RDPH defineix com a cursos sotmesos a domini públic hidràulic (DPH) aquells que conformen lleres de corrents naturals, continus o discontinus.

En l'àmbit del terme municipal de Tírvia, el curs fluvial considerat a la zona d'estudi, susceptible a generar condicionants per inundabilitat és un torrent Innominat que circula pel nucli de Terveu (Figura 1).

Per aquest curs fluvial Innominat, l'estudi inclou la delimitació de la inundació pels períodes de retorn de màxima crescuda ordinària (3.5anys), 100 i 500 anys i la zonificació de la inundabilitat corresponent al domini públic hidràulic (DPH), zona de servitud (ZS), zona de policia (ZP), i les zones de flux preferent (ZFP) i zona inundable (ZI), per tal de definir les limitacions d'usos, segons estableix la TRLA i el RDPH.

El curs fluvial de la Noguera de Cardós queda inclòs en el Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (SNCZI), i a efectes dels condicionants que deriven del RDPH, per aquest curs fluvial, s'utilitzaran les delimitacions i zonificació que s'extreuen del Geoportal de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, [Geoportal CHE](#)).

En la següent figura, es mostra el torrent modelitzat en el present estudi, la delimitació de la inundabilitat pel riu Noguera de Cardós (SNCZI) i el mapa urbanístic de Catalunya (MUC, última actualització disponible gener 2024).

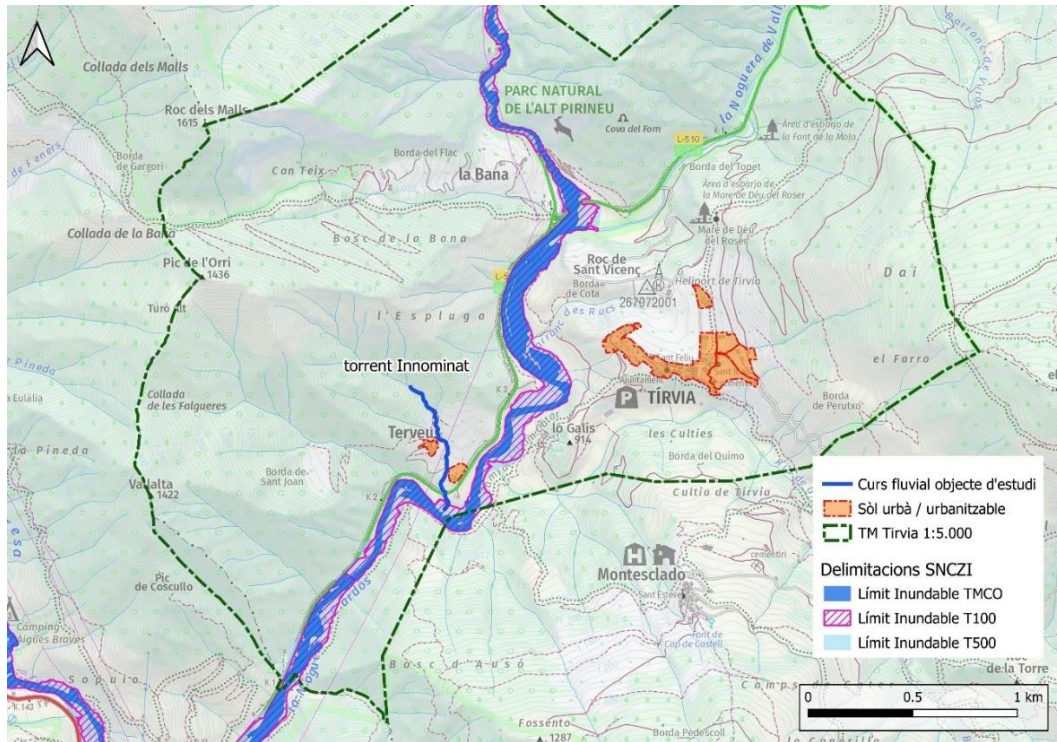


Figura 1. Curs fluvial considerat en l'estudi d'inundabilitat del municipi de Tírvia. Base topogràfica 1:25.000 (ICGC).

Per la banda est del nucli de Tírvia es localitza el vessant del barranc Carruga del Farro, que aportaria els escorrentius de les pluvials de forma difusa d'una zona de massa densa boscosa. En el present estudi es realitza un càlcul hidrològic d'aquesta conca de vessant per determinar els cabals de pluvials i els corresponents volums d'escorrentius superficials que es recull al drenatge urbà. Es tracta d'un vessant de superfície petita, aproximadament 0.2km², on els treballs d'extracció de fusta van anar erosionant el sòl formant una incisió en el terreny, que actualment actua com a via de pas. Llavors, aquest barranc no correspon a un curs hídric natural, continu o discontinu de suficient entitat, sinó que té un origen antròpic, i per tant, resta fora de la delimitació de la inundabilitat, tal com indica l'article 2 de Reglament del Domini Públic Hidràulic (RDPH).

1.1 Antecedents i fonts d'informació

- Cartografia vectorial d'inundabilitat i zonificació del *Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables* (SNCZI). Visor de descàrregues de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, [Geoportal CHE](#)).
- Expedient ACA UDPH2018004548, Informe tècnic relacionat amb el Pla director urbanístic de revisió dels sòls no sostenibles de l'Alt Pirineu.

2 Inundabilitat

La metodologia emprada per la delimitació de les zones inundables segueix la Guia Tècnica de '*Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local*' de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA, 2003). A l'Annex I es mostra el resum metodològic. Els estudis de delimitació de zones inundables consten de 2 parts: i) L'estudi hidrològic amb la determinació dels cabals aportants per cada conca pels períodes de retorn de MCO (3.5 anys), 100 i 500 anys, i, ii) L'estudi hidràulic amb el càlcul de les zones que s'inunden pels cabals associats a cadascun dels períodes de retorn i zonificació de la inundació.

Per dur a terme el present estudi s'han emprat les següents dades i fonts d'informació:

- Model digital d'elevacions del terreny amb malla regular de 0.5x0.5m i 1x1m de píxel (data de vol Octubre 2022, ICGC).
- Mapes de precipitació màxima diària (IDF CLIMA), a 1 km de resolució pels períodes de retorn de 2, 5, 100 i 500 anys per a precipitacions de 24 hores de durada (Servei Meteorològic de Catalunya, SMC, desembre 2020).
- Cobertura vectorial de conques de Catalunya 1:50.000 (ACA).
- Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC, última actualització gener 2024).
- Mapa de cobertures del sòl de Catalunya a escala 1:250.000 (ICGC, 2018).

2.1 Càlcul hidrològic

Per l'estudi hidrològic, s'aplica el Mètode Racional per al càlcul dels cabals de cada període de retorn, el qual suposa la generació d'escorrentius en una conca a partir d'una intensitat de precipitació uniforme en el temps, sobre tota la superfície. Les dades de precipitació màxima diària s'obtenen de les corbes IDF del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC, 2020) i les dades de llinar d'escorrentiu i coeficient d'escorrentius s'obté a partir del mètode del *Soil Conservation Service* (SCS, EEUU, actualment *Natural Resource Conservation Service, NRCS*). En l'Annex II es pot consultar la formulació i dades aplicades per la realització dels càlculs que s'exposa a continuació.

El càlcul hidrològic inclou la delimitació de les conques de drenatge aportants, i en base la cobertura vectorial de l'ACA, s'identifica aquestes dues conques.

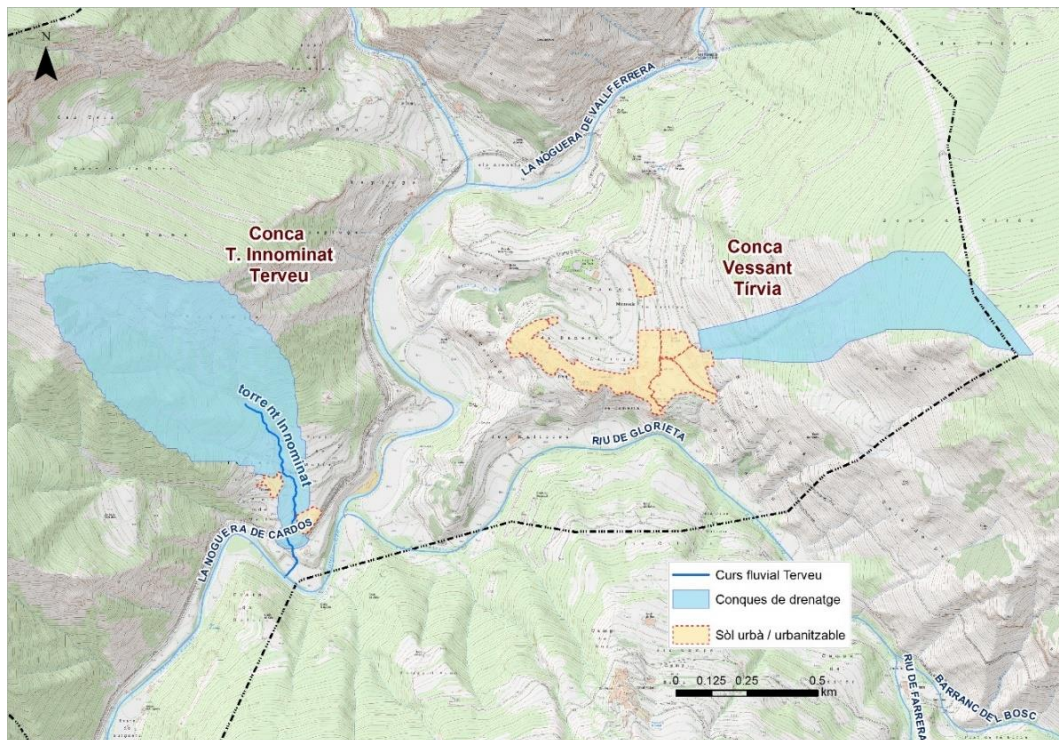


Figura 2. Conques de drenatge aportants als àmbits de Tírvia i Terveu. Base topogràfica 1:5.000 (ICGC).

2.1.1 Pluja de projecte i pèrdues de precipitació

Els inputs necessaris per realitzar el càlcul dels cabals màxims per cada una de les conques aportants de precipitació, s'exposen a continuació.

- i) Paràmetres morfomètrics de conca (àrea, longitud, pendent, temps de recorregut de flux).

Taula 1. Resum dels paràmetres morfomètrics de les conques.

	Àrea (km ²)	Long (km)	Cota Aigües amunt	Cota Aigües avall	Pendent mitjà (%)	Grau urbanitzat (%)	Tipus conca	Temps concet Tc (h)
Conca T. nnominat Terveu	0.46	1.4	1400	830	40.7%	<1%	Rural	0.46
Conca Vessant Tírvia	0.22	1.3	1570	1020	42.3%	<1%	Rural	0.4

- ii) Precipitació màxima diària per període de retorn i conca

D'acord amb la Guia Tècnica de l'ACA, per al càlcul hidrològic, es poden utilitzar dades recollides als "Mapes de precipitació màxima diària esperada a Catalunya per a diferents

períodes de retorn”, del Servei Meteorològic de Catalunya i dades recollides als mapes inclosos a la guia del Ministerio de Fomento (DGC, 1999), “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”. En el present estudi s’opta per utilitzar les dades de precipitacions màximes diàries (Pd) actualitzades del SMC (2020), ja que corresponen als valors més conservadors.

En la següent taula es poden consultar les dades de precipitació corregida (Pd') i intensitat de disseny, per conca i període de retorn: T2, T3.5, T5, T100 i T500 anys.

Taula 2. Dades de precipitació i intensitats adoptades pel càlcul de cabal.

Conca	Superfície conca (km ²)	Període de retorn	Pd SMC	Pd' adoptada	IDF (Sintética)
Conca T. Innominat Terveu	0.46	T2	56	56	40.4
		T3.5	65	65	46.9
		T5	74	74	53.4
		T100	172	172	124.1
		T500	279	279	201.3
Conca Vessant Tírvia	0.22	T2	59	59	44.1
		T3.5	69	69	51.2
		T5	78	78	58.3
		T100	172	172	128.6
		T500	264	264	197.4

Les dues conques estudiades presenten una superfície menor a 1km², per tant, el coeficient de simultaneïtat correspon a la unitat ($K_A=1$). Per l’obtenció de les dades pel període de retorn de T=3.5 anys s’agafa els valors intermitjos de precipitació entre els períodes de retorn de T=2 i T=5 anys.

iii) Pèrdues de precipitació (NC i Po)

La part de pluja infiltrada que correspon a les pèrdues de precipitació, es calcula segons el mètode del SCS, en el qual es té en compte: Grup de sòl (funció de la litologia del subsol), usos del sòl, (funció de la cobertura del sòl, asfalt, conreus, ...), i nombre de corba NC assignat (valor invers a l’escolament).

En el present estudi, s'utilitza la cobertura del Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000 (ICGC), ja que es tracta d'informació de conjunt de més detall. Els materials que afloren a

les conques d'estudi són principalment del Devonià i Ordovicià, i en la part baixa de la conca del torrent Innominat de Terveu s'hi troba formacions superficials del Quaternari. A partir de la informació de les litologies que afloren a les conques d'estudi es genera la capa de Grups Hidrològics del Sòl (GHS). En l'àmbit d'estudi predomina el tipus de sòl C, corresponent a sòls que produeixen majors escolaments.

Per determinar la capacitat d'infiltració del terreny, cal disposar del mapa de cobertes del sòl (MCSC, ICGC 1:250.000). Els principals usos del sòl a les conques d'estudi són masses boscoses en gran part de les dues conques, zones de matollar en algunes parts més altes i superfície de conreus herbacis en la part més baixa de la conca hidrogràfica del torrent Innominat a Terveu.

Finalment, es realitza la zonificació entre els criteris ús del sòl, grup de sòl i conca d'estudi, a partir de la qual s'extreu el grau de permeabilitat, aplicant la relació proposada per Témez, obtenint els valors de nombre de corba (NC, adimensional) i el llindar d'escorrentiu (P_o , mm) per cada conca definida pel càlcul de cabals.

Taula 3. Valors del nombre de corba, NC, i P_o , adoptats en les conques de precipitació.

	CN	P_o
Conca T. Innominat Terveu	61	32
Conca Vessant Tírvia	59	35

2.1.2 Obtenció dels cabals màxims i d'escolament superficial

D'acord al mètode racional, el cabal màxim corresponent per cada conca i període de retorn es mostra en la següent taula, i en l'Annex II s'especifica el detall de la formulació bàsica i paràmetres de càlcul utilitzats.

Taula 4. Cabals màxims (m³/seg) en les conques d'estudi.

Cabals màxims (m ³ /seg)	T=3.5 anys	T=100 anys	T=500 anys
Conca T. Innominat Terveu	0.5	6.1	14.3
Conca Vessant Tírvia	0.2	2.7	6.0

2.2 Delimitació de la inundabilitat – Càlcul hidràulic

El model hidràulic del torrent Innominat del nucli de Terveu es realitza amb un model bidimensional (2D) de simulació hidràulica IBER, versió 3.2 (UPC-CIMNE, CEDEX, UdC). Es realitza un model hidràulic per cada període de retorn, en règim permanent, al tractar-se d'una conca aportant petita, amb temps de concentració curts, un curs d'altres pendents, i força encaixat abans d'arribar a la part baixa on desemboca al Noguera de Cardós.

2.2.1 Model d'elevacions del terreny – Geometria de càlcul

Per a la modelització hidràulica, es genera un model digital de superfície (MDT):

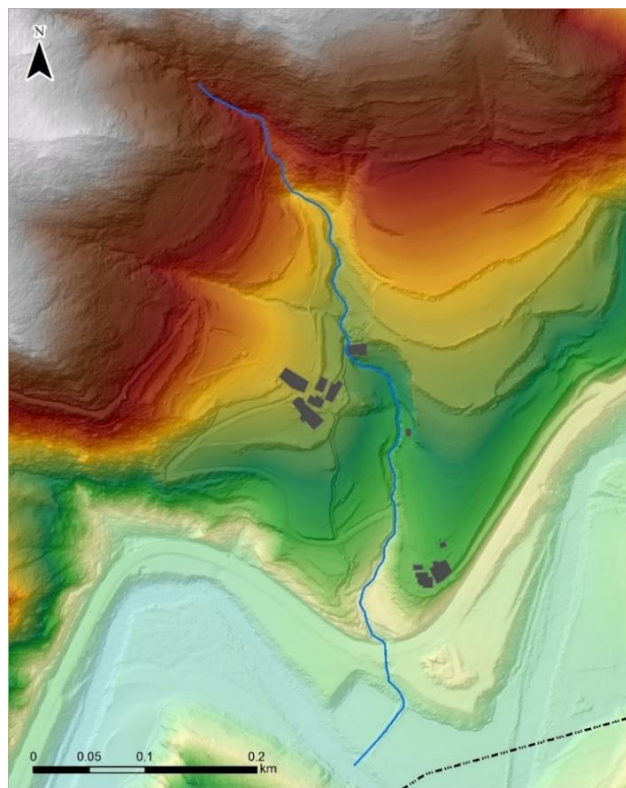


Figura 3. Detall del model d'ombres del MDT utilitzat per a la modelització hidràulica.

El MDT es genera a partir de la següent informació geomètrica:

- LIDARCAT 2. Ràster cel.les de 0.5 i 1m, vol any 2022.
- Obres de drenatge transversals, informació recopilada en treball de camp.
- Els volums de les edificacions més significatives es tenen en compte en la malla de càlcul, incorporant el volum de la edificació per tal de representar-ne la seva possible obstrucció al flux.

2.2.2 Coeficients de rugositat

Els coeficients de Manning de la plana d'inundació s'han obtingut a partir del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya del ICGC, assignant un valor de rugositat a cada tipus de coberta. Els valors dels coeficients s'han obtingut de les equivalències establertes amb el SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España) de la Guia Metodològica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de Zonas Inundables (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino) (Figura 4 i Taula 5).

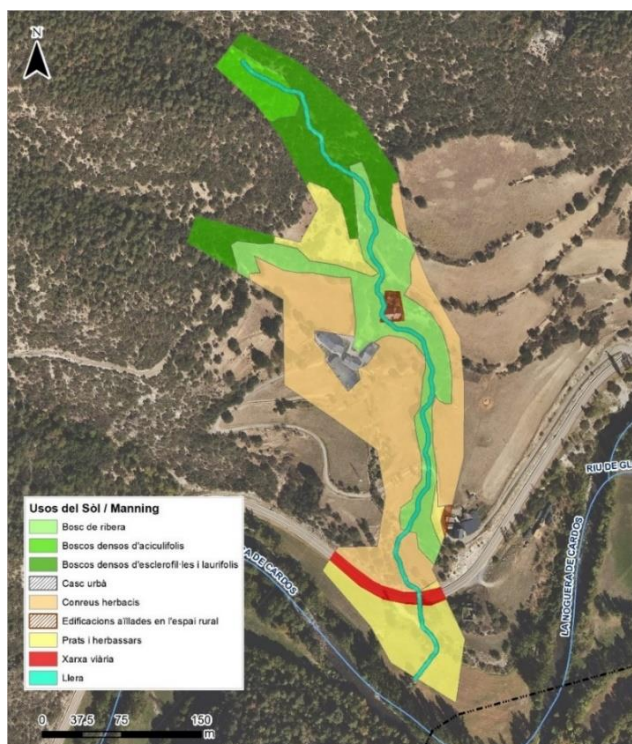


Figura 4. Detall de la distribució dels usos del sòl a l'àmbit del model bidimensional del torrent Innominat. Ortofotografia 1:2.500 (ICGC).

Taula 5. Coeficients de rugositat de manning incorporats en el model hidràulic (SNCZI).

Ús del sòl	Coeficient de Manning	Ús del sòl	Coeficient de Manning
Bosc densos d'esclerofil·les i laurifolis i d'aciculifolis	0.07	Casc urbà	0.1
Bosc de ribera	0.07	Edificacions aïllades en l'espai rural	0.1
Prats i herbassars	0.035	Xarxa viària	0.04
Conreus herbacis	0.04	Llera torrent Innominat	0.06

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

El torrent Innominat al llarg del seu recorregut presenta força heterogeneïtat en relació a la geometria de la llera i la presència de vegetació, se li assigna un coeficient de manning corresponent a 0.06. Els valors dels paràmetres utilitzats es mostren en l'Anex III.



Figura 5. Imatge de la llera del torrent Innominat, aigües amunt del nucli de Terveu.



Figura 6. Imatge de la llera del torrent Innominat, aigües amunt del creuament amb la carretera L-504.

2.2.3 Estructures hidràuliques transversals

S'ha considerat un total de 2 estructures hidràuliques a la zona d'estudi (Figura 7). Durant la visita de camp s'observa que el torrent creua alguns camins veïnals o pistes forestals en les que no es va observar cap obra de pas (Annex IV).

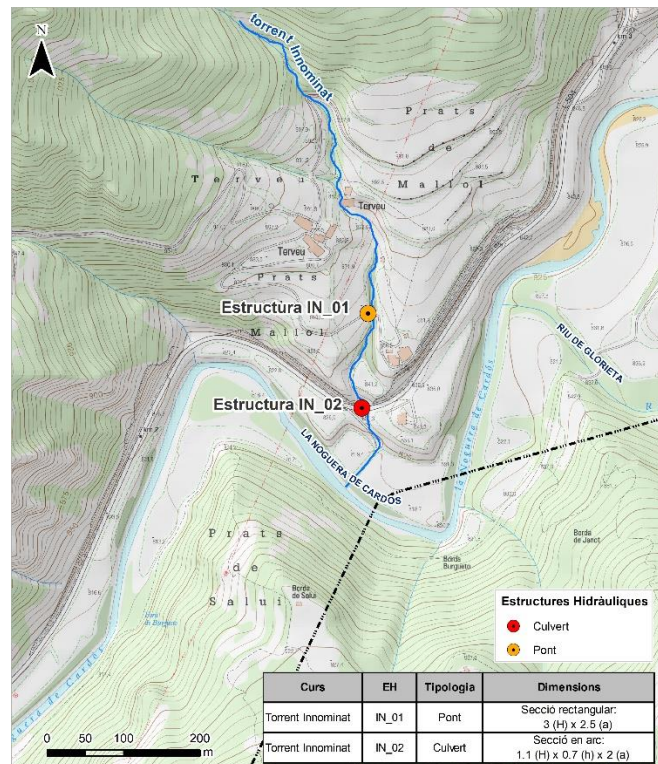


Figura 7. Localització de les estructures transversals incorporades a l'estudi hidràulic. Base topogràfica 1:5.000 (ICGC).

2.2.4 Condicions de contorn

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

Les condicions d'entrada del model corresponen al cabal màxim calculat en el càlcul hidrològic (Taula 4). Les condicions de sortida, pel període de retorn de $T=3.5$ anys, s'opta per calat crític, ja que es tracta d'un cabal molt baix, i que al arribar a zona propera de la desembocadura es produeix un cert ressalt cap al Noguera de Cardós. Pels períodes de retorn de T_{100} i T_{500} anys s'estableix un calat inicial en la part interior del meandre, producte de la inundació del curs Noguera de Cardós cap a la zona de la desembocadura del torrent Innominat. Aquest valor s'extreu de la informació d'inundabilitat de la zona ja existent i es fica un valor màxim de 5m per ambdòs cabals de T_{100} i T_{500} anys.

3 Resultats

Respecte els elements cartogràfics d'interès per la planificació urbanística derivats de la presència de cursos fluvials al territori, la Directiva d'Inundacions, la Llei d'Aigües i el Reglament del Domini Públic hidràulic, defineixen les diferents zones associades a aquests cursos i les limitacions d'ús que s'hi estableixen. Les limitacions d'ús establertes en aquestes zones queden resumides a l'Annex V.

Aquestes zones són per una banda el domini públic hidràulic (DPH), la zona de servitud (ZS) i la zona de policia (ZP) i, per una altra, la zona de flux preferent (ZFP) i la zona inundable (ZI).

El **Domini Públic Hidràulic (DPH)** s'obté a partir de la modelització hidràulica de la màxima crescuda ordinària. A partir del DPH se'n determina la Zona de Servitud (ZS) i la Zona de Policia (ZP).

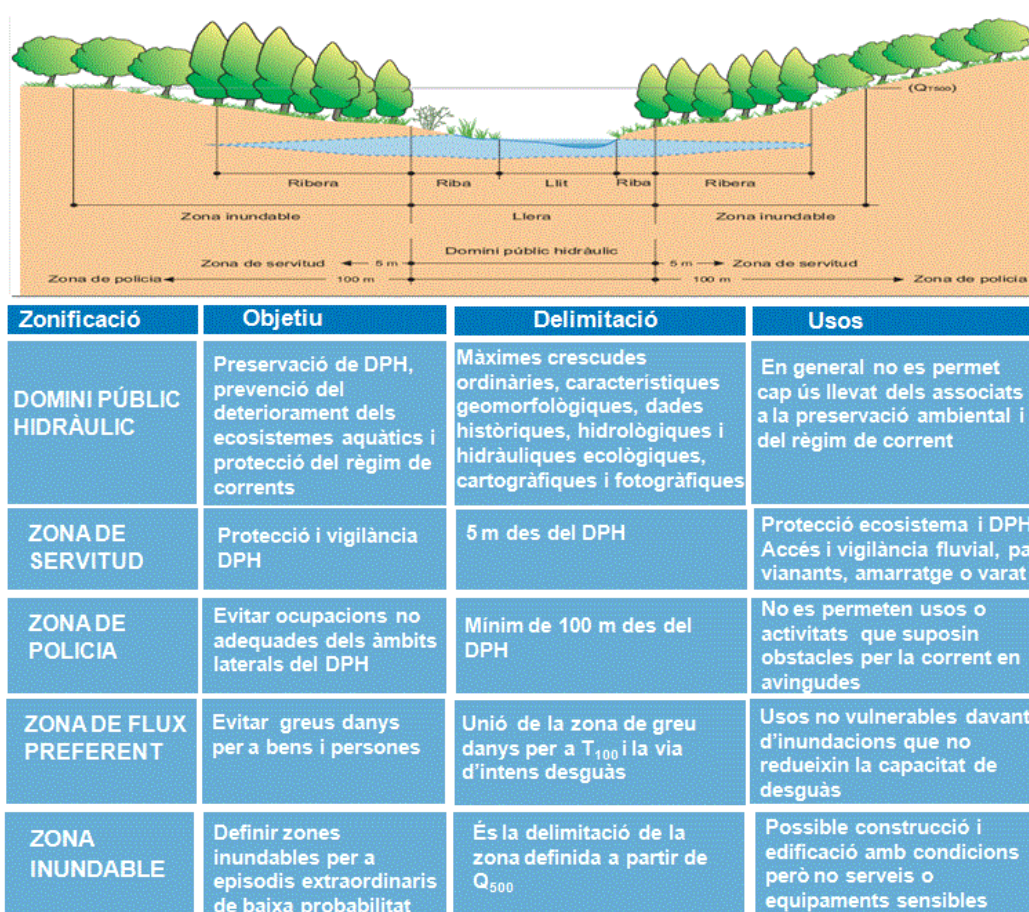


Figura 8. Figura resum de la zonificació de l'entorn fluvial. Font ACA.

La **zona de flux preferent (ZFP)** és la unió de la zona constituïda per la via d'intens desguàs (VID) i la zona a la qual es poden produir danys greus als béns i persones. Ambdós zones s'obtenen a partir de la modelització hidràulica del període de retorn de 100 anys.

La **zona inundable (ZI)** s'obté a partir de la modelització hidràulica per el període de retorn de 500 anys.

En relació a les zones que defineixen l'espai fluvial, en l'àmbit analitzat en el present estudi, i en base la classificació i proposta urbanística de planejament vigent (MUC, gener 2024), pel torrent Innominat i la Noguera de Cardós, no es detecten afeccions en sòl urbà o urbanitzable per zona de flux preferent i zona inundable.

En relació al vessant del Carruga del Farro, es calcula els cabals d'escolament superficial, d'una conca de 0.2km², corresponents a 2.5m³/seg pel període de retorn de T100 anys i de 6 m³/seg pel període de retorn de T500 anys. Es tracta d'aportacions d'escorrentius difusos, producte de la pròpia pluja, i que aniran sent interceptats pels diferents elements de la xarxa urbana de drenatge superficial.

3.1 Límits inundables i Zona de Flux Preferent

A continuació es mostren les figures dels límits inundables per als períodes de retorn de màxima crescuda ordinària (3.5 anys), 100 i 500 anys (Figura 9)), i la zona de flux preferent (ZFP) i la zona inundable (ZI), (Figura 10), en els nuclis de Tírvia i Terveu.

En l'apartat de Plànols es mostra els resultats del torrent Innominat modelitzat en el present estudi, a escala de detall 1:2.500, i els resultats per la Noguera de Cardós extrets del Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (SNCZI), a escala 1:5.000: Delimitació de les zones inundables per als períodes de retorn de TMCO, T100 anys i T500 anys (Plànol 1), Zona de Flux Preferent i Zona Inundable (Plànol 2), Zonificació segons RDPH: DPH, ZS i ZP (Plànol 3).

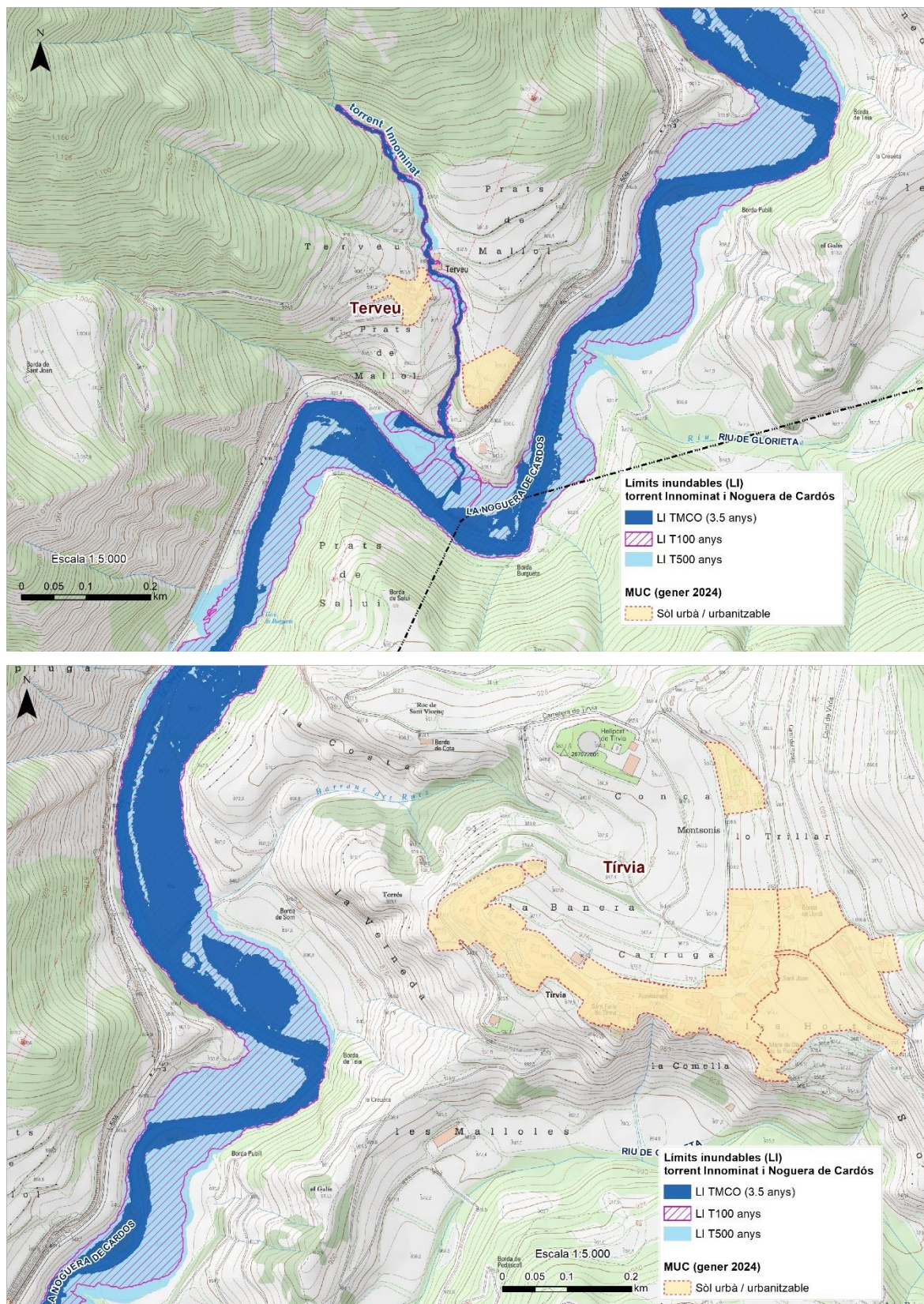


Figura 9. Límits inundables en l'àmbit dels nuclis de Tírvia i Terveu. Base topogràfica 1:5.000 (ICGC).

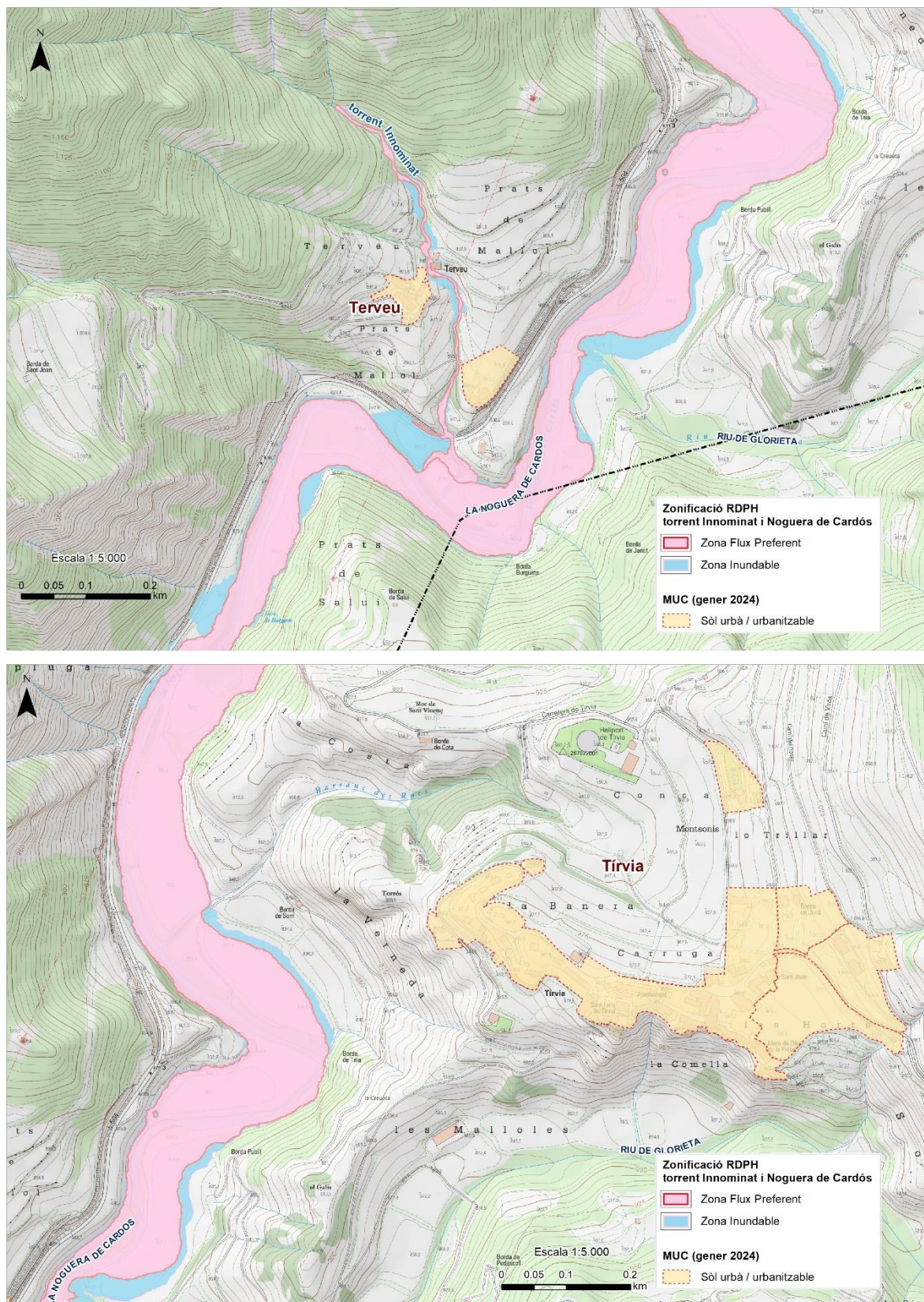


Figura 10. Zonificació segons RDPH: Zona de Flux Preferent i Zona Inundable en l'àmbit dels nuclis de Tírvia i Terveu. Base topogràfica 1:5.000 (ICGC).

En relació al torrent Innominat modelitzat en el present estudi, s'observa mitjançant la visita de reconeixement de camp i els resultats obtinguts que es tracta d'un curs molt encaixat i que discorre pel fons de vall en pràcticament tot el seu recorregut, fins que creua la carretera L-504 i allí el flux es dispersa cap als camps de cultiu d'aigües avall i cap a la banda descendent de la carretera.

En la següent imatge es mostra un exemple del càlcul hidràulic amb el model Iber en el tram final del torrent Innominat, un cop creua la carretera L-504 i desemboca al curs Noguera de Cardós. La figura mostra els vectors de velocitat pel cabal de T500 anys del torrent Innominat, la taca inundable pel cabal de T500 anys pel curs Noguera de Cardós (SNCZI, en blau cel) i la posició de les estructures hidràuliques inventariades.

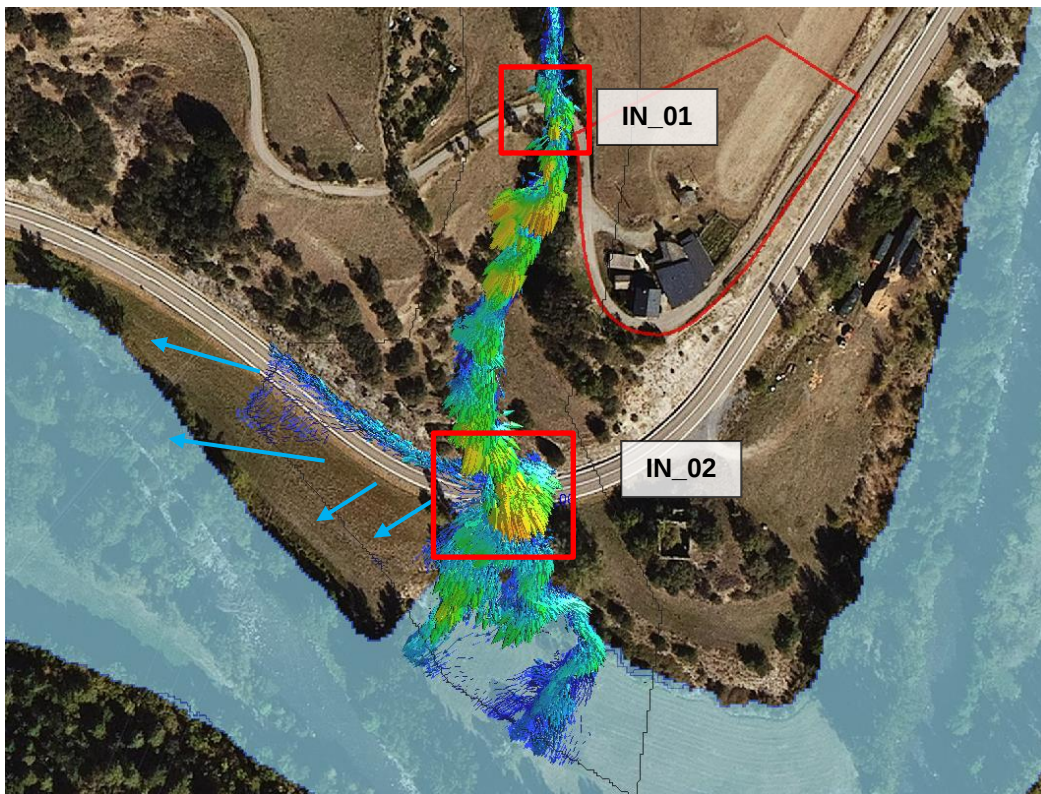


Figura 11. Imatge del model hidràulic Iber pel cabal de T500 anys del torrent Innominat. Esquema de les línies de flux per T500 anys i taca inundable per T500 anys de la Noguera de Cardós (SNCZI).

En relació a les estructures hidràuliques, en el cas del pont que es troba en el camí veïnal que uneix les dues agrupacions d'edificacions (IN_01), aquesta obra de drenatge presentaria capacitat per tots els períodes de retorn.

El cas de l'estructura IN_02, que creua la carretera L-504, presenta una capacitat suficient pel cabal dels 100 anys, tanmateix, ja s'observa desbordaments en aquest punt per períodes de retorn menors. Analitzant els resultats i l'entorn de l'estructura es detecta com aquests desbordaments ja es produeixen aigües amunt abans de l'entrada a l'estructura, cap al marge dret del torrent i d'aquí el flux passa a circular per la carretera i la seva cuneta, saltant finalment cap al camp de cultiu per sota el vial. És a dir, pel cabal de T100 anys el flux no desbordaria completament per sobre el taulell de l'estructura, ja que possiblement les altes pendent del torrent abans d'arriba a la carretera ja afavoreix aquests desbordaments cap als laterals de l'obra de pas. En les següents imatges es mostra la geometria irregular i desdibuixada de la llera del torrent aigües amunt de la carretera i del pas sota la IN_02.



Figura 12. Imatge de la llera del torrent Innominat aigües amunt del seu pas sota la carretera L-504, per l'estructura hidràulica IN_02.

El flux desbordat pel marge dret del torrent Innominat cap a la carretera salta cap al camp de cultiu contigü, tot i que avança de forma difusa i irregular, i els calats que s'assoleixen són inferiors als 5cm.

Aigües avall, en les proximitats de la desembocadura a la Noguera de Cardós, el perfil longitudinal del torrent experimenta un descens significatiu de cota, la llera passa a ser un camí entre camps de cultius, i tot aquest tram final més planer es troba ja afectat per la inundació pels períodes de retorn de T100 i t500 anys de la Noguera de Cardós.

La Noguera de Cardós en el tram de riu que discorre pel terme municipal de Tírvia presenta desbordaments en gran part del recorregut, principalment afectant les parts interiors més planes dels meandres, que en general es troben ocupades per camps de cultius, prats i zones de bosc.

4 Consideracions finals

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

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

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

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

Barcelona, Novembre del 2024.

Anna Martí Pérez

Enginyera de Forests

Vist i plau:

Jordi Marturià i Alavedra

Cap de la Unitat de Prevenció
de Riscos Geològics

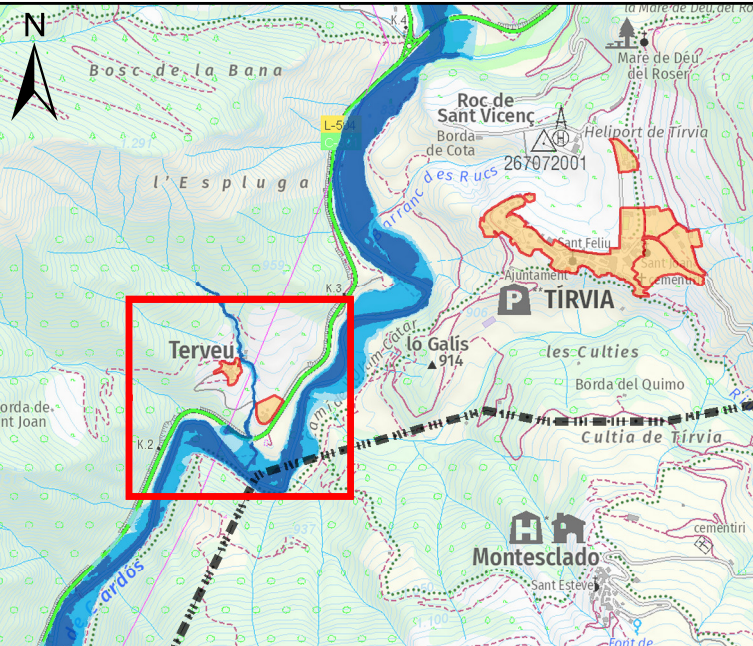
PLÀNOLS



**Estudi d'inundabilitat
en el municipi de Tírvia (Pallars Sobirà)**

Cursos fluvials:

Torrent Innominat, nucli de Terveu

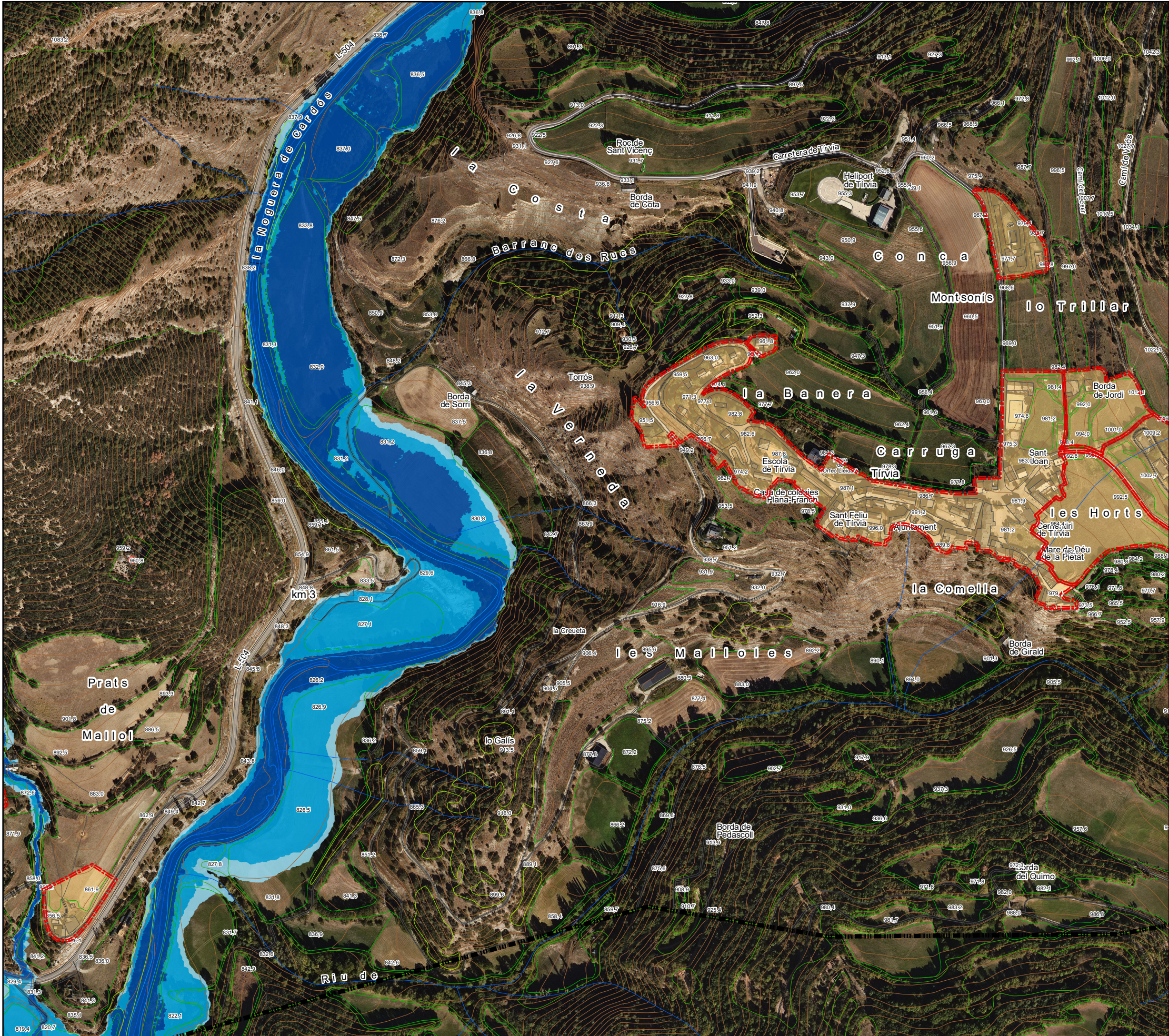


Llegenda

Zones inundables

-  Inundació per a T = 3.5 anys
-  Inundació per a T = 100 anys
-  Inundació per a T = 500 anys
-  Sòl urbà / urbanitzable

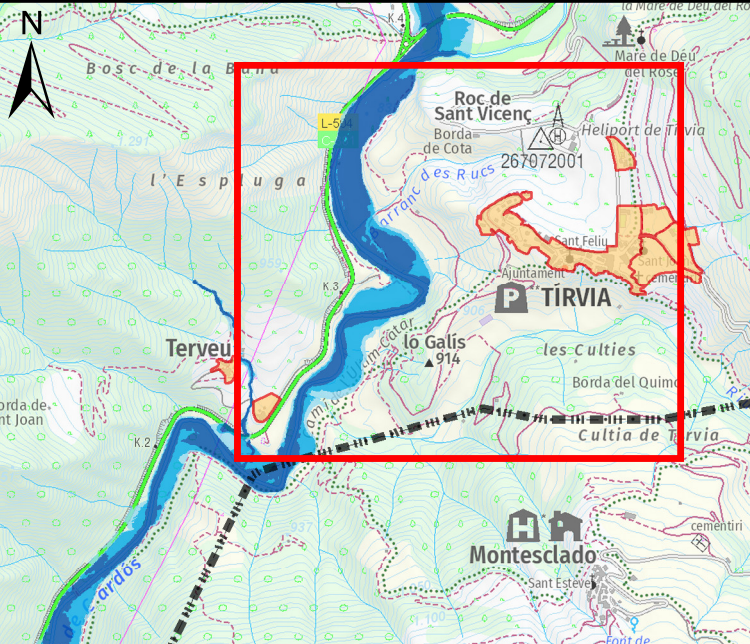
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant MDT - LIDARCAT 3 amb pas de malla de 0.5 i 1m (ICGC, vol Lidar octubre 2022),
Representació gràfica de la inundabilitat del riu Noguera de Cardós procedent del Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (SNCZI) (Visor CHE).
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofotografia a escala 1:2.500, i topografia vectorial 1:5.000 de l'ICGC.



Estudi d'inundabilitat en el municipi de Tírvia (Pallars Sobirà)

Cursos fluvials:

La Noguera de Cardós, nucli de Tírvia (SNCZI)

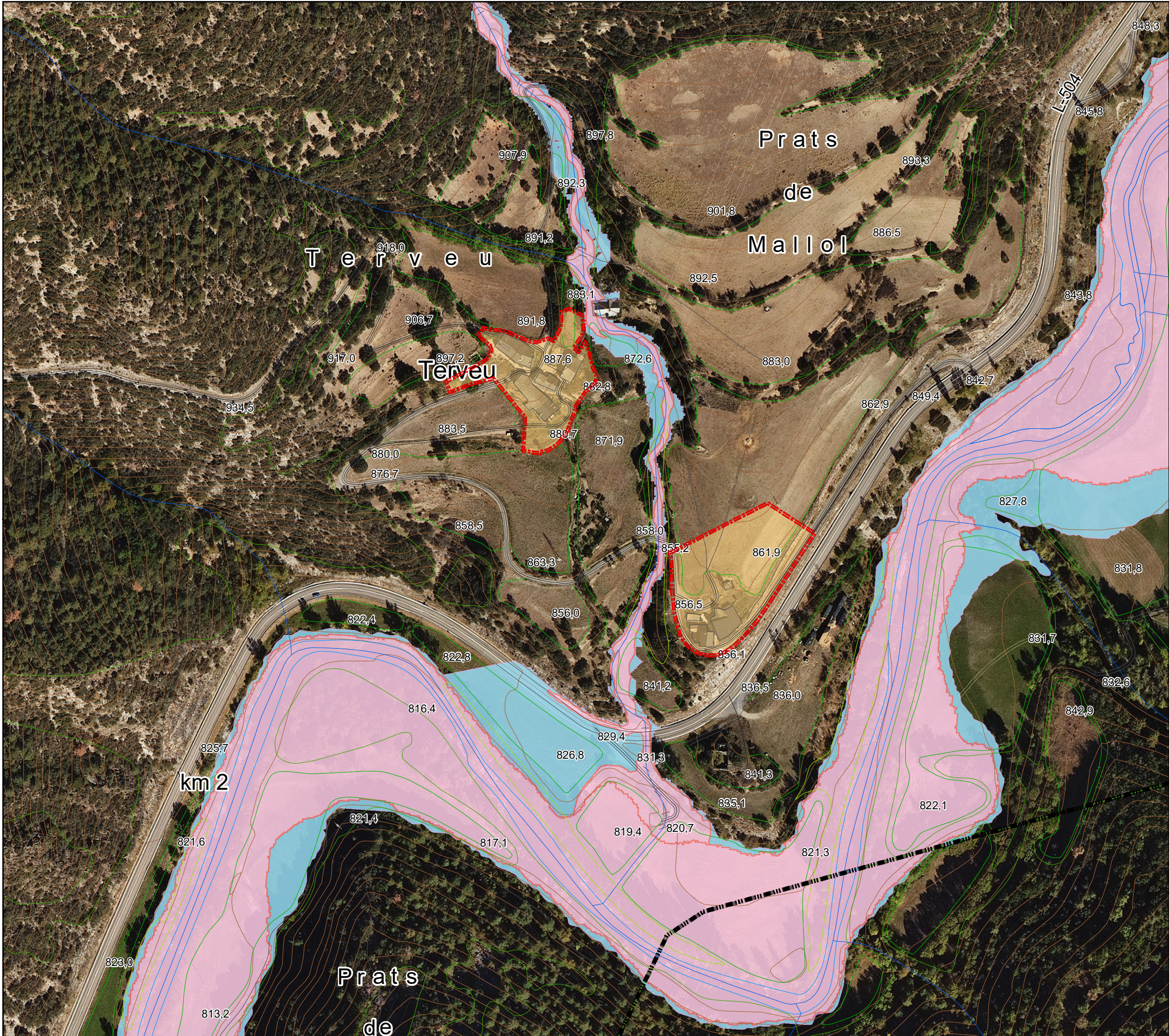


Llegenda

Zones inundables

- Inundació per a T = 3.5 anys
- Inundació per a T = 100 anys
- Inundació per a T = 500 anys
- Sòl urbà / urbanitzable

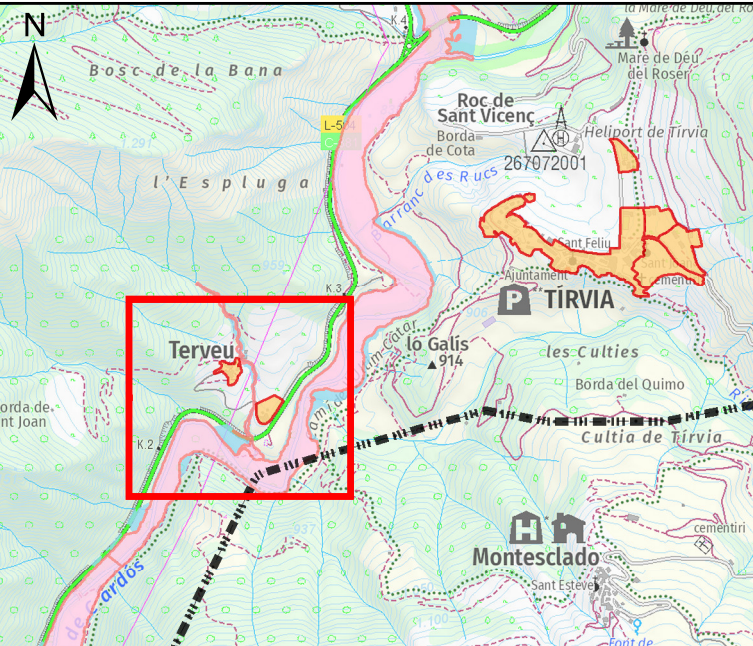
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant MDT - LIDARCAT 3 amb pas de malla de 0.5 i 1m (ICGC, vol Lidar octubre 2022),
Representació gràfica de la inundabilitat del riu Noguera de Cardós procedent del Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (SNCZI) (Visor CHE).
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofotografia a escala 1:2.500, i topografia vectorial 1:5.000 de l'ICGC.



**Estudi d'inundabilitat
en el municipi de Tírvia (Pallars Sobirà)**

Cursos fluvials:

Torrent Innominat, nucli de Terveu

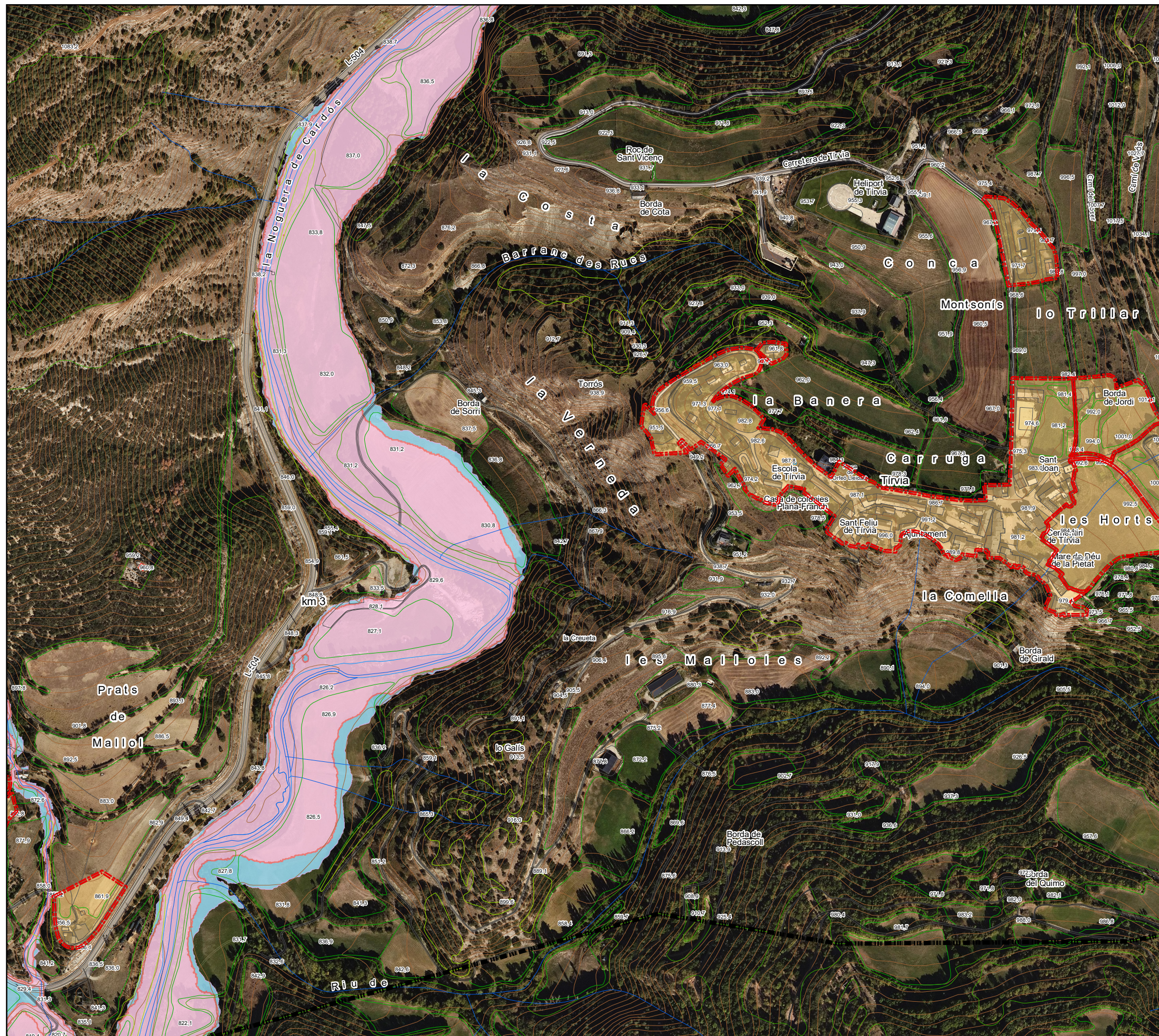


Llegenda

Zonificació RDPH

- Zona de Flux Preferent
- Zona Inundable
- Sòl urbà / urbanitzable

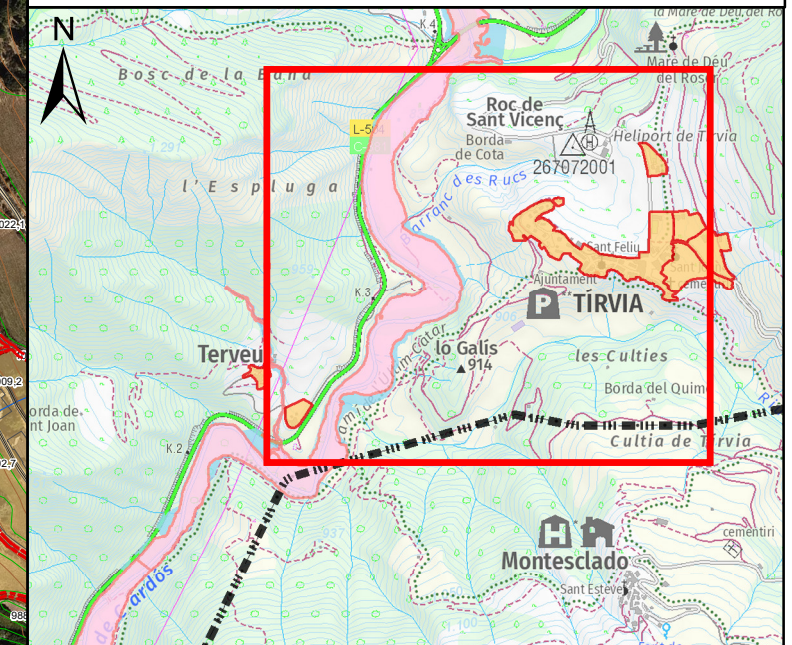
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant MDT - LIDARCAT 3 amb pas de malla de 0.5 i 1m (ICGC, vol Lidar octubre 2022),
Representació gràfica de la inundabilitat del riu Noguera de Cardós procedent del Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (SNCZI) (Visor CHE).
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofotografia a escala 1:2.500, i topografia vectorial 1:5.000 de l'ICGC.



Estudi d'inundabilitat en el municipi de Tírvia (Pallars Sobirà)

Cursos fluvials:

La Noguera de Cardós, nucli de Tírvia (SNCZI)



Llegenda

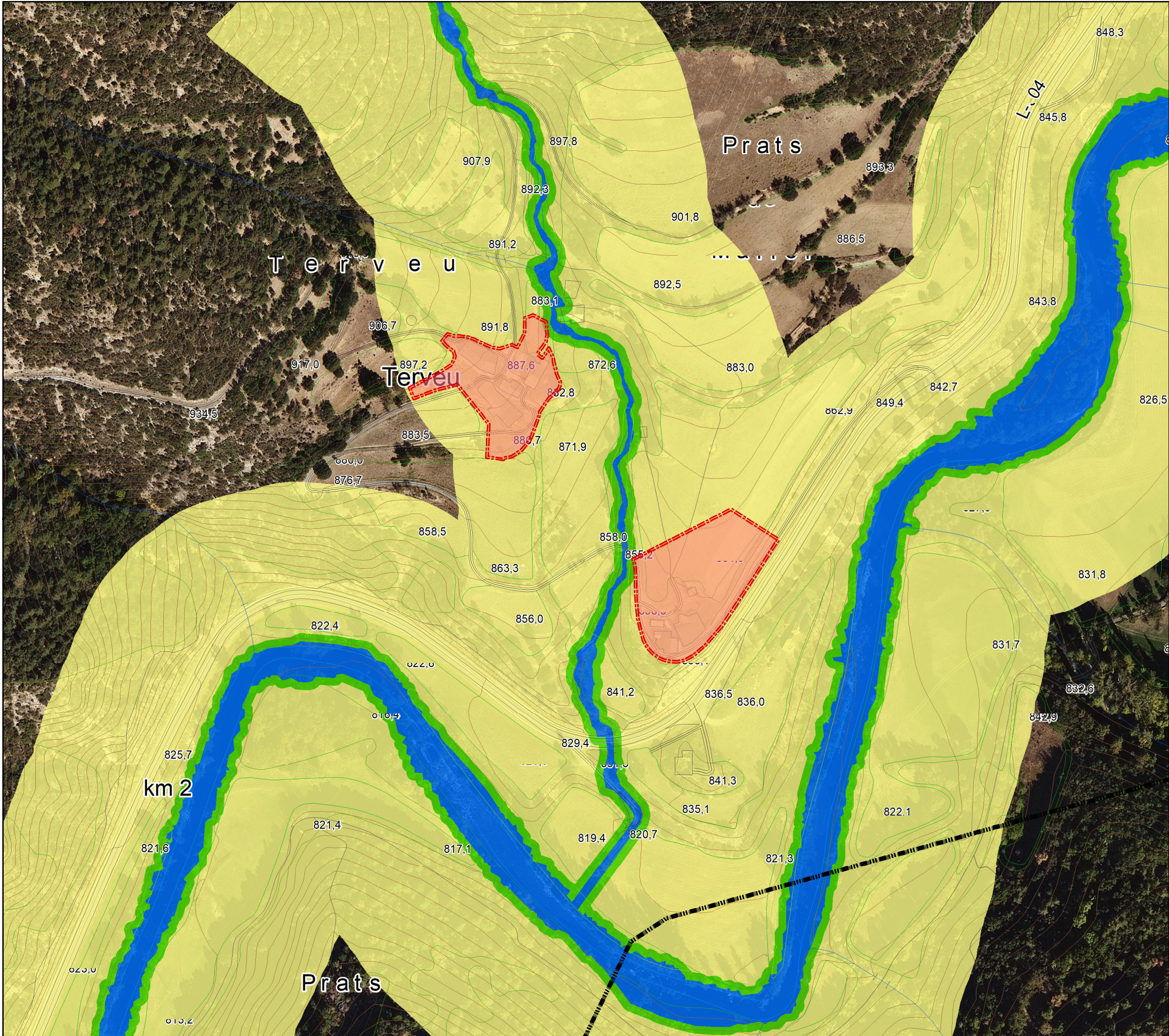
Zonificació RDPH

-  Zona de Flux Preferent
 -  Zona Inundable
 -  Sòl urbà / urbanitzable

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant MDT - LIDARCAT 3 amb pas de malla de 0.5 i 1m (ICGC, vol Lidar octubre 2022),

Representació gràfica de la inundabilitat del riu Noguera de Cardós procedent del Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (SNCZI) (Visor CHE).

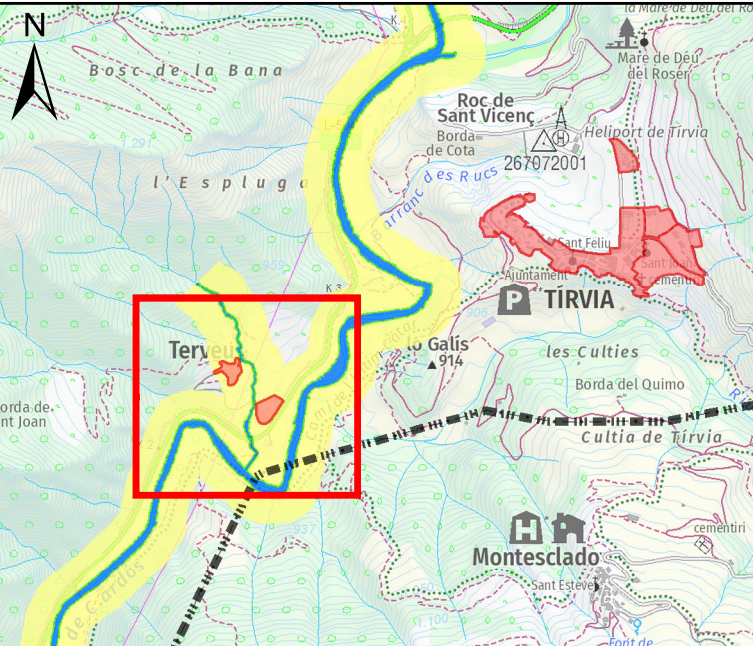
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofotografia a escala 1:2.500, i topografia vectorial 1:5.000 de l'ICGC.



Estudi d'inundabilitat en el municipi de Tírvia (Pallars Sobirà)

Cursos fluvials:

Torrent Innominat, nucli de Terveu

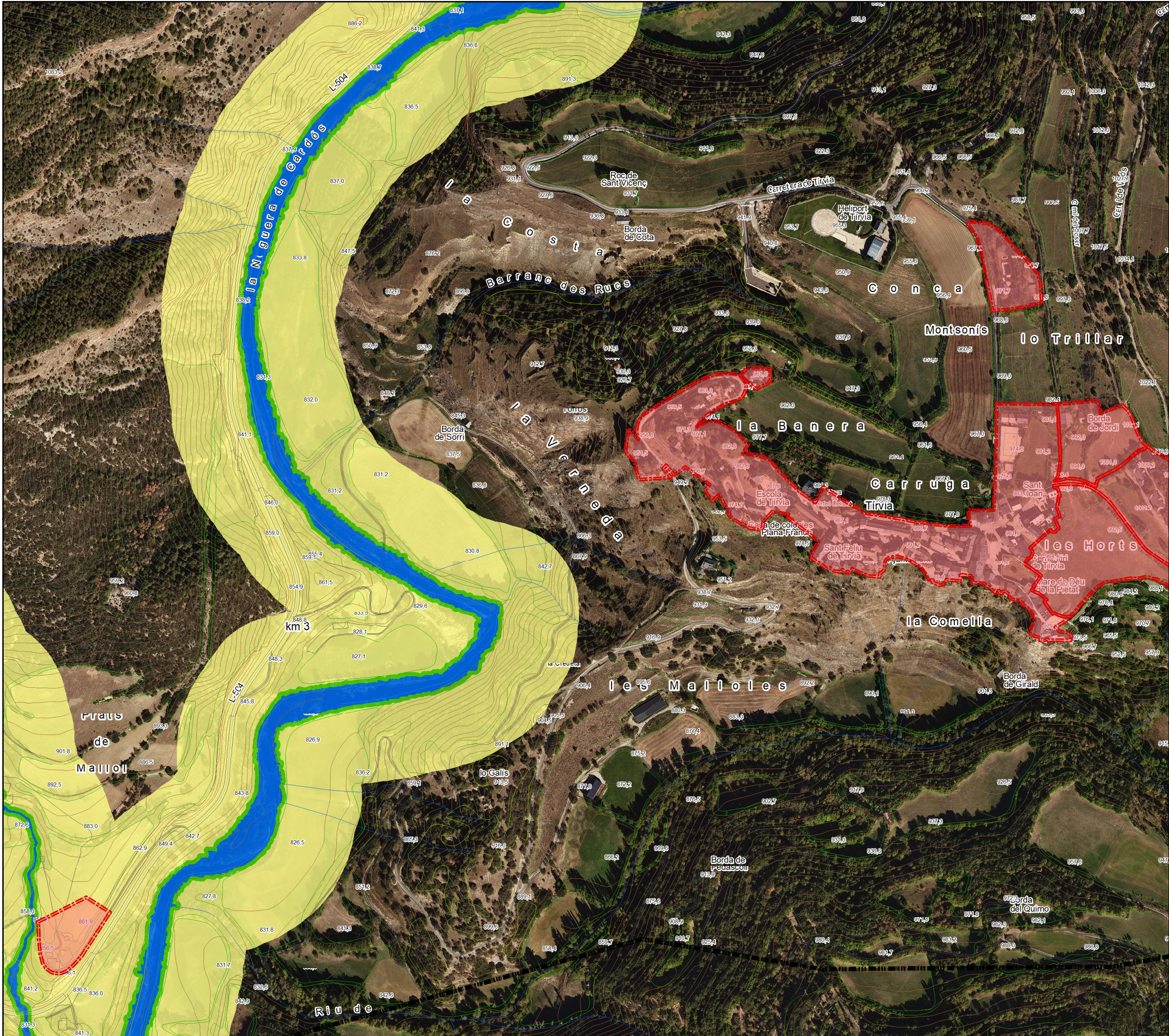


Llegenda

Zonificació RDPH

-  Domini Públic Hidràulic
-  Zona de Servitud
-  Zona de Policia
-  Sòl urbà / urbanitzable

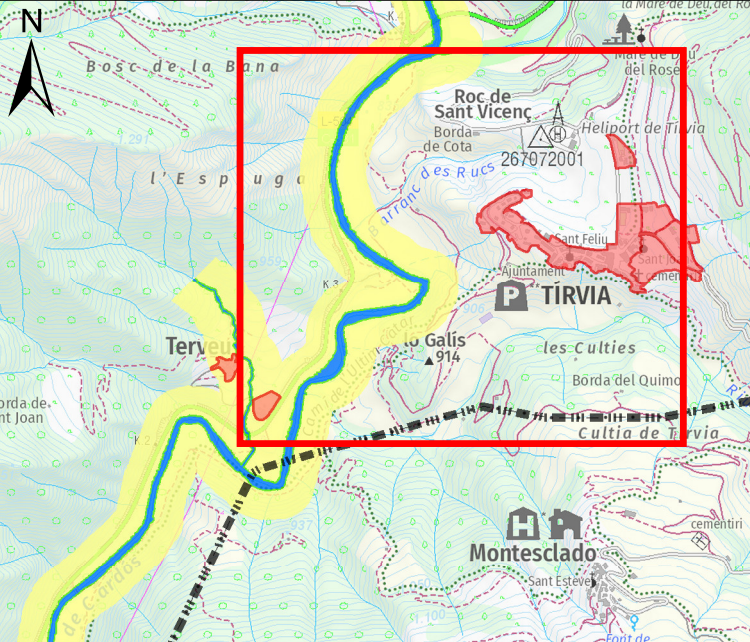
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant MDT - LIDARCAT 3 amb pas de malla de 0.5 i 1m (ICGC, vol Lidar octubre 2022),
Representació gràfica de la inundabilitat del riu Noguera de Cardós procedent del Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (SNCZI) (Visor CHE).
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofotografia a escala 1:2.500, i topografia vectorial 1:5.000 de l'ICGC.



Estudi d'inundabilitat en el municipi de Tírvia (Pallars Sobirà)

Cursos fluvials:

La Noguera de Cardós, nucli de Tírvia (SNCZI)



Llegenda

Zonificació RDPH

- Domini Públic Hidràulic
- Zona de Servitud
- Zona de Policia
- Sòl urbà / urbanitzable

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant MDT - LIDARCAT 3 amb pas de malla de 0.5 i 1m (ICGC, vol Lidar octubre 2022),
Representació gràfica de la inundabilitat del riu Noguera de Cardós procedent del Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (SNCZI) (Visor CHE).
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofotografia a escala 1:2.500, i topografia vectorial 1:5.000 de l'ICGC.

ANNEXES

Annex I. Resum metodològic.

Resum Metodològic

Pel present estudi s'ha emprat la metodologia que recull la Guia Tècnica de Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA, 2003), que es basa en la realització d'un model hidrològic, per determinar els cabals d'avinguda, i d'un model hidràulic, per simular el comportament del flux superficial, pels diferents períodes de retorn.

1 Hidrologia

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

En el present estudi els cabals màxims s'obtenen mitjançant el mètode racional, mètode a partir del qual es calcula el cabal màxim Q_p d'escorrentiu superficial d'una pluja d'intensitat I que cau sobre una conca amb una superfície S , que comença de manera instantània i és constant durant un temps mínim igual al temps de concentració de la conca T_c .

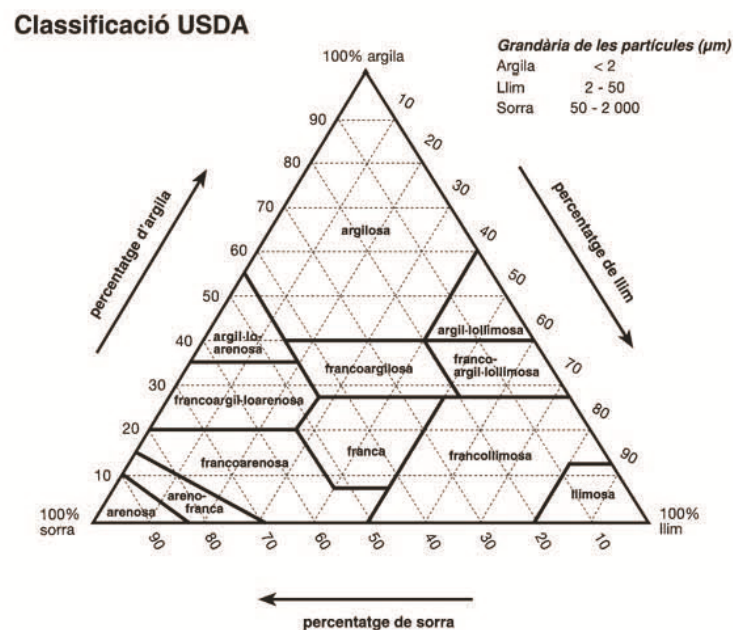
Pel càlcul de cabal, i d'acord a la Guia Tècnica de l'ACA, es poden utilitzar dades recollides als "Mapes de Precipitacions Màximes diàries a Catalunya per a diferents períodes de retorn", del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC, 2020) i dades recollides als mapes inclosos a la guia del Ministerio de Fomento (DGC, 1999), "Máximas lluvias diarias en la España peninsular".

S'ha optat per les precipitacions recollides en els mapes de precipitació màxima diària actualitzades de Catalunya del SMC, ja que corresponen als valors més conservadors.

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

La caracterització del terreny és fa en base a la cartografia Geològica disponible de l'ICGC (Mapa Geològic de Catalunya 1:250.000, Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000 o Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000), del Mapa de Sòls de Catalunya 1:250.000 (ICGC) i del Mapa de Cobertes del sòl de Catalunya (ICGC). Aquesta caracterització permet determinar el Nombre de Corba (NC), que defineix el grau de permeabilitat i el llindar d'escorrentiu de les conques o subconques en estudi.

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



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

- Grup C: sòls amb un potencial d'escorrentiu moderadament alt en condicions d'humitat alta. La circulació de l'aigua a través del sòl es troba una mica restringida. Presenten percentatges d'argila d'entre el 20% i el 40%, amb percentatges de sorra inferiors al 50% i textures franques, francollimoses, francoargil·loarenoses, francoargiloses i francolargil·lollimoses. Sòls amb textures argiloses, argil·lollimoses o argil·loarenoses poden ser-hi inclosos si presenten una densitat aparent baixa o un percentatge superior al 35% de fragments de roques.
- Grup D: sòls amb potencial d'escorrentiu alt en condicions d'humitat alta. La circulació de l'aigua a través del sòl està restringida o molt restringida. Els percentatges d'argila són superiors al 40%, els de sorra inferiors al 50% i presenten textures argiloses. En algunes zones poden presentar potencials d'expansió-contracció alts. També queden inclosos en aquest grup els sòls amb potències inferiors als 50 cm i un basament impermeable.

2 Hidràulica

El model hidràulic permet simular el règim de funcionament de la xarxa fluvial. Les característiques geomorfològiques de cada curs i la previsió de distribució del volum d'aigua en diferents escenaris d'inundació indiquen la idoneïtat d'emprar models unidimensionals (1D) o bé la necessitat d'emprar models bidimensionals més complexes (2D). El desenvolupament del model es detalla a l'Apartat 2 de la memòria.

En el present estudi, s'ha realitzat un model bidimensional pel curs fluvial estudiat, tenint en compte les característiques hidromorfològiques del torrent i les planes d'inundació, sent zones d'altres pendents, i temps de recorregut curts.

En la simulació bidimensional, el càlcul es realitza en règim permanent i s'utilitza el programari IBER, versió 3.2, desenvolupat per l'Institut Flumen de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), conjuntament amb el Centre d'Estudis Hidrogràfics del CEDEX, la Universitat de A Coruña (UdC), i el Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE), de la UPC.

El programari IBER és una eina de càlcul numèric, de flux d'aigua en làmina lliure i règim variable, que ha estat desenvolupat per dur a terme estudis hidrodinàmics en geometries

irregulars, que integra les aproximacions en dues dimensions amb diferents possibilitats de connexió entre dominis.

La informació geomètrica del terreny s'ha obtingut a partir del model d'elevacions del terreny (MDE) LIDAR, de l'ICGC, de pas de malla de 0.5 i 1 m i precisió en altimetria de 15-30 cm.

IBER utilitza esquemes numèrics d'alta resolució, que permeten el càlcul de fluxos discontinus i que permet treballar en dues dimensions, amb malles de càlcul irregulars no estructurades, formades per quadrilàters i/o triangles, a les que s'assigna diferents variables de càlcul.

Un cop delimitats els límits d'aplicació del model hidràulic 2D, es recopila informació sobre la geometria del terreny, l'existència d'estructures hidràuliques transversals i/o longitudinals (com murs o travesses), les característiques de la cobertura del terreny (coeficients de rugositat) i els cabals d'avinguda per a cada període de retorn en estudi.

La informació dels coeficients de rugositat de Manning, s'obté del MCSC del ICGC per a les planes de inundació i lleres no definides, mentre que per a establir la rugositat de la zona del canal s'empra la metodologia basada en l'estudi "*Guide of selecting manning's roughness coefficients for natural channel and floodplains*" del United States Geological Survey (USGS).

Cal definir unes condicions de contorn, d'entrada i sortida, del model hidràulic. Les condicions de contorn d'entrada venen condicionades pels cabals de càlcul, obtinguts del model hidrològic. Per als càlculs bidimensionals s'utilitzen els cabals màxims, al ser un càlcul en règim permanent.

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

En relació a l'efecte de les estructures hidràuliques transversals (ponts, guals, "*culverts*") s'ha tingut en compte els més significatius, segons els objectius i requeriments d'un estudi d'aquestes característiques, i per l'escala de treball. No s'incorpora la xarxa de drenatge urbana de les zones urbanitzades, ja que no és objecte de càlcul en un estudi de la inundabilitat, que ve donada per escorrentiu superficial, però que, en tot cas, aquesta ret de drenatge, podria assumir un cert volum del flux per períodes de retorn baixos. La informació de les estructures hidràuliques, s'obté d'informació bibliogràfica o de dades de

camp. Tant en els models 1D com 2D, s'introdueix aquesta informació per tal que el càlcul reflecteixi el seu efecte en l'evolució de la inundabilitat al seu entorn.

Respecte les zones urbanes i en els models bidimensionals, l'efecte d'obstrucció al pas del flux que produeixen els edificis es representa extraient-ne el volum corresponent de la malla de càlcul del model o incorporant els edificis com a obstruccions, però, en tot cas, es tracta de volums o polígons no inundables.

En relació a l'existència de canalitzacions soterrades, els models hidràulics no incorporen un estudi detallat de l'avanç del flux per l'interior dels soterraments, amb els diferents canvis de secció, curvatura, pendents, rugositat, etc. La modelització hidràulica tracta la capacitat de l'estructura en base la secció d'entrada.

3 Tractament de resultats

A partir dels models hidràulics s'obtenen els resultats en format ràster dels calats d'inundació (Y) i velocitats del flux (V), els quals es processen per l'obtenció dels mapes de perillositat d'inundació per als períodes de retorn de 100 i 500 anys i els límits inundables per als períodes de retorn de MCO, 100 i 500 anys.

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

- Perillositat lleu → $Y < 0.4 \text{ m}$ i $V < 0.4 \text{ m/s}$ ó $Y \times V < 0.08 \text{ m}^2/\text{s}$
- Perillositat moderada → $Y \geq 0.4 \text{ m}$ i $V \geq 0.4 \text{ m/s}$ ó $Y \times V \geq 0.08 \text{ m}^2/\text{s}$
- Perillositat greu → $Y \geq 1 \text{ m}$ i $V \geq 1 \text{ m/s}$ ó $Y \times V \geq 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$

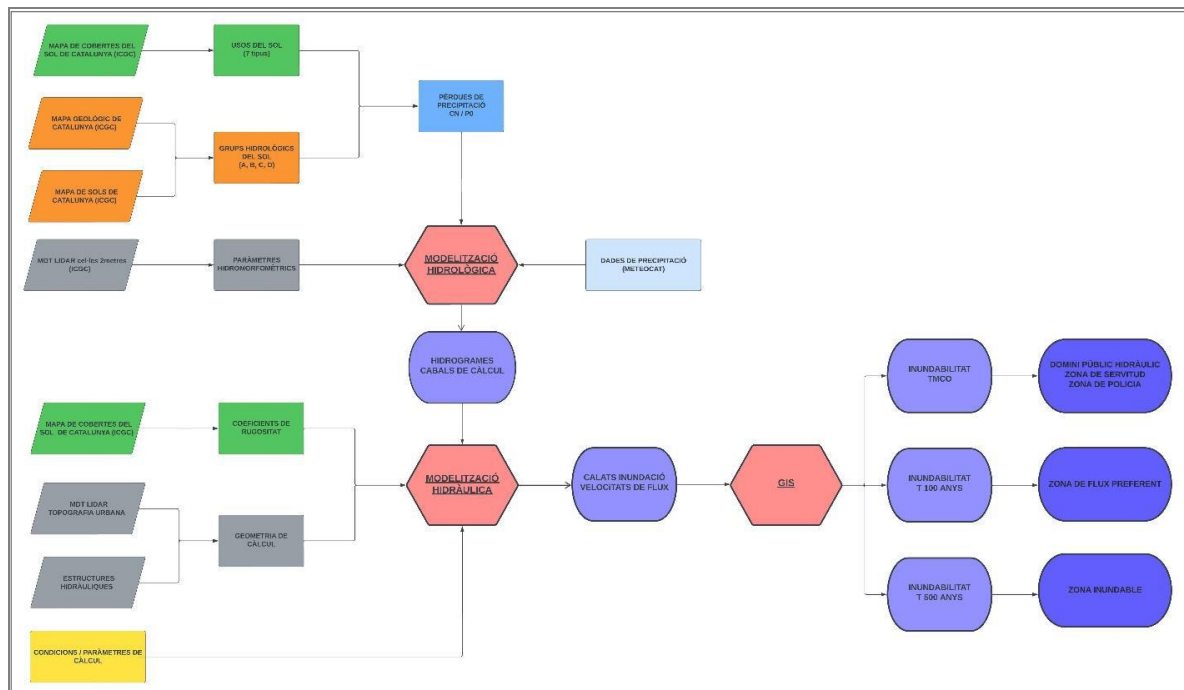
Segons el Reial Decret 638/2016, de 9 de desembre de 2016, cal definir la zona de flux preferent (resultat de la combinació de la Via d'Intens Desguàs (VID) i la zona de perillositat greu per al període de retorn de 100 anys), i la zona inundable per a T=500 anys (ZI).

El format d'entrega de la informació dels límits inundables i la perillositat és el vectorial (shapefile o geopackage). La informació de calats d'inundació es pot consultar als plànols de calats d'inundació per a cada període de retorn i també en els arxius d'entrega en format txt.

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

4 Diagrama resum del flux de treball

Es presenta una figura que resumeix la metodologia de treball.

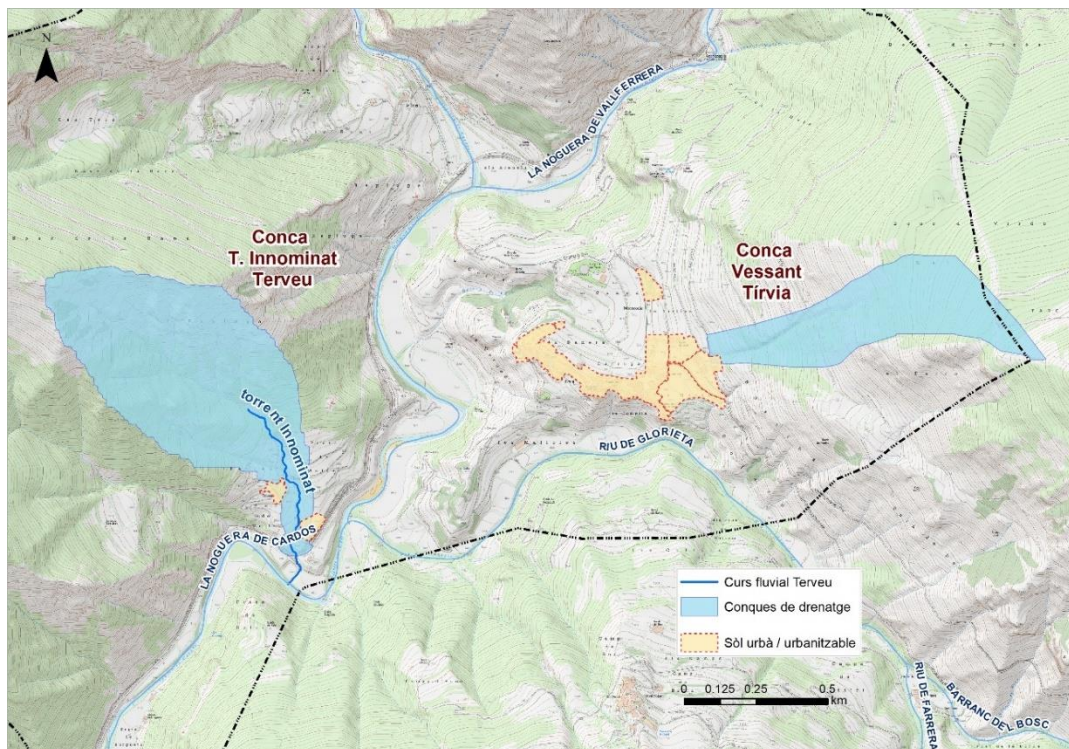


Annex II. Hidrologia.

Hidrologia segons Guia Tècnica

D'acord amb la Guia Tècnica de l'ACA, per al càlcul hidrològic, es poden utilitzar dades recollides als “Mapes de precipitació màxima diària esperada a Catalunya per a diferents períodes de retorn”, del Servei Meteorològic de Catalunya i dades recollides als mapes inclosos a la guia del Ministerio de Fomento (DGC, 1999), “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”. En el present estudi s'opta per utilitzar les dades de precipitacions màximes diàries (Pd) actualitzades del SMC (2020), ja que corresponen als valors més conservadors.

- Conques model hidrològic.



- Paràmetres hidromorfomètrics.

	Àrea (km ²)	Longitud (km)	Cota Aigües amunt	Cota Aigües avall	Pendent mitjà (%)	Grau urbanit. u (%)	Tipus conca	Temps concet. Tc (h)
Conca T. Innominat Terveu	0.46	1.4	1400	830	40.7%	<1%	Rural	0.46
Conca Vessant Tírvia	0.22	1.3	1570	1020	42.3%	<1%	Rural	0.4

El *temps de concentració* T_c és el temps que transcorre entre la finalització de l'episodi de precipitació i la sortida de la darrera gota d'escorrentiu superficial. S'agafa com el temps que triga una gota de pluja neta caiguda a l'extrem superior del curs principal a sortir pel punt de sortida. En tractar-se de conques rurals amb un grau d'urbanització no superior al 4 % de l'àrea de la conca, s'utilitza la fórmula proposada per J.R. Témez. El temps de concentració T_c s'expressa en h.

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

- Precipitació / Intensitat.

Per al càlcul dels valors de precipitació diària P_d 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 P_d 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.

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 la del temps de concentració de la conca, 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 $D = T_c$ 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 d'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 al temps de concentració T_c , segons la hipòtesi del mètode racional.

Conca	Superfície conca	Període de retorn	Pd SMC	Pd' adoptada	IDF (Sintética)
Conca T. Innominat Terveu	0.46	T2	56	56	40.4
		T3.5	65	65	46.9
		T5	74	74	53.4
		T100	172	172	124.1
		T500	279	279	201.3
Conca Vessant Tírvia	0.22	T2	59	59	44.1
		T3.5	69	69	51.2
		T5	78	78	58.3
		T100	172	172	128.6
		T500	264	264	197.4

- Pèrdues de precipitació.

El Soil Conservation Service (SCS), depenent del Servei Geològic dels Estats Units (USGS), va tabular els NC segons l'ús del sòl, el pendent, les característiques hidrològiques i el grup de sòl. La relació entre el P_0 i l'NC utilitzada habitualment a la Península és la proposada per Témez.

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

On P_0 és el llindar d'escorrentiu en condicions d'humitat de tipus II, condicions d'humitat normals. S'expressa en mm; i NC, el nombre de corba, és adimensional.

La part de pluja infiltrada que correspon a les pèrdues de precipitació, es calcula segons el mètode del SCS, en el qual es té en compte:

- Grup de sòl, en funció de la litologia del subsol
- Usos del sòl, en funció de la cobertura del sòl (asfalt, conreus, ...)
- Nombre de corba NC assignat (valor invers a l'escolament)

Per la determinació dels grups de sòl, la Guia Tècnica de l'ACA inclou la classificació segons la cartografia del Mapa Geològic 1:250.000, establint una equivalència entre la descripció litològica i el tipus de sòl.

En el present estudi, s'ha optat per utilitzar la cobertura del Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000 (ICGC), ja que es considera que es tracta de informació de conjunt de més detall. Els materials que afloren a les conques d'estudi són principalment del Devonià i Ordovicià, i en la part baixa de la conca del torrent Innominat de Terveu s'hi troba formacions superficials del Quaternari.

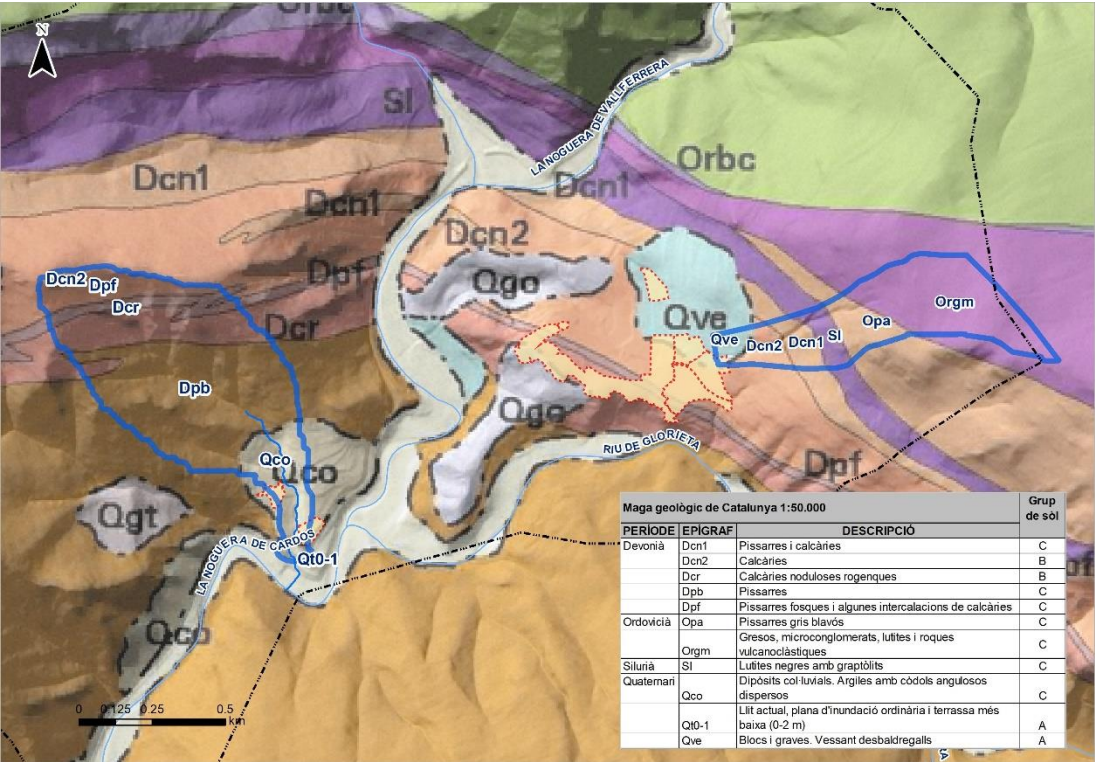
A partir de la informació de les litologies que afloren a les conques d'estudi es genera la capa de Grups Hidrològics del Sòl (GHS). En l'àmbit d'estudi predomina el tipus de sòl C, corresponent a sòls que produeixen majors escolaments.

Per completar la determinació de la capacitat d'infiltració del terreny, cal disposar del mapa de cobertes d'usos del sòl (MCSC, ICGC 1:250.000). Els principals usos del sòl a les conques d'estudi són masses boscoses en gran part de les dues conques, zones de matollar en algunes parts més altes i superfície de conreus herbacis en la part més baixa de la conca hidrogràfica del torrent Innominat a Terveu.

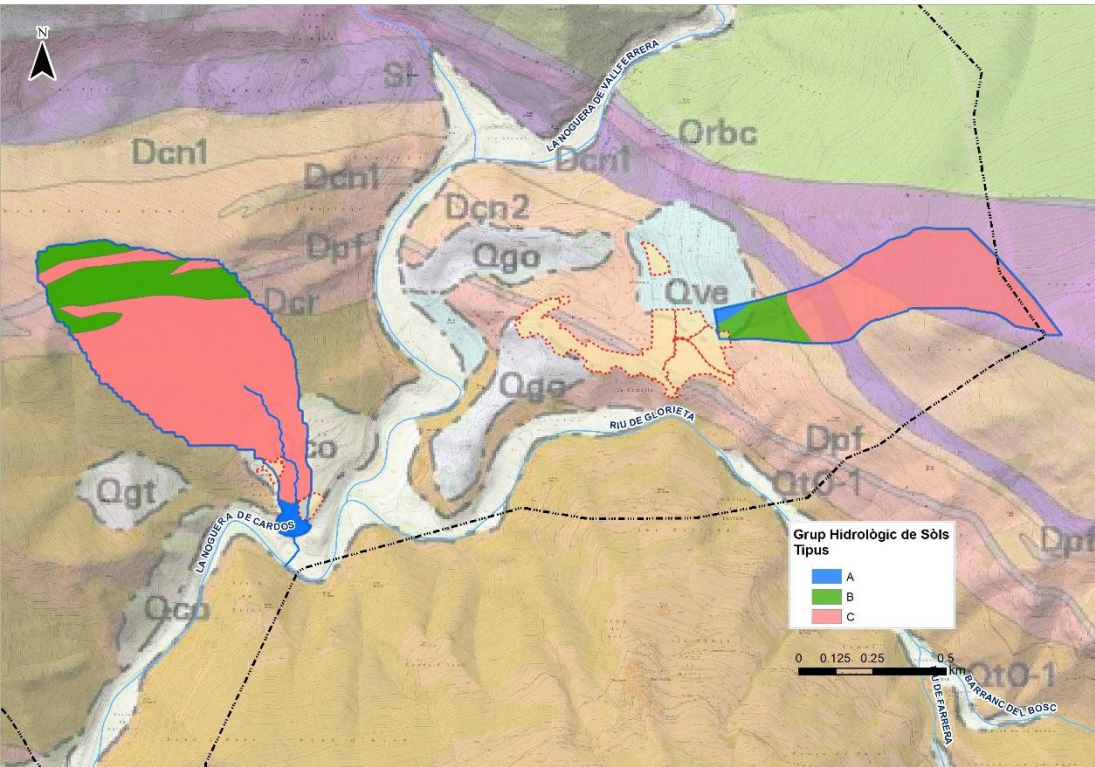
A partir d'aquestes cobertures, es realitza la zonificació que resulta de recollir els criteris, ús del sòl (cobertura), el grup de sòl i la conca d'estudi. El color és el del grup del sòl (blau, A, verd B, vermell C i marró D), i la tonalitat segons l'ús del sòl, més fosc és menys escolament (més retenció i/o infiltració) i més clar és més escolament.

En base la zonificació, s'extreu el grau de permeabilitat, aplicant la relació proposada per Témez, a partir de la qual s'obté els valors de nombre de corba (NC, adimensional) i el llinard d'escorrentiu (Po , mm) per cada subconca definida pel càlcul de cabals.

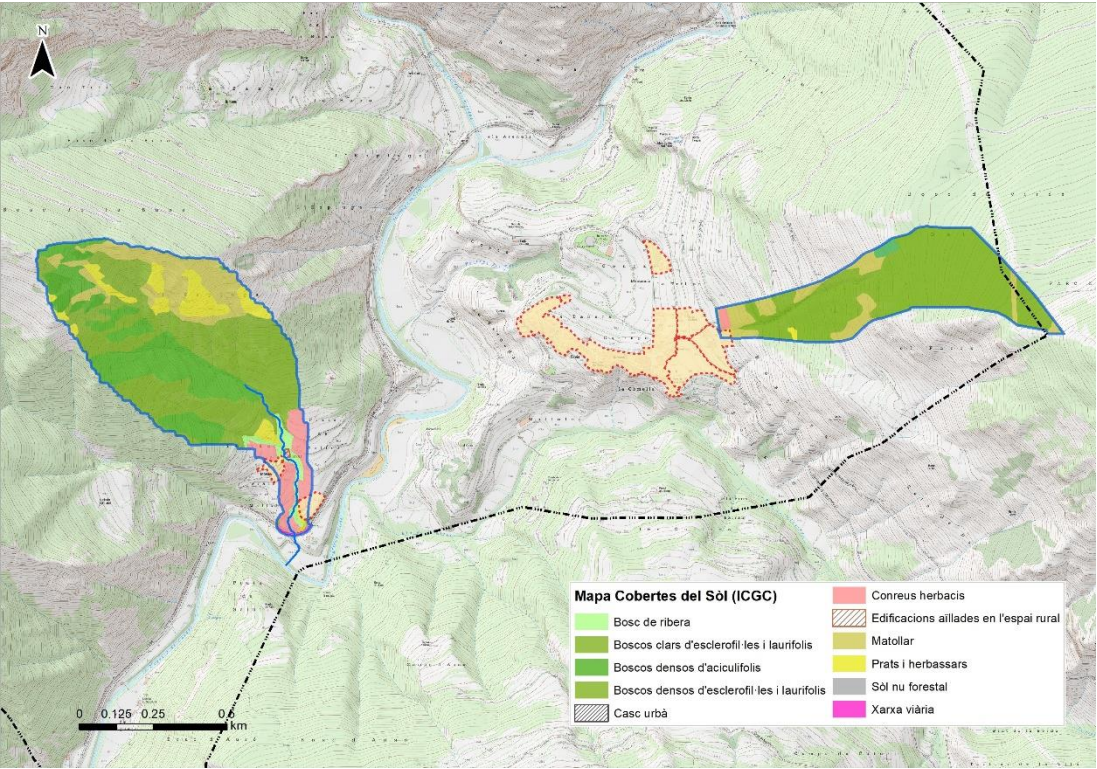
Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000 (ICGC)



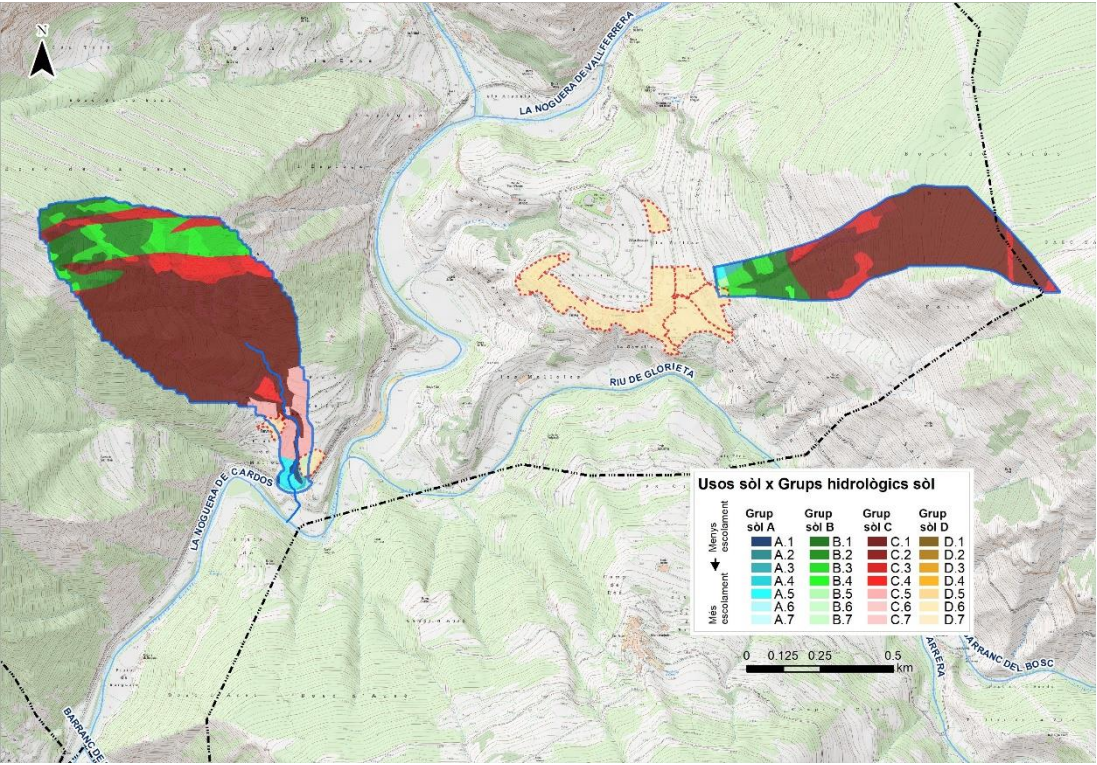
Grups Hidrològics de Sòl (GHS)



Mapa Cobertures del Sòl (MCSC, ICGC 2020)



Intersecció GHS-MCSC



- Aplicació Mètode Racional.

El mètode racional (Guia tècnica d'estudis d'inundabilitat en àmbit local - ACA) calcula el cabal màxim Q_p d'escorrentiu superficial d'una pluja d'intensitat I que cau sobre una conca amb una superfície S , que comença de manera instantània i és constant durant un temps mínim igual al temps de concentració de la conca T_c .

La detracció d'aigua per evapotranspiració i infiltració es realitza mitjançant el coeficient d'escorrentiu C , que és la relació entre el cabal punta Q_p i el cabal $I \cdot S$. Si no hi hagués pèrdues per infiltració, etc. el coeficient C seria 1.

La conca d'aquest estudi compleix els límits d'aplicabilitat del mètode racional: es compleix que el temps de concentració T_c no sigui inferior a 15 minuts ni superior a les 24 hores, la superfície de la conca S no supera els 1.000 km², la conca és predominantment rural i la forma de la conca és tal que no és necessari un model amb subconques. La fórmula bàsica del mètode racional és:

$$Q_p = K \cdot \frac{C \cdot I \cdot S}{3,6}$$

On Q_p és el cabal punta (m³/s), C el coeficient d'escorrentiu (adimensional), i I la intensitat de precipitació (mm/h) corresponent a una durada efectiva de la pluja D igual al temps de concentració T_c de la conca i S la superfície de la conca (km²).

El coeficient d'uniformitat K és un coeficient de majoració que s'utilitza considerant que el cabal punta assolit és més alt perquè hi ha una variabilitat de la intensitat de pluja al llarg de l'episodi. Té l'expressió següent:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

Cal expressar T_c en hores, i el resultat és de $K = 1,15$ per la riera de Vall-llobrega a aigües avall de la confluència amb el rec de Mas Rius, límit del terme, $K = 1,08$ pel rec de Corbatges, $K = 1,03$ pel rec de Mas Rius, $K = 1,06$ pel torrent del Roquer, i $K = 1,03$, $K = 1,07$, $K = 1,04$ i $K = 1,02$ pels torrents Innominats 1, 2, 3 i 4 respectivament. El coeficient d'escorrentiu C s'acostuma a calcular amb la fórmula deduïda per Témez a partir del mètode de l'SCS, la qual, a més a més, va ser adoptada per la instrucció de carreteres:

$$C = \frac{(P'_d - P'_0) \cdot (P'_d + 23 \cdot P'_0)}{(P'_d + 11 \cdot P'_0)^2}$$

On P'_d és el volum de precipitació diària (mm) i P'_0 és el llindar d'escorrentiu (mm). El llindar d'escorrentiu P_0 és el valor de precipitació a partir del qual es produeix escorrentiu superficial. Per a valors inferiors no es produeix escorrentiu superficial, ja que tota l'aigua caiguda es perd per intercepció, infiltració o evapotranspiració. Aquest paràmetre depèn del tipus i l'ús del sòl i permet calcular la pluja neta a partir de la precipitació.

Al llindar d'escorrentiu P_0 se li aplica un coeficient r , anomenat *factor regional*, que reflecteix la variació regional d'humitat habitual en el sòl al començament de les pluges significatives. A Catalunya es recomana adoptar un factor regional d'1,3. Per tant, el llindar d'escorrentiu que caldrà fer servir en el càlcul de la pluja neta és el valor de P'_0 , calculat com:

$$P'_0 = r \cdot P_0 = 1,3 \cdot P_0$$

El Soil Conservation Service (SCS), depenent del Servei Geològic dels Estats Units (USGS), va tabular els NC segons l'ús del sòl, el pendent, les característiques hidrològiques i el grup de sòl. La relació entre el P_0 i l'NC utilitzada habitualment a la Península és la proposada per Témez.

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

On P_0 és el llindar d'escorrentiu en condicions d'humitat de tipus II, condicions d'humitat normals. S'expressa en mm; i NC, el nombre de corba, és adimensional.

Ponderant en superfície, s'obté els valors del NC per les conques on es determina el càlcul d'escorrentius, segons estimació moderada i conservadora. Pel càlcul hidrològic del present estudi s'opta per l'estimació mitja.

Subconca	Estimació moderada		Estimació conservadora		Estimació mitja	
	CN	Po	CN	Po	CN	Po
Conca T. Innominat Terveu	57	37.2	65	26.7	61	32
Conca Vessant Tírvia	55	41	63	29.2	59	35

A continuació es mostra els cabals i volums provinents d'escorrentius superficials a considerar per les conques d'estudi.

	Cabals màxims (m3/seg)			Volum escorrentius superficials (m3)		
	T=3.5 anys	T=100 anys	T=500 anys	T=3.5 anys	T=100 anys	T=500 anys
Conca T. Innominat Terveu	0.5	6.1	14.3	870	10.013	23.643
Conca Vessant Tírvia	0.2	2.7	6.0	384	4.257	9.395

Annex III. N_Multiparamètrica

1 Taules de n composta per lleres

A la zona de la llera s'ha seguit el protocol de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) per a estudis de detall mig, amb n multiparamètrica, basats en l'estudi "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS). Es tenen en compte diferents paràmetres de la geometria de la llera i dels elements presents, que puguin influir durant les avingudes.

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

on:

- n_b : valor de n per una llera recta, 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 dimensions de la secció transversal.
- n_3 : factor de correcció per incorporar obstruccions al flux.
- n_4 : factor de correcció per incorporar l'efecte de vegetació.
- m: factor de correcció per incorporar l'efecte de la sinuositat en planta (meandres) de la llera.

Els valors dels paràmetres utilitzats i els seus resultats es mostren en la següent taula. El valor de n_2 ja es té en compte en el model hidràulic.

	nb	n 1	n3	n4	m	n
Torrent Innominat	0.024	0.006	0.01	0.025	1	0.06

Les taules per l'obtenció d'aquests paràmetres s'extreuen del document "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains" (USGS).

- Valors del coeficient de manning de base (n_b) per una llera recta, uniforme i materials naturals.

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

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

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

$$SP = \gamma RS_w V \quad (4)$$

where:

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

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

- Valors del coeficient manning per factors que afecten la rugositat de les lleres (n_1, n_2, n_3, n_4).

Table 2 . Adjustment Values for Factors that Affect the Roughness of a Channel [modified from Aldridge and Garrett, 1973, Table 2]		
Channel Conditions	n Value Adjustment ¹	Example
Degree of Irregularity (n_1)		
Smooth	0.000	Compares to the smoothest channel attainable in a given bed material.
Minor	0.001-0.005	Compares to carefully degraded channels in good condition but having slightly eroded or scoured side slopes.
Moderate	0.006-0.010	Compares to dredged channels having moderate to considerable bed roughness and moderately sloughed or eroded side slopes.
Severe	0.011-0.020	Badly sloughed or scalloped banks of natural streams; badly eroded or sloughed sides of canals or drainage channels; unshaped, jagged, and irregular surfaces of channel
Variation in channel cross section (n_2)		
Channel Conditions	n Value Adjustment ¹	Example
Gradual	0.000	Size and shape of channel cross sections change gradually.
Alternating occasionally	0.001-0.005	Large and small cross sections alternate occasionally, or the main flow occasionally shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.
Alternating frequently	0.010-0.015	Large and small cross sections alternate frequently, or the main flow frequently shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.
Effect of obstruction (n_3)		
Channel Conditions	n Value Adjustment ¹	Example
Negligible	0.000-0.004	A few scattered obstructions, which include debris deposits, stumps, exposed roots, logs, piers, or isolated boulders, that occupy less than 5 percent of the cross-sectional area.
Minor	0.005-0.015	Obstructions occupy less than 15 percent of the cross-sectional area, and the spacing between obstructions is such that the sphere of influence around one obstruction does not extend to the sphere of influence around another obstruction. Smaller adjustments are used for curved smooth-surfaced objects than are used for sharp-edged angular objects.
Appreciable	0.020-0.030	Obstructions occupy from 15 percent to 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause the effects of several obstructions to be additive, thereby blocking an equivalent part of a cross section.
Severe	0.040-0.050	Obstructions occupy more than 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause turbulence across most of the cross section.
Amount of vegetation (n_4)		
Channel Conditions	n Value Adjustment ¹	Example

Small	0.002-0.010	Dense growths of flexible turf grass, such as Bermuda, or weeds growing where the average depth of flow is at least two times the height of the vegetation; supple tree seedlings such as willow, cottonwood, arrowhead, or saltcedar growing where the average depth of flow is at least three times the height of the vegetation.
Medium	0.010-0.025	Turf grass growing where the average depth of flow is from one to two times the height of the vegetation; moderately dense stemy grass, weeds, or tree seedlings growing where the average depth of flow is from two to three times the height of the vegetation; brushy, moderately dense vegetation, similar to 1-to-2-year-old willow trees in the dormant season, growing along the banks, and no significant vegetation is evident along the channel bottoms where the hydraulic radius exceeds 0.61 meters.
Large	0.025-0.050	Turf grass growing where the average depth of flow is about equal to the height of the vegetation; 8-to-10-years-old willow or cottonwood trees intergrown with some weeds and brush (none of the vegetation in foliage) where the hydraulic radius exceeds 0.60 m; bushy willows about 1 year old intergrown with some weeds along side slopes (all vegetation in full foliage), and no significant vegetation exists along channel bottoms where the hydraulic radius is greater than 0.61 meters.
Very Large	0.050-0.100	Turf grass growing where the average depth of flow is less than half the height of the vegetation; bushy willow trees about 1 year old intergrown with weeds along side slopes (all vegetation in full foliage), or dense cattails growing along channel bottom; trees intergrow with weeds and brush (all vegetation in full foliage).

(Degree of Meandering m)^{1 2} m

Channel Conditions	<i>n</i> Value Adjustment ¹	Example
Minor	1.00	Ratio of the channel length to valley length is 1.0 to 1.2.
Appreciable	1.15	Ratio of the channel length to valley length is 1.2 to 1.5.
Severe	1.30	Ratio of the channel length to valley length is greater than 1.5.

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

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

2 Imatges exemple de la llera del torrent Innominat, al nucli de Terveu.

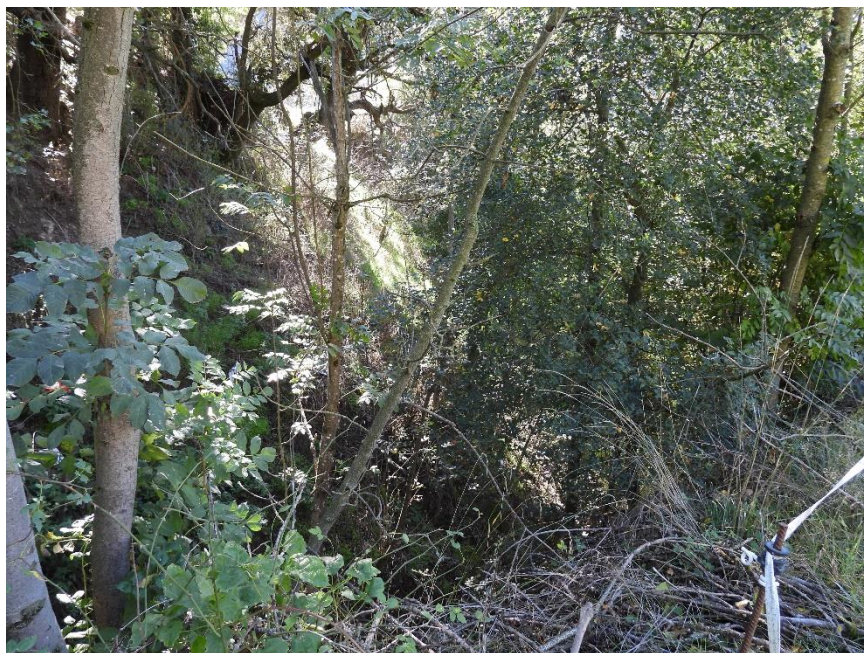
Imatge de la llera del torrent Innominat, al llarg del seu recorregut fins la desembocadura a la Noguera de Cardós. El torrent, al llarg del tram estudiat presenta canvis en la geometria de la llera, marges i presència de vegetació.

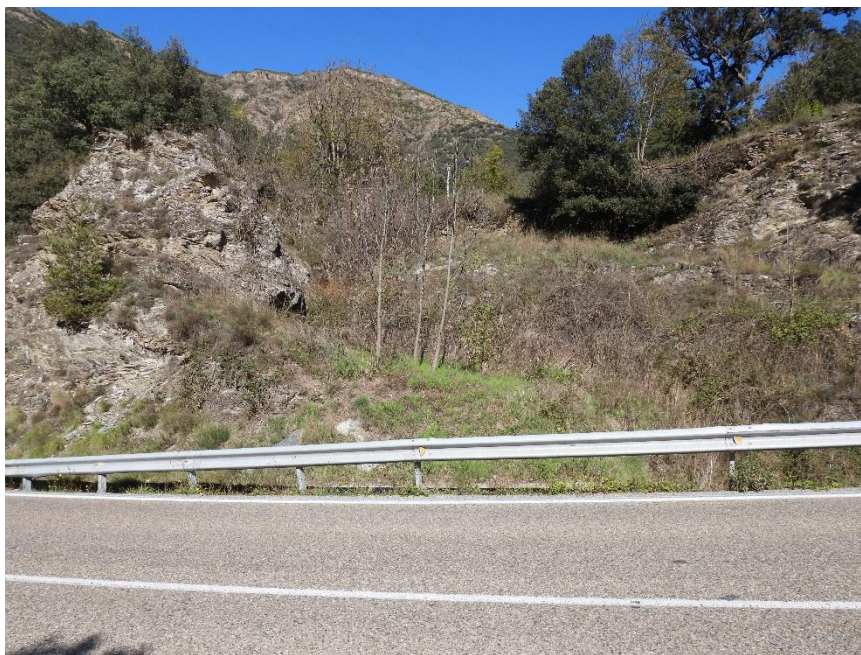




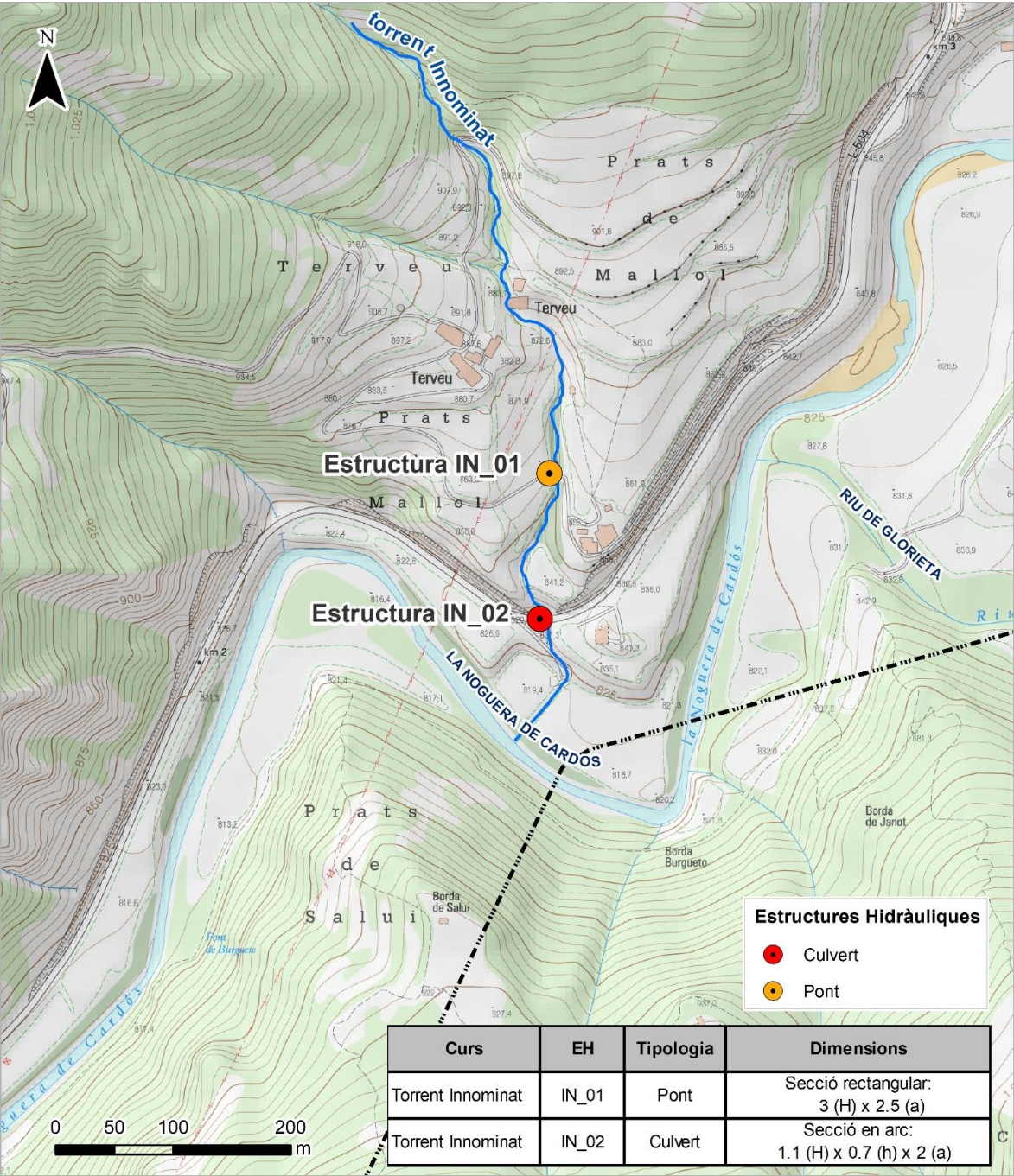


Imatges de la llera, aigües avall de la carretera L-504 fins la desembocadura.

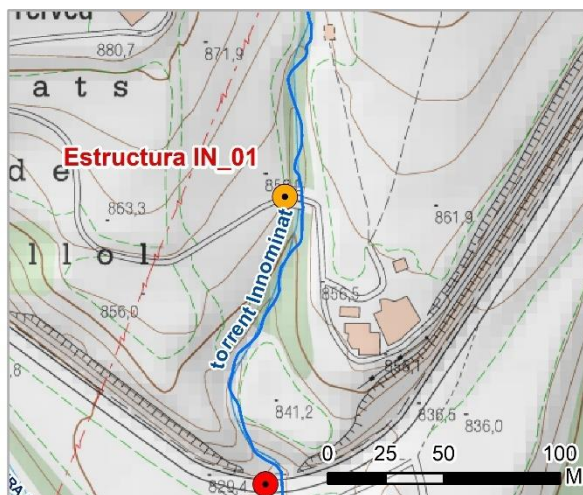
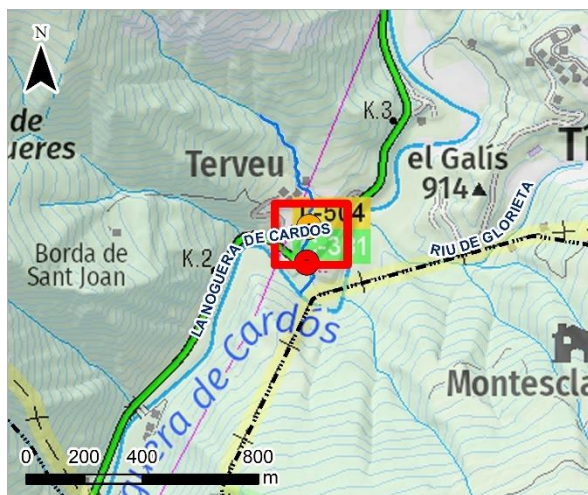
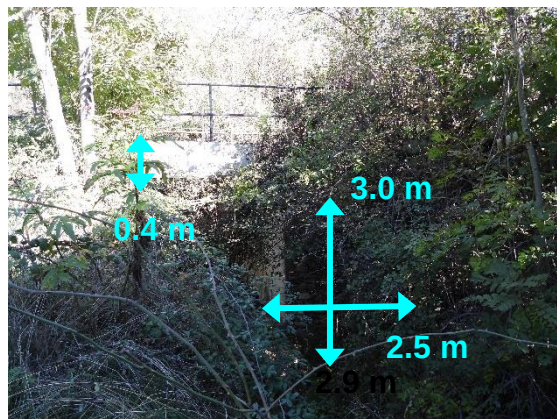




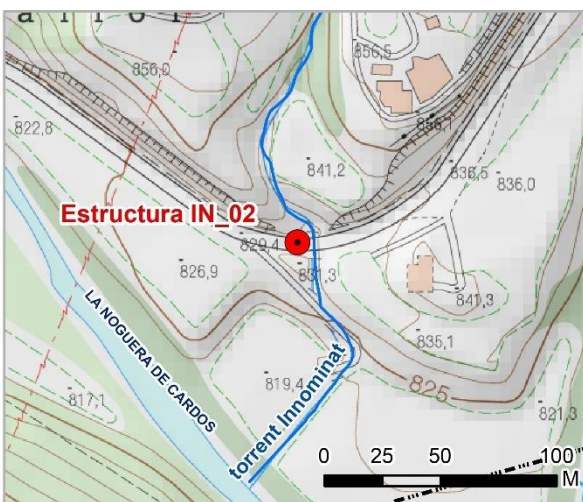
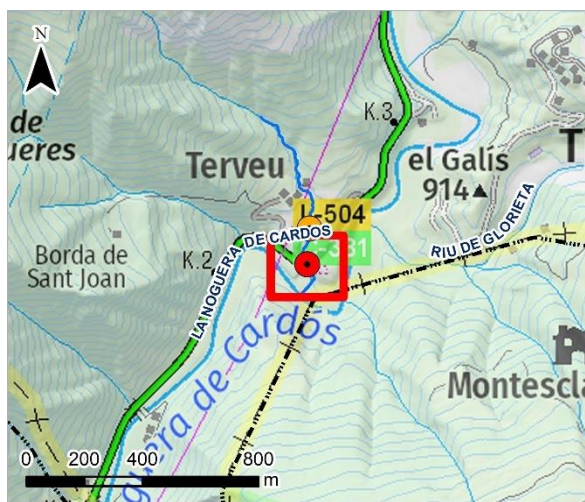
Annex IV. Estructures Hidràuliques.



CODI ESTRUCTURA	IN_01	
CURS FLUVIAL	Torrent Innominat	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	354591
	Y	4707993
INFRAESTRUCTURA	Pas sota camí veïnal entre les dues agrupacions de cases de Terveu (secció aigües avall)	
DESCRIPCIÓ	Marc rectangular: 3 (H) x 2.5 (a) Taulell = 40 cm	



CODI ESTRUCTURA	IN_02	
CURS FLUVIAL	Torrent Innominat	
COORDENADES UTM (etrs89)	X	354578
	Y	4707870
INFRAESTRUCTURA	Pas sota la carretera L-504 (secció aigües amunt)	
DESCRIPCIÓ	Secció en arc: 1.1 (H) x 0.7 (h) x 2 (a)	



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

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



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

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

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

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

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

Dominio Público Hidráulico (DPH). Art. 2 TRLA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

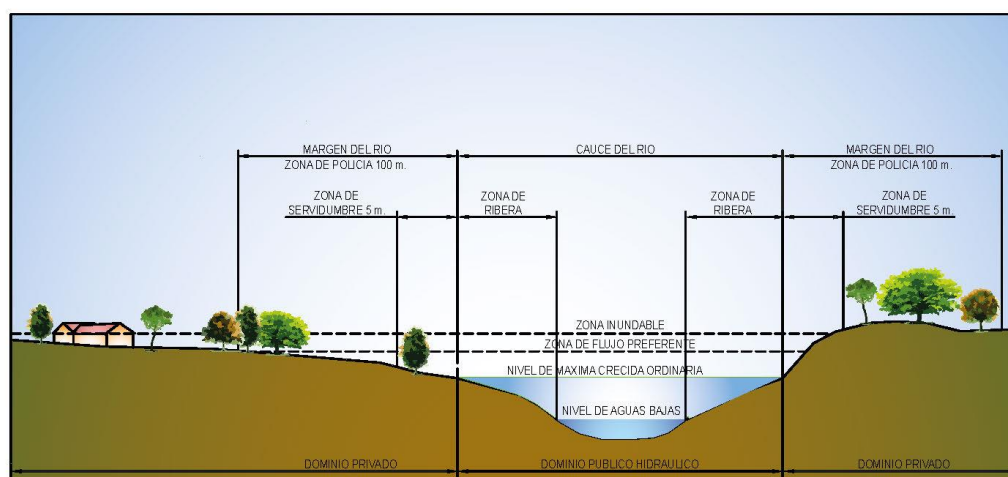
Vía de intenso desagüe:

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

+

Zona de graves daños:

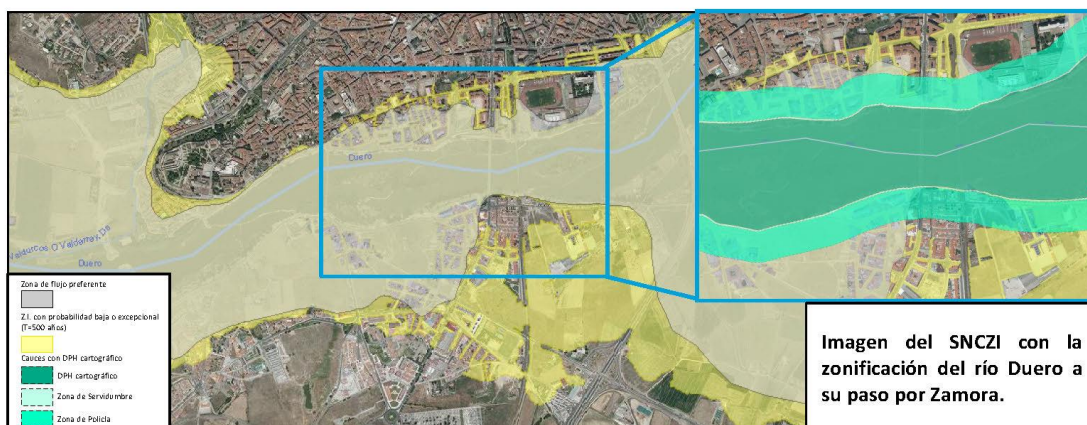
Zona inundable para un periodo de retorno de 100 años (1% de probabilidad anual) con más de 1 metro de altura de agua, más de 1m/s de velocidad o en la que el producto de las dos es mayor de 0,5m²/s.



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

● El Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) sig.mapama.es/snczi

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



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

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

Por la zona en la que se encuentre:

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

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

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

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

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

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

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

Usos		Zona de flujo preferente (ZFP)			Zona inundable (ZI)	
		Suelo rural (art. 9 bis)	Suelo urbanizado (art. 9 ter)	Régimen especial municipios alta inundabilidad (art. 9 quáter)	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	Si, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los condicionantes de seguridad del art. 14 bis 1 (suelo rural)
	Resto	No	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Instalaciones que manejen productos que pudieran resultar perjudiciales para la salud humana y el entorno como gasolineras, depuradoras industriales, almacenes de residuos, instalaciones eléctricas de media y alta tensión		No	No	No	Si, con condicionantes de seguridad	
Acampadas, zonas de alojamiento y edificios vinculados en los campings		No	Estas actividades no se suelen dar en suelos urbanizados, de existir deberán garantizarse, al menos, los condicionantes de seguridad pertinentes	Si, con condicionantes de seguridad y fuera de la zona de policía	Se evitará excepto si no existe ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	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		No	Si	Si
Rellenos que modifiquen la capacidad de desagüe salvo los asociados a actuaciones contempladas en el art. 126 ter del RDPH		No		Si	Si	Si
Granjas y criaderos de animales incluidos en el Registro de explotaciones ganaderas		No		Si, con condicionantes de seguridad y fuera de la zona de policía	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad
Infraestructuras lineales paralelas al cauce		Solo si no existe otra alternativa viable de trazado y diseñado para minimizar riesgo		Solo si no existe otra alternativa viable de trazado y diseñado para minimizar riesgo	Si	Si
Infraestructuras de saneamiento, abastecimiento y otras canalizaciones subterráneas; obras de conservación, mejora y protección de infraestructuras ya existentes		Si	Si	Si	Si	Si
Edificaciones uso agrícola con un máximo de 40 m ² y obras asociadas al aprovechamiento del agua según arts. 9 y ss. RDPH		Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad

NPO: 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/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/>

MODIFICACIÓ DE LES NORMES SUBSIDIÀRIES DE TÍRVIA PER A L'ADAPTACIÓ AL PDU DE RSNS DE L'ALT PIRINEU

Document per a l'aprovació inicial

Índex del document

Document I MEMÒRIA I NORMATIVA

Document II DOCUMENTACIÓ GRÀFICA

Document III DOCUMENT ÀMBIENTAL ESTRATÈGIC / DAE

Document IV ESTUDI DE VIABILITAT, RENDIBILITAT I SOSTENIBILITAT ECONÒMICA

Document V ESTUDI D'INTEGRACIÓ PAISATGÍSTICA

Document VI ANNEXES

A.1.- Estudi per a la identificació de Riscos Geològics de Tírvia

A.2.- Estudi inundabilitat

A.3.- Certificacions

Meritxell Gironi Palau, secretària interventora accidental de l'Ajuntament de Tírvia,

CERTIFICO:

Que en sessió plenària 1/93, de 17 de febrer de 1993, segons consta en el llibre d'actes d'aquest ajuntament es va aprovar, entre d'altres, el que es transcriu a continuació:

“Sisè: Llicències d'obra

Es presenta a la consideració de la Corporació sol·licitud de llicència d'obres presentada per Promocions Roca Montané SL per a la construcció d'un edifici plurifamiliar al C/ Peiró de Tírvia.

Vist el contingut de la documentació presentada i els informes emesos, s'acorda atorgar la llicència sol·licitada previ el pagament de les taxes corresponents.”

I per a que consti als efectes oportuns, signo el present certificat, amb el vist-i-plau de l'alcalde, a Tírvia a la data de la signatura.

La secretària accidental

L'Alcalde



Meritxell Gironi i Palau, secretària-interventora accidental de l'Ajuntament de Tírvia,

CERTIFICO:

Que en sessió plenària 3/10 de data 23 de juny de 2010, en el punt 8è es va acordar el que es transcriu a continuació:

“ APROVACIÓ DEFINITIVA PROJECTE DE REPARCEL·LACIÓ SAU-1.

Vist que en sessió plenària 2/10 d'1 d'abril es va aprovar inicialment el projecte de reparcel·lació de l' àmbit urbanístic SAU-1 de Tirvia

Vist allò establert en els articles 113 del decret legislatiu 1/2005 de 26 de juliol, pel qual s'aprova el text refós de la Llei d'Urbanisme, en relació als tràmits a seguir per a la seva aprovació.

Vist que l'esmentat acord fou publicat al BOP núm 58 de data 27 d'abril a efectes de que qualsevol interessat pogués presentar les al·legacions que estimés oportunes.

Vist que finalitzat el termini d'exposició pública no s'ha presentat cap al·legació, motiu pel qual l'aprovació inicial ha esdevingut definitiva

Vist que a efectes de formalitzar la pertinent escriptura pública i inscripció registral de les finques objecte de reparcel·lació cal procedir a l'acceptació dels terrenys que hauran de passar a integrar el sòl públic i habitatge de protecció pública i lliure

Vist que les parcel·les que han de ser objecte de cessió son les següents:

FINCA	ADJUDICATARI	SUP M2
R1	Ajuntament de Tírvia	557,05
HP1	Ajuntament de Tírvia	226,46
ZV	Ajuntament de Tírvia	771,64
VP1	Ajuntament de Tírvia	3.514,21
VP2	Ajuntament de Tírvia	2.355,85
E	Ajuntament de Tírvia	688,84

Vist que abans de formalitzar el document de reparcel·lació aquesta Corporació considera necessari requerir al propietari dels terrenys per tal que efectui les obres de reparació dels murs caiguts en la part baixa d'aquest àmbit urbanístic i que afecta el camí dels horts, tal com se li ha notificat en diversos escrits i que a data d'ara encara no s'han dut a terme.,



El plenari de la Corporació per unanimitat dels assistents, adopta el següent ACORD :

PRIMER. *Aprovar definitivament el projecte de reparcel·lació corresponent al SAU-1 de Tírvia.*

SEGON.- *Condicionar que amb caràcter previ a la formalització de la pertinent escriptura pública , l'entitat promotora dugui a terme la següent actuació:*

Caldrà efectuar l'obra d'arranjament dels murs caiguts en la part baixa d'aquest àmbit urbanístic i que afecta el camí dels horts.

TERCER.- *Acceptar la cessió dels terrenys que tindran la consideració de públics.*

QUART.- *Facultar a l'il·lm. Sr alcalde per a la signatura de tota la documentació necessària per al desenvolupament del present acord.*

CINQUÈ.- *Notificar el contingut d'aquest acord l'entitat interessada.”*

I perquè consti als efectes oportuns, signo el present certificat amb el vist i plau de l'Alcalde a Tírvia, a la data de la signatura



Meritxell Gironi i Palau, secretària-interventora accidental de l'Ajuntament de Tírvia,

CERTIFICO:

Que en sessió plenària 7/07 de data 30 de setembre, en el punt 5è es va acordar el que es transcriu a continuació:

5.- APROVACIÓ PROJECTE URBANITZACIÓ DE LA SAU-1.

Vist que la Comissió Territorial d'urbanisme de Lleida, en sessió de data 6 de setembre de 2007 va aprovar definitivament el Pla parcial urbanístic SAU-1 del municipi de Tírvia, condicionant l'eficàcia d'aquest acord a la presentació davant de l'Ajuntament dins del termini de tres mesos des de la notificació de l'acord d'aprovació, de la garantia del 12% dels cost de l'obra d'urbanització

Vist que en data 19 de juliol de 2006 l'entitat Aneu Desarrollos Urbanos SL va presentar de forma conjunta amb el Pla parcial, el projecte d'urbanització per al desenvolupament del SAU-1 de Tírvia.

Vist l'informe tècnic favorable emès al respecte, de data 12 de setembre de 2007 que diu el següent:

“INFORME:

S'aporta projecte d'urbanització modificat número 1, amb número de visat 2006501805 per el desenvolupament del SAU-1 de Tírvia, aquest recull les prescripcions del Text Refós del Pla Parcial, com a resposta als informes de les administracions competents.

El document del Pla Parcial contenia la descripció de les xarxes bàsiques que aquesta documentació presentada desenvolupa i detalla.

S'acompanya amb l'estudi de seguretat i salut. Manca l'assumeix de direcció de les obres dels tècnics.

CONCLUSIÓ:

S'informa favorablement el Projecte d'Urbanització del Pla Parcial del sector de sòl apte per urbanitzar número 1, SAU-1, de Tírvia, per a la seva aprovació inicial.

Caldrà presentar abans del inici de les obres, l'assumeix de direcció de les mateixes.”

Vist allò establert en l'art 87.6, 113. 2 , 100.3 i 101.3 del Decret legislatiu 1/2005 de 26 de juliol pel qual s'aprova el text Refós de la llei d'urbanisme.

Per unanimitat dels membres presents s'acorda:



Primer: Aprovar inicialment el projecte d'urbanització del SAU-1 de Tírvia amb els condicionants següents:

- Les esmentades obres d'urbanització hauran de incloure la col·locació de contenidors soterrats.
- Les voreres dels carrers, en lloc dels bornils de construcció s'hauran de fer amb pedra.

Segon: Sotmetre l'esmentat projecte a informació pública mitjançant anunci al Butlletí Oficial de la Província, al taulell d'anuncis de l' Ajuntament i al diari Segre, durant el termini d'un mes per tal que els interessats puguin presentar les al·legacions que considerin pertinent.

Un cop finalitzat el període d'informació pública sense que s'hagin produït al·legacions al respecte, aquest s'entendrà aprovat de forma definitiva sense necessitat d'ulterior acord.

Tercer: Notificar el present acord a l'entitat interessada, i informar-la tanmateix que l'executivitat de l'acord d'aprovació definitiva resta condicionada a la presentació d'una garantia del 12% de les obres d'urbanització(1.391.588,42€), per un import de 166.990,61€, en un termini de TRES MESOS des de la notificació de l'acord d'aprovació del Pla Parcial (aprovat el 6 de setembre de 2007),

Quart: Facultar al Sr. Alcalde per a la signatura de tota la documentació necessària per al desenvolupament del present acord.

I perquè consti als efectes oportuns, signo el present certificat amb el vist i plau de l'Alcalde a Tírvia, a la data de la signatura.

