

PLA D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA MUNICIPAL DE BANYOLES

DOCUMENT D'AVANÇ DE PLANEJAMENT

juliol 2 014



III Memòria de l'ordenació

Annex 4 **Estudi preliminar de riscos geològics**



**Estudi per a la
Identificació de Riscos
Geològics a Banyoles
(Pla de l'Estany)**

Codi: AP-014/12

Març 2012

Índex

1	Introducció	1
1.1	Objectius i abast	1
1.2	Marc Territorial	5
1.3	Marc geològic	9
1.4	Pous d'abastament i vulnerabilitat dels aqüífers	15
2	Anàlisi de perillositat	16
2.1	Criteris en la valoració de la perillositat d'esfondraments	16
2.2	Anàlisi del terme Municipal	18
2.3	Anàlisi del nucli urbà de Banyoles	31
2.4	Anàlisi de l'àrea de Ca l'Artit	41
2.5	Anàlisi de l'àrea dels Pins	43
2.6	Anàlisi de l'àrea del Pla de la Bruguera	45
3	Recomanacions	47

ANNEXES:

Resum

Fitxes

Referències bibliogràfiques

Plànols

1 Introducció

1.1 Objectius i abast

A instàncies de la Direcció General d'Urbanisme (DGU) s'ha procedit a la realització de l'Estudi d'Identificació de Riscos Geològics (EIRG) en el terme municipal de Banyoles (Pla de l'Estany).

L'aptitud del territori per a la urbanització ve condicionada, en alguns casos, per l'acció de processos geodinàmics actius, tals com l'estabilitat dels vessants, avingudes de rius, erosions i torrentades. El risc geològic és un factor més, entre molts d'altres, a tenir en compte en la planificació i la regulació urbanística segons la legislació vigent. El planejament urbanístic ha de permetre assolir un nivell adequat de protecció enfront els riscos naturals i ha de preservar de la urbanització i l'edificació aquelles zones de risc llevat que es prevegin l'execució d'obres vinculades a la protecció o a la prevenció dels mateixos. Per abordar aquesta qüestió en les zones incloses en les àrees d'ordenació del terme municipal de Banyoles s'ha realitzat el present estudi d'identificació de riscos geològics (EIRG).

L'EIRG es realitza en base a la recerca d'indícis de processos geològics actius que siguin susceptibles de generar situacions de risc que convingui evitar, prevenir o mitigar. L'estudi no valora les qualificacions urbanístiques que s'assignaran a cada zona i les tracta totes igual; i) com a sòl urbà, d'ocupació continuada de persones o ii) sense qualificar. Un estudi més detallat podria valorar la relació entre risc geològic i vulnerabilitat en relació als usos. Aquesta labor no és objecte del present treball.

El document se centra en l'estudi de la perillositat geològica d'origen natural corresponent a:

- Moviments del terreny (moviments de vessant i esfondraments)
- Inundabilitat
- Processos torrencials associats a cons de dejecció
- Aqüífers vulnerables d'especial interès per al consum urbà

L'anàlisi del risc geològic es basa en una estimació preliminar de la perillositat natural, entesa com a la probabilitat de què succeeixi un fenomen natural potencialment destructiu. Queda fora de l'abast d'aquest estudi l'avaluació del risc, entès com el producte de la perillositat geològica per la vulnerabilitat de les diferents estructures existents i d'aquelles que es pot preveure implantar en el futur. No es considera la perillositat que es pugui generar per accions antròpiques futures (mineria, sobreexplotació d'aqüífers, abocaments, talussos, terraplens, ni altres obres d'origen antròpic).

L'estimació de la perillositat natural s'ha realitzat en funció de la intensitat i del grau d'activitat que podrien assolir els possibles fenòmens geomorfològics identificats. A partir d'aquests paràmetres, es poden determinar els següents graus de perillositat natural:

- Perillositat Molt Baixa o Negligible: zones on no s'ha detectat una exposició a fenòmens actius (sense perillositat definida); o amb fenòmens de baixa intensitat i baixa activitat.
- Perillositat Baixa: zones exposades a fenòmens de baixa intensitat i d'activitat mitjana / alta; o de mitjana intensitat i d'activitat baixa.
- Perillositat Mitjana: zones exposades a fenòmens de mitjana intensitat i d'activitat mitjana / alta; o d'alta intensitat i d'activitat baixa.
- Perillositat Alta: zones exposades a fenòmens d'alta intensitat i d'activitat mitjana / alta.

A partir de l'avaluació de la perillositat geològica del territori es distingeixen tres situacions tipus:

- **Àrees en les quals no cal la realització d'estudis addicionals de perillositat geològica.** Corresponen a àrees amb perillositat de Molt baixa a Baixa.
- **Àrees en les quals no cal la realització d'estudis addicionals de perillositat geològica però que cal seguir alguna recomanació addicional,** per protegir bens i immobles o el correcte funcionament de les estructures existents o planejades. Corresponen a àrees qualificades amb perillositat de baixa i en ocasions mitjana.

- **Àrees en les quals es recomana la realització d'estudis de perillositat addicionals.** Normalment, corresponen a àrees que contenen àmbits amb perillositat de Mitjana a Alta. En aquestes àrees, com a criteri general, abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, es recomana efectuar estudis detallats, previs a la definició dels usos del sòl que hi poden ser compatibles, que avaluïn detalladament determinats aspectes de la perillositat geològica i els seus possibles efectes sobre l'actuació projectada.

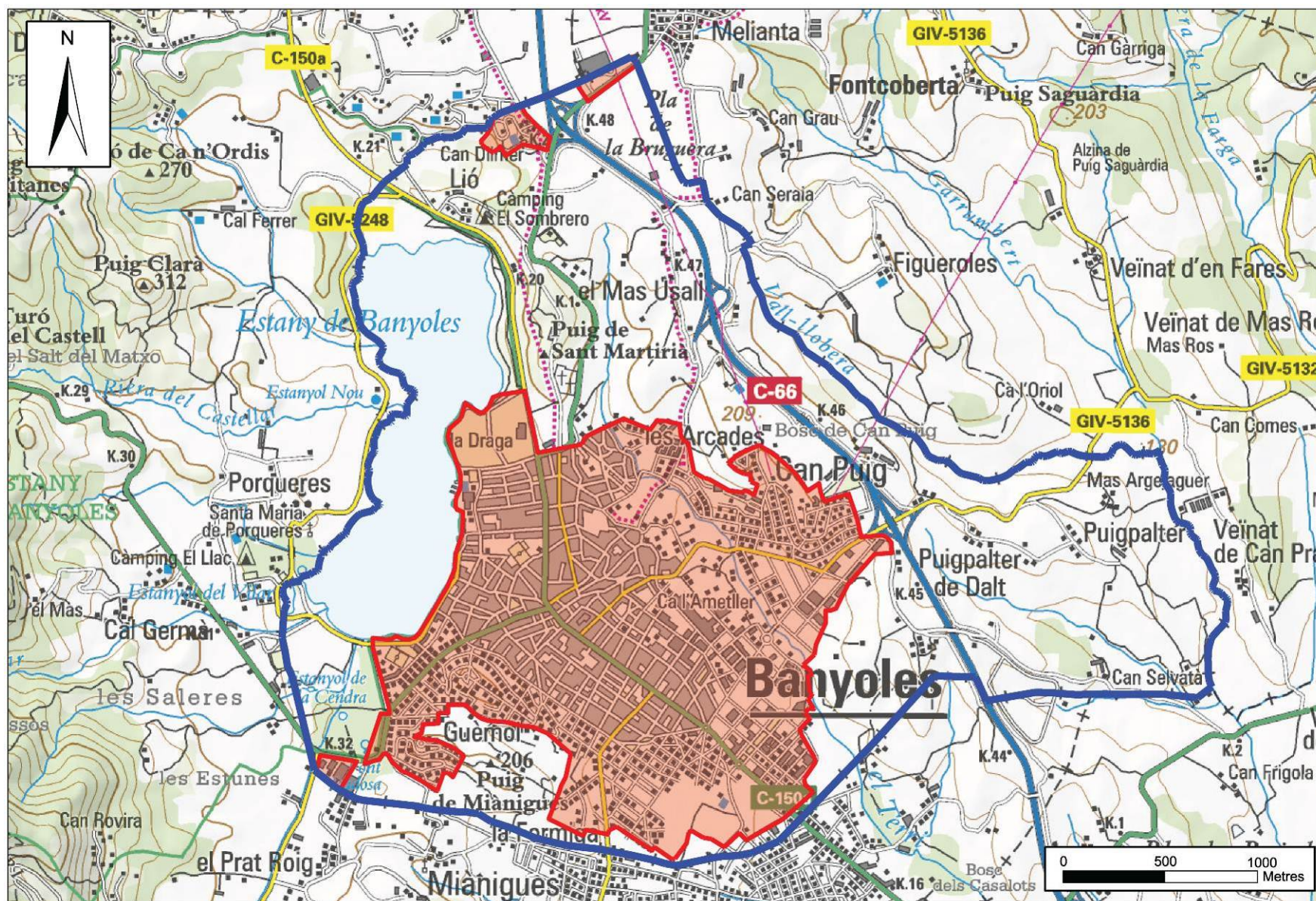


Figura 1: Plànol de situació. En blau límit del municipi i en vermell àrees estudiades.

1.2 Marc Territorial

Banyoles es localitza en el sector central del Pla de l'Estany i és la capital de la comarca. Limita amb els municipis de Fontcoberta a l'est, Porqueres a l'oest i sud, i Cornellà del Terri al sud. Té una superfície de 11,05km² i una població de 19.159 habitants, amb el que la densitat de població és de 1.726 hab/km², segons dades de l'IDESCAT (2011). Els principals accessos són la carretera C-66, que travessa el municipi de nord a sud, les carreteres GIV-5132 i GIP-5121 des de Fontcoberta, la GIV-5147 i GIV-5247 des de Porqueres, i la GIV-5146 des de Cornellà del Terri.

El municipi se situa a la riba oriental de l'Estany del mateix nom, a una alçada de 175m sobre el nivell del mar, en un sector pla envoltat de relleus importants, tals com el serrat del l'Arn a l'oest, amb una cota màxima de 647m, el serrat de Cal Gall al sud-oest, amb una cota màxima de 494m, i més lluny al nord la Mare de Déu del Món, amb una cota màxima de 1124m. L'estany de Banyoles és la massa d'aigua continental més gran de Catalunya i constitueix un complex càrstic actiu d'important interès geològic. Presenta una longitud de 2.150m i unes amplades màximes i mínimes de 775 i 235m, respectivament. El fons de l'estany està format per un total de 6 cubetes amb profunditats que oscil·les entre els 10 i els 45m (*Figura 2*). Aquesta àrea fou declarada per la Generalitat de Catalunya com a zona integrada en el Pla d'Espais d'Interès Nacional (PEIN) i l'any 2003 va ser inclosa en la llista Ramsar de zones humides d'importància internacional.

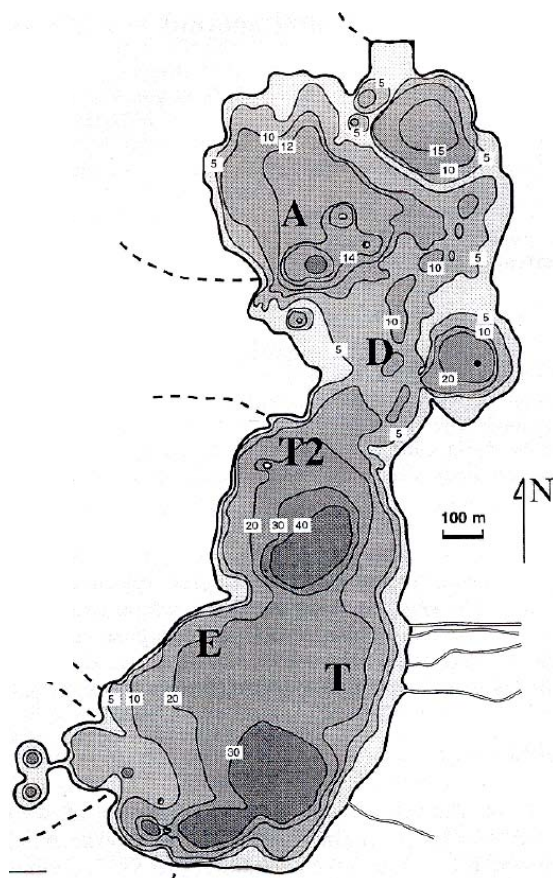


Figura 2: Mapa batimètric del llac de Banyoles (extret de Roget i altres, 1997).

Pel que fa al clima de Banyoles, segons l'índex d'humitat de Thornthwait és subhumit (C2) a humit (B1), entre les tendències més acusades de l'atlàntica de la Garrotxa i la més humida del Gironès. La temperatura mitjana anual és de 14° a 15°C, amb una amplitud tèrmica elevada, de 17 a 18°. La precipitació anual se situa entre 800 i 850mm, amb els episodis més importants concentrats al final de la primavera i la tardor. El valor més alt enregistrat en les estacions de l'INM (Taula 1) correspon a l'octubre de 1965 a l'estació de Bordils, amb 546mm, però existeixen diversos registres per sobre dels 300mm. A l'estació de Muntanyola de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya (Taula 2) el valor màxim correspon al desembre del 1996, amb 200mm, i el valor màxim diari és va donar el 29 de gener del 1996, amb 75mm.

Taula 1: Precipitacions acumulades mensuals més destacades (mm/mes), enregistrades a les estacions de Bordils (1947-1970), Crespià (1931-1942) i Santa Pau (1932-1951) de l'INM.

Data/Estació	Bordils	Crespià	Santa Pau
Maig 1932	S/D	196,0	299,0
Abril 1934	S/D	284,0	170,0
Maig 1935	S/D	84,0	299,0
Octubre 1940	S/D	317,0	S/D
Març 1942	S/D	244,0	136,0
Abril 1942	S/D	319,0	319,0
Març 1943	S/D	S/D	252,0
Desembre 1943	S/D	S/D	220,0
Febrer 1948	244,0	S/D	212,0
Desembre 1948	202,0	S/D	92,0
Maig 1949	S/D	S/D	306,0
Febrer 1959	305,0	S/D	S/D
Març 1959	282,0	S/D	S/D
Setembre 1959	337,0	S/D	S/D
Octubre 1959	340,0	S/D	S/D
Octubre 1960	202,0	S/D	S/D
Desembre 1960	203,0	S/D	S/D
Octubre 1962	327,0	S/D	S/D
Setembre 1963	356,0	S/D	S/D
Desembre 1963	235,0	S/D	S/D
Desembre 1964	232,0	S/D	S/D
Octubre 1965	546,0	S/D	S/D
Febrer 1967	269,0	S/D	S/D
Novembre 1968	258,0	S/D	S/D
Març 1969	262,0	S/D	S/D
Abril 1969	289,0	S/D	S/D
Octubre 1969	219,0	S/D	S/D

Taula 2: Precipitacions acumulades mensuals més destacables enregistrades en les estacions meteorològiques d'Anglès i Banyoles del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC).

Data	Anglès		Banyoles	
	mm/mes	mm/dia	mm/mes	mm/dia
23 Desembre 2000	-	-	74,8	37,8
11 Abril 2002	156,4	50,4	-	-
17 Octubre 2003	206,0	103,2	240,6	123,0
3 Abril 2007	43,6	44,0	126,6	20,8
6 Agost 2007	91,8	49,0	126,0	25,4
10 Maig 2008	137,4	30,0	107,0	25,4
5-13 Juny 2008	112,2	31,8	71,2	23,6
26 Desembre 2008	157,6	68,6	197,2	101,3
26 Abril 2009	154,3	46,3	118,2	25,0
3 Maig 2010	165,0	44,5	129,0	32,2
12 Octubre 2010	81,4	33,6	108,7	55,4

1.3 Marc geològic

El municipi es troba en una conca lacustre que estructuralment es considera el contacte entre els relleus amb orientació E-W del Prepirineu de la Garrotxa i la depressió neògena de l'Empordà. Aquest límit està constituït per un conjunt de falles normals de direcció NW-SE a N-S amb un salt net que es considera proper als 900m.

El basament de la conca està format per dipòsits terciaris que constitueixen una sèrie carbonatada i evaporítica. A la base d'aquesta sèrie es localitza una unitat Paleocena de fàcies continentals, per sobre del qual descansa una formació de 100m de potència de calcàries. La sèrie continua amb evaporites, 200m de guixos i anhidrites afectades per diapirisme. Finalment, el sostre de la sèrie està ocupat per margues i argiles blaves amb una potència en l'entorn dels 350m, recoberts per gresos que ocupen els sectors més elevats de l'entorn de la depressió de Banyoles.

Els dipòsits quaternaris es troben representats per importants formacions lacustres. Les seqüències del Pleistocè inferior (Crespià), i sobretot els dipòsits travertínics del Pleistocè mig on s'hi va trobar la mandíbula datada en uns 40.000 anys. Aquests dipòsits ocupen la major part dels sectors urbans del nucli de Banyoles. Finalment, els sediments de l'estany de Banyoles datats del tardiglacial i l'Holocè, i d'elevat interès geològic atès que representen un dels sistemes càrstics actius més importants. En aquest sentit, la conca lacustre de Banyoles-Besalú constitueix la Geozona 211 reconeguda per la Direcció General del Medi Natural de la Generalitat de Catalunya.

El sistema hidrogeològic de Banyoles està constituït per un complex càrstic de gran extensió caracteritzat per una alimentació llunyana a les serres de l'Alta Garrotxa, d'origen fonamentalment pluviomètric. Les aigües circulen a través de l'aquífer calcari durant quilòmetres, i sorgeixen a la superfície a la zona de Banyoles. El diferencial topogràfic entre ambdues zones és suficient per a conferir als aquífers la pressió necessària perquè les aigües ascendeixen a través de fissures i donin lloc a surgències. En la seva ascensió, les aigües van dissolent les capes intermèdies de guixos, creant cavitats que en col·lapsar formen dolines, o estanyols en el cas de que s'omplin d'aigua. No obstant, el funcionament del sistema no respon únicament al fenomen càrstic, sinó que també té un origen tectònic. La falla de Camós-Celrà, que discorre pel costat oriental de la conca lacustre, separa litologies de permeabilitats molt diferents tals com les calcàries i les margues. Així, el paquet de calcàries que actua com a aquífer no té

continuitat més enllà de Banyoles atès que en el contacte tectònic passa lateralment a margues, materials molt impermeable, obligant a les aigües a ascendir (Figura 3, Figura 4). Les anàlisis isotòpiques de les aigües, concretament els valors de triti, indiquen que transcorren 11 mesos des de que les aigües s'infilren a l'Alta Garrotxa i fins que sorgeixen a Banyoles.

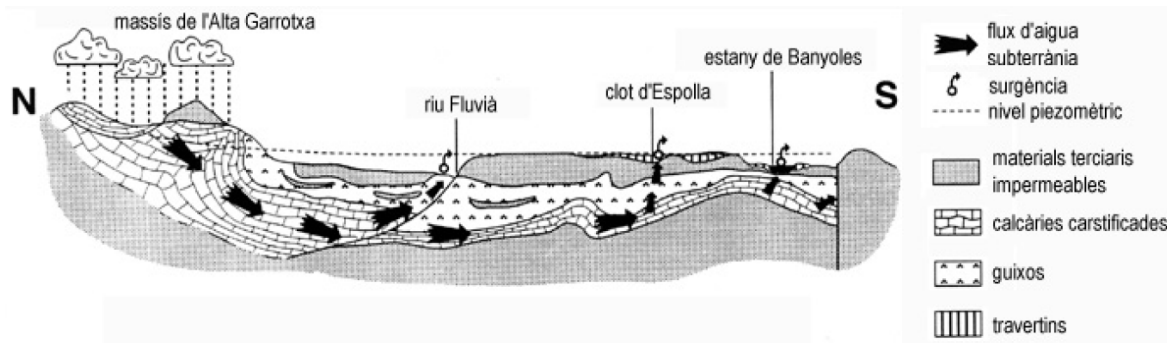


Figura 3: Esquema de funcionament hidràulic del sistema hidrogeològic (Sanz, 1985).

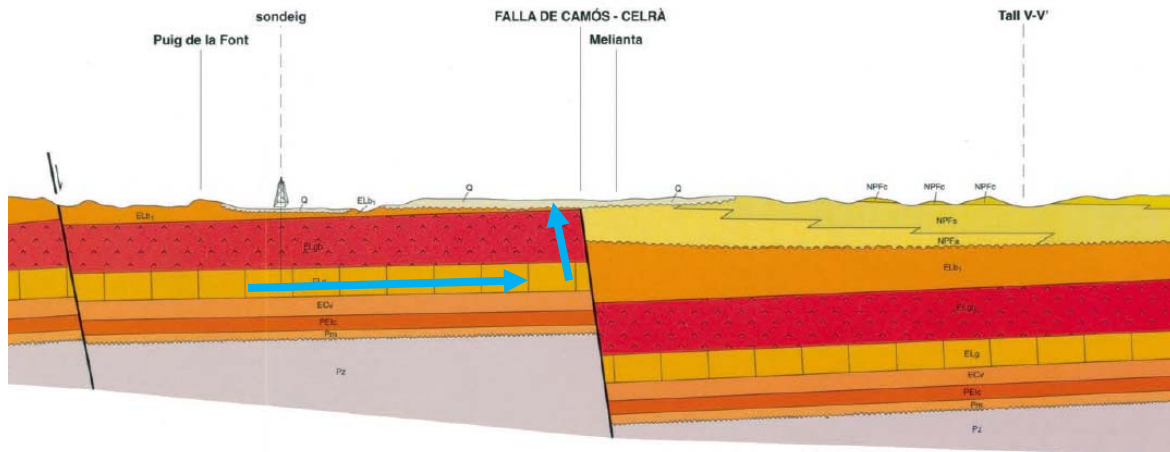


Figura 4: Perfil geològic en el sector de la falla Camós-Celrà (extret del MGC25). Les fletxes blaves indiquen el sentit de circulació d'aigua en l'aqüífer calcari.

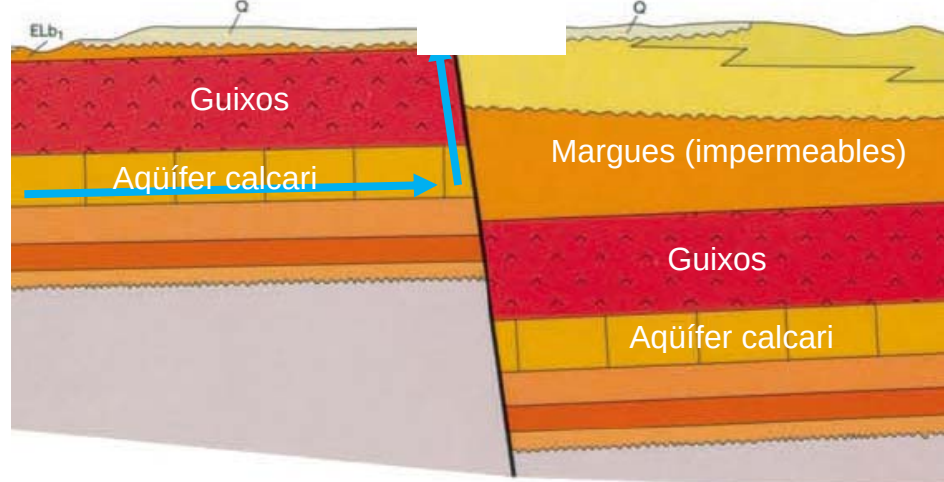


Figura 5: Detall del perfil geològic en el sector de la falla Camós-Celrà (adaptat del MGC25). Les fletxes blaves indiquen el sentit de circulació d'aigua en l'aqüífer calcari.

Els punts de sortida es concentren fonamentalment en quatre grans àrees esglaonades en alçada i que tenen un funcionament continu o intermitent segons les pressions. Una d'aquestes zones de surgència és la depressió de Banyoles i que dona origen a la formació del llac i els estanyols i a les fluctuacions en el nivell de l'aigua. Les altres zones són la vall del riu Fluvià, el Pla de Martís i el Pla d'Usall, i finalment la Vall de Sant Miquel de Campmajor.

Com s'ha esmentat anteriorment, el procés dominant a la zona de Banyoles és el desenvolupament de formes de dissolució càrstica. Entre aquestes formes les més destacades són les dolines de col·lapse, originades amb el col·lapse del sostre de cavitats subterrànies. Si aquestes dolines coincideixen amb un punt de surgència de l'aigua es forma un estanyol, de forma circular i amb base en forma d'embut.

Un altre resultat del sistema càrstic és la formació de travertins, àmpliament presents en el sector sud del municipi (*Q_{tvb}*, *Q_{tam}*, *Q_{tle}* i *Q_{clo}*). Lligats a aquestes formacions quaternàries s'han fet troballes de fòssils de fauna de vertebrats i paleobotànica. En una pedrera de travertí del pla de la Formiga al sud de Banyoles es va trobar al 1885 la famosa Mandíbula de Banyoles, per la qual es calcula una edat de 120.000 anys (Paleolític Inferior). En aquestes mateixes pedreres s'hi ha recuperat nombrosa fauna del Pleistocè Superior (cervols, cavalls, ases, bisons) i també empremtes fossilitzades de fulles d'arbres.

Les unitats geològiques de referència que afloren al terme municipal (Figura 6), a escala 1:25.000, segons el Mapa Geològic de Catalunya, són les següents:

QUATERNARI

Q_{to}. Graves, gravilles i sorres mitges. Litologia variada i contenen còdols d'origen volcànic o travertínic segons es trobin en el riu Ser o Terri, respectivament. Aquests dipòsits presenten morfologies lenticular convexes i el seu gruix és irregular i assoleix un màxim de 2-3 m. Son dipòsit discordants respecte la resta de materials al·luvials, excepte els de la llera actual (*Q_{lla}*) i constitueixen les barres fluvials actuals. Cronològicament Holocè actual.

Q_{lla}. Llims, argiles i sorres amb nivell prim de gravetes intercalats. El gruix d'aquest dipòsit és irregular, i va des de 0,5 fins a 1m. La composició del sediment és variada i depèn del sòcol que erosiona. Son dipòsits que es reconeixen en la

Q_{lld}. Argiles, llims i sorres fines carbonatades, laminades, amb alguna intercalació de caràcter detrític de gra més groller. Aquests materials lacustres afloren al voltant de l'estany i s'interdigiten amb els dipòsits al·luvials-col·luvials procedents dels relleus circumdants (*Q_{ac2}*). El seu gruix pot arribar a superar els 30m. S'interpreten com a dipòsits lacustres, formats per precipitació de carbonats amb influència d'aportaments detrítics laterals, com els de la riera Castellana, la seva edat és finí-Pleistocè-Holocè (10.000-20.000 anys).

Q_{tvb}. Calcaries travertíniques, constituïdes per l'alternança en lamines mil·limètriques de nivell subparalels porosos i densos. Ocasionalment, poden incloure algun nivell detrític de sorres

majora de torrents que solquen el territori compres en el full i son discordants o erosius respecte als dipòsits de llera subactuals. S'interpreten com a dipòsits de llera de torrents actuals. Edat holocena actual i es correlacionen amb els dipòsits de barra fluvial (Qt0).

Qe. Argiles, sorres i llims de colors foscos amb un cert contingut en matèria orgànica. Aquests dipòsits tenen un gruix que varia de centimètric a mètric. S'interpreten coma a sediments dipositats en un ambient endorreic en zones d'estancament temporal d'aigües. Se'ls atribueix una edat holocena.

Qac. Argiles, sorres i llims amb alguns còdols subangulosos i subarrodonits aïllats. El gruix es molt variable i oscil·la de decimètrica a mètric. S'interpreten com a dipòsits al·luvials-col·luvials, fruit d'una sedimentació de tipus fluvio-torrencial amb aportaments de col·luvions laterals. Aquests materials son abundants a la part est del full. Són correlacionables amb els dipòsits actuals i subactuals i correspon al Holocè.

Qc. Argiles, llims i sorres que contenen còdols subangulosos provinents des relleus adjacents. Son dipòsits col·luvials, caòtics, de potencia mètrica a decimètrica, i que tendeixen a suavitzar el pendent de la part inferior dels vessants on s'adossen. L'edat d'aquestes dipòsits correspon a l'Holocè.

Qac2. Llims i sorres fines amb intercalacions de nivells centimètrics de còdols. La mida dels còdols oscil·la entre mil·limètrica i centimètrica i es presenten formant nivells canaliformes. Localment els nivells de graves tenen gruixos d'ordre mètric i estan cimentats per carbonat càlcic (c). Entre el sediment hi s'hi podent trobar acumulacions de matèria orgànica carbonosa,. La potencia d'aquests dipòsit pot arribar als 7m. S'interpreten com el resultat d'una sedimentació de caràcter fluvio torrencial per part de la riera i torrents laterals, amb aportament col·luvials laterals. La majoria de surgències o "bullidors" que es troben a la vall de Sant Miquel de Campmajor es desenvolupen en aquest materials. L'edat atribuïda és fini-Plistocè-Holocè.

Qac4. Argiles, llims i sorres vermelles amb còdols dispersos o formant nivells lenticulars de base erosiva. Els còdols son molt arrodonits ja que la seva àrea font la constitueixen els conglomerats Pliocens (NPFC i NPFs) a l'est del pla i l'Espolla-Melianta. El dipòsit presenta un gruix d'escala mètric que disminueix cap a les parts més distals del pla (al N i NW). Son dipòsits al·luvials col·luvial, producte de corrents tractius combinats amb processos gravitacionals. L'edat atribuïda es Plistocè superior.

calcaries que pot ser d'aspecte pulverulent. S'interpreten com a travertins de tipus escullós, construïts bàsicament per cianofícies del tipus oscil·latoriàcies. Aquests sediments son el producte del vessament laminar dels excedents d'aigua de l'estany, que han propiciat la construcció d'un dic que ha permès la pujada progressiva de les aigües del llac. La potencia aproximada dels travertins es de 10m. Aquest dipòsit es localitzen a la zona actualment ocupada per la ciutat de Banyoles i s'han anomenat tradicionalment Travertins de Guèmol. Atribuïts al Plistocè superior.

Qtam. Travertí detrític, generalment massiu, que pot contenir nivell interestratificats de travertins laminars constituïts per restes vegetals en posició de vida. La mida de gra dels nivells detrítics pot oscil·lar entre sorra i llim. La part superior del travertí sol esta coberta per un horitzó edàfic de color fosc. El gruix pot variar des de 40 i puntualment 60m fins a desaparèixer lateralment, ja que representa el rebliment de la paleomorfologia del sòcol pliocè continental i eocè. S'interpreta que es dipositaren en un medi fluvial per part de les aigües de desguàs de l'estany de Banyoles cap al SE. En aquesta materials es va trobar la mandíbula humana. Datats entre 120.000 i 40.000 anys.

Qtle. Travertí detrític o força massiu. S'han reconegut tres afloraments desconnectats i amb trets diferenciats, però podrien correspondre a un mateix nivell. S'interpreten com a dipòsits lacustres de l'estany en una posició més elevada (10-15m) i amb una lleugera influència d'aportaments detrítics laterals. L'edat relativa es anterior al del la de Mata, i s'atribueix per tant al Plistocè superior.

Qclo. Calcaries travertíniques molt compactes que localment inclouen tiges en posició de vida i nivells porosos de calcaries laminars amb restes vegetal. Entre aquest nivells s'intercalen altres de mes primes de calcaries grumolloses i organògenes. El gruix es difícil de precisar però pot arribar a fer entre 35 i 50m. Dipositades en medi lacustre som. Calcaries del pla d'Usall atribuïdes al Plistocè inferior.

TERCIARI

Pliocè

NPFc. Conglomerats i gresos amb intercalacions de nivell lutítics. L'alternança de trams conglomeràtics i gresos es decamètrica amb seqüències estrato i granodecreixents. La litologia del còdols dels cossos conglomeràtics és predominantment de calcàries i gresos eocens, i en menor proporció, de conglomerats, granitoides i lidites. Les capes de conglomerats tenen matriu sorrenca. La geometria és tabular o en forma de canal. Internament, presenten estratificació encreuada a mitjana escala i nombroses cicatrius erosives. La potència de les capes és d'ordre mètric i decamètric. S'interpreten com a fàcies de ventall i de plana al·luvial proximal del sistema al·luvial del Fluvià. La seva edat s'atribueix al Pliocè Superior.

NPRA. Argiles vermelles i ocre entre les quals s'intercalen nivells de sorres i graves. Els còdols són de gresos, calcàries eocenes i quars. En menor proporció hi ha còdols de lidita, de roques metamòrfiques i volcàniques. Les capes de graves i sorres tenen morfologia de canal, gruix mètric i continuïtat lateral decamètrica en la direcció perpendicular als paleocorrents. S'interpreten com a fàcies distals del sistema al·luvial de Palol de Revardit. Al base no aflora i té un gruix estimat de 80m. Edat Pliocè inferior.

Eocè

EBp3. Gresos blavosos heteromètrics intercalats amb alguns nivells de microconglomerats i conglomerats. Els gresos tenen una mida de gra que oscil·la entre la sorra mitjana i molt grollera. Presenten estructures tractivas tant de petita com de gran escala. La bioturbació és irregular i el contingut fossilífer escàs. Aquesta unitat aflora en aquest full limitada per falles i no s'observen els seus contactes superior i inferior. Són fàcies costaneres, amb un fort retreballament mareal. L'edat és Bartoniana.

ELb1. Margues i argiles blaves. A la base de la unitat inclouen capes de gruix centimètric i decimètric de margocalcàries blaves, riques en contingut fossilífer (numulits, ostreïdes, equinoderms, bivalves, miliòlids i restes vegetals). A la part alta de la unitat són característics els trams molt potents de margues azoïques, alguns dels quals presenten discordances intraformacionals. En posicions septentrionals, poden trobar-se intercalats esporàdicament entre les margues nivells tabulars de gresos de gruix centimètric. El límit inferior de la unitat és transicional. La potència s'estima entre 375 i 425 m. Són fàcies de plataforma soma restringida a la part baixa, i fàcies de prodelta i de front deltaic a la part superior. Formació Banyoles d'edat Lutecià.

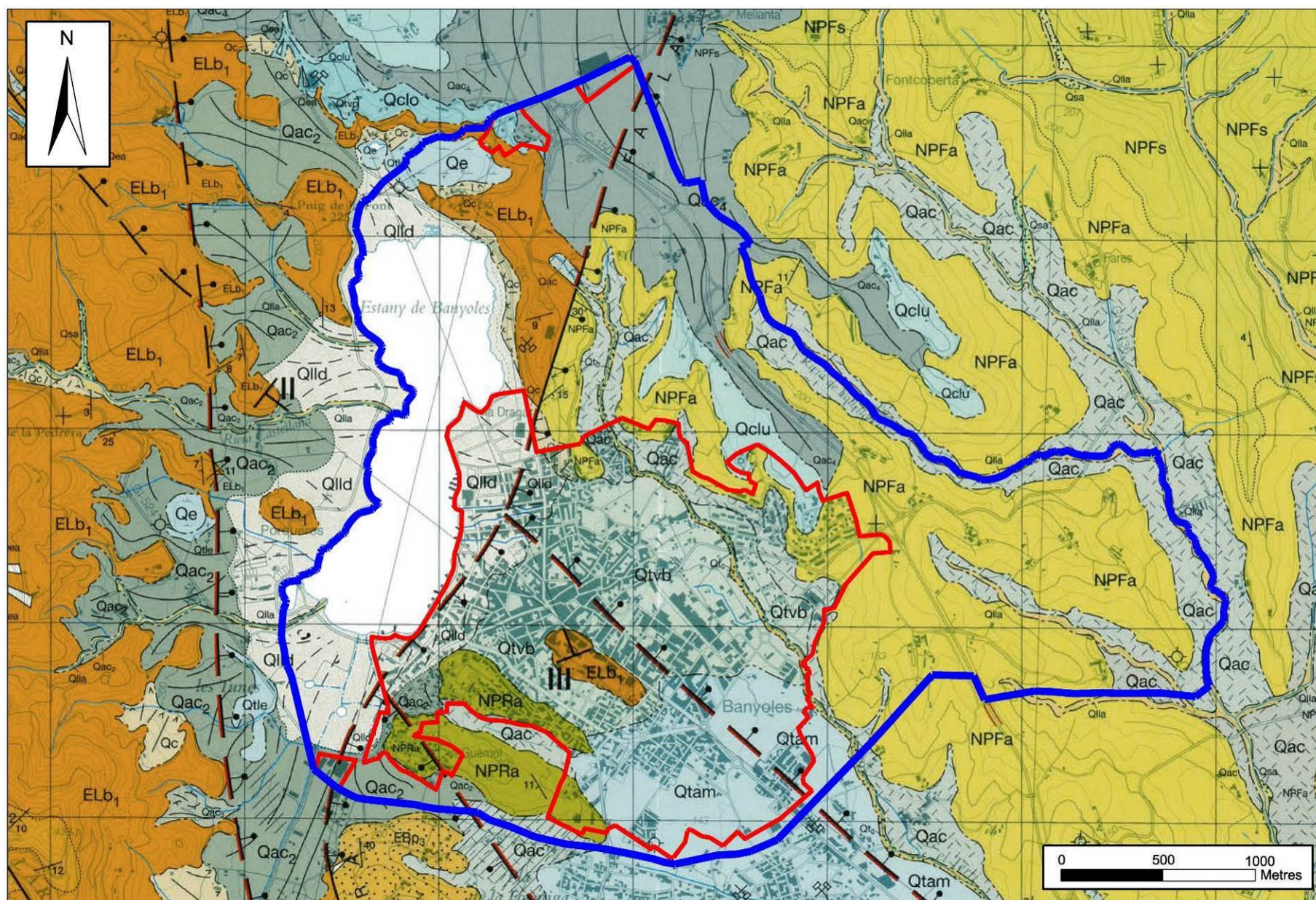


Figura 6: Mapa geològic. En vermell les àrees d'estudi.

1.4 Pous d'abastament i vulnerabilitat dels aquífers

L'abastament d'aigua a Banyoles està gestionat per l'empresa Aigües de Banyoles S.A., que també subministra aigua als municipis de Camós, Cornellà del Terri, Fontcoberta i Porqueres. L'aigua prové majoritàriament de l'Estany, i l'extracció es du a terme mitjançant dues canonades de 500mm de diàmetre que penetren 40m dins l'estany, i aquesta es conduïda fins a la planta potabilitzadora mitjançant una canonada de formigó. El volum d'extracció anual se situa en l'entorn dels 2 Hm³. No obstant, el municipi també disposa de pous i captacions superficials directes, molt afavorides per l'existència d'un nivell freàtic molt proper a la superfície del terreny i pel desguàs de l'estany a través de recs.

L'Estany de Banyoles és un sistema hidrogeològic constituït per un complex càrstic de gran extensió, caracteritzat per una alimentació llunyana a les serres de l'Alta Garrotxa i unes zones de sortida condicionades per la tectònica. L'Estany, els estanyols i les surgències configuren el punt més baix de l'ampli sistema hidrogeològic on les aigües discorren subterràniament en direcció nord-sud i, a causa d'una falla, ascendeixen dissolent les capes de guixos i calcàries. Així, el 80% de la recàrrega de l'Estany prové d'aportacions subterrànies, uns 0,5m³/s (Sánchez, 2008), i només el 20% prové d'aigües superficials de la conca de recepció de l'estany, amb una superfície en l'entorn dels 12km².

L'aquífer càrstic defineix la massa d'aigua subterrània de Banyoles (08), atenent a la Directiva Marc de l'Aigua (DMA) en Política d'Aigües de la Unió Europea. Segons l'informe publicat per l'Agència Catalana de l'Aigua, el municipi de Banyoles queda parcialment dins de la zona vulnerable per contaminació de nitrats (Decret 283/1998).

2 Anàlisi de perillositat

2.1 Criteris en la valoració de la perillositat d'esfondraments

En el cas dels esfondraments associats amb l'activitat càrstica que afecten alguns sectors de Banyoles, la perillositat està directament relacionada amb la solubilitat de la roca i amb la circulació d'aigua. De manera genèrica, la valoració d'aquesta perillositat natural es basa en el tipus de litologia existent i la presència d'antecedents d'esfondraments (*Taula 3*).

Taula 3: Matriu genèrica de perillositat enfront d'esfondraments

Matriu de perillositat		Litologia		
		Sals	Guixos	Carbonats
Indicis	Indicis recents	Alta	Alta	Alta
	Indicis antics amb circulació d'aigua			Mitja
	Indicis antics sense circulació d'aigua o Sense indicis amb circulació d'aigua	Alta	Mitja	Baixa
	Sense indicis o molt antics sense circulació d'aigua	Mitja	Baixa	No susceptible

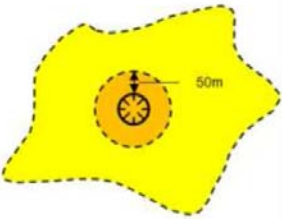
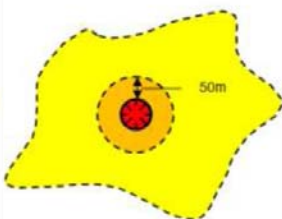
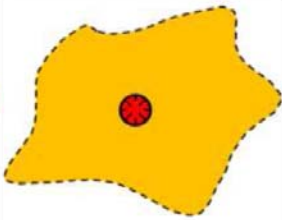
Per tal de valorar més acuradament la perillositat i ponderar la presència conjunta de diferents litologies solubles en el substrat i en la cobertora quaternària, s'ha elaborat una nova matriu de perillositat (*Taula 4*) adaptada al cas concret de Banyoles i adoptant com a base la *Taula 3*.

Taula 4: Matriu de perillositat preliminar enfront d'esfondraments adaptada al cas de Banyoles.

Matriu de perillositat		Situació geològica			Substrat
		Guixos amb flux vertical d'aigua	Guixos sense flux vertical d'aigua		
		Indiferent	Calcàries travertíniques aflorants	Travertins detrítics o altres no solubles	Quaternari
Indicis	Indicis recents	Alta	Alta	Alta	
	Indicis antics	Alta	Mitja	Mitja	
	Sense indicis amb circulació superficial	Mitja	Mitja a baixa	Baixa	
	Sense indicis i sense circulació superficial	Mitja	Baixa	No susceptible	

La interpretació cartogràfica d'aquesta matriu s'ha dut a terme seguint el criteri descrit en les Especificacions Tècniques del Mapa per a la Prevenció dels Riscos Geològics (IGC AP-020-10) i presentat en la *Taula 5*.

Taula 5: Interpretació cartogràfica de la perillositat en funció de la litologia i dels indicis d'esfondrament (IGC AP-020-10)

Litologia	Indici no observat	Indici	
		Antic	Recent
Carbonàtiques			
Guixos			
Sals			

2.2 Anàlisi del terme Municipal

El terme municipal de Banyoles es localitza en un sector pla que presenta un pendent molt suau cap al sud-est, cap a la vall del riu Terri. Aquests pendents són en general inferiors a 6°, i només en alguns ressalts definits pels límits de les formes càrstiques o per alts del substrat terciari assoleixen valors entre els 10 i 20°, que puntualment poden ser superiors (Figura 11).

En relació a moviments de vessant, cal considerar que la susceptibilitat dels materials existents al municipi és baixa en associació als baixos pendents que predominen. En aquest sentit, en el fons documental de l'IGC i de Geocat no consten antecedents relacionats amb moviments de vessant al terme municipal, i tampoc s'ha trobat cap referència en la recerca digital efectuada. Així mateix, a l'Ajuntament tampoc tenen constància de fenòmens significatius. Amb tot, considerant la baixa susceptibilitat dels materials i l'absència d'antecedents, es considera que la perillositat enfront moviments de vessant al municipi és molt baixa.

En referencia als esfondraments, a gran part del municipi el subsòl està constituït per litologies solubles i existeixen abundants indicis de fenòmens càrstics que han donat lloc a esfondraments en l'extrem occidental del terme (Figura 7). Com s'ha esmentat anteriorment, Banyoles constitueix el sector de surgència de les aigües de l'aquífer càrstic, i aquestes en la seva ascensió dissolen els nivells evaporítics intermedis, generant cavitats que poden col·lapsar i donar lloc a dolines en superfície. Les estructures tectòniques tenen una influència determinant a l'hora de delimitar les zones de surgència, i per tant també delimiten les zones on es poden desenvolupar esfondraments. En aquest sentit, les dolines de col·lapse es restringeixen al costat oest de la falla Camós-Celrà, on les unitats terciàries constituïdes per guixos són objecte d'un flux vertical ascendent d'aigua procedent de l'aquífer calcari.

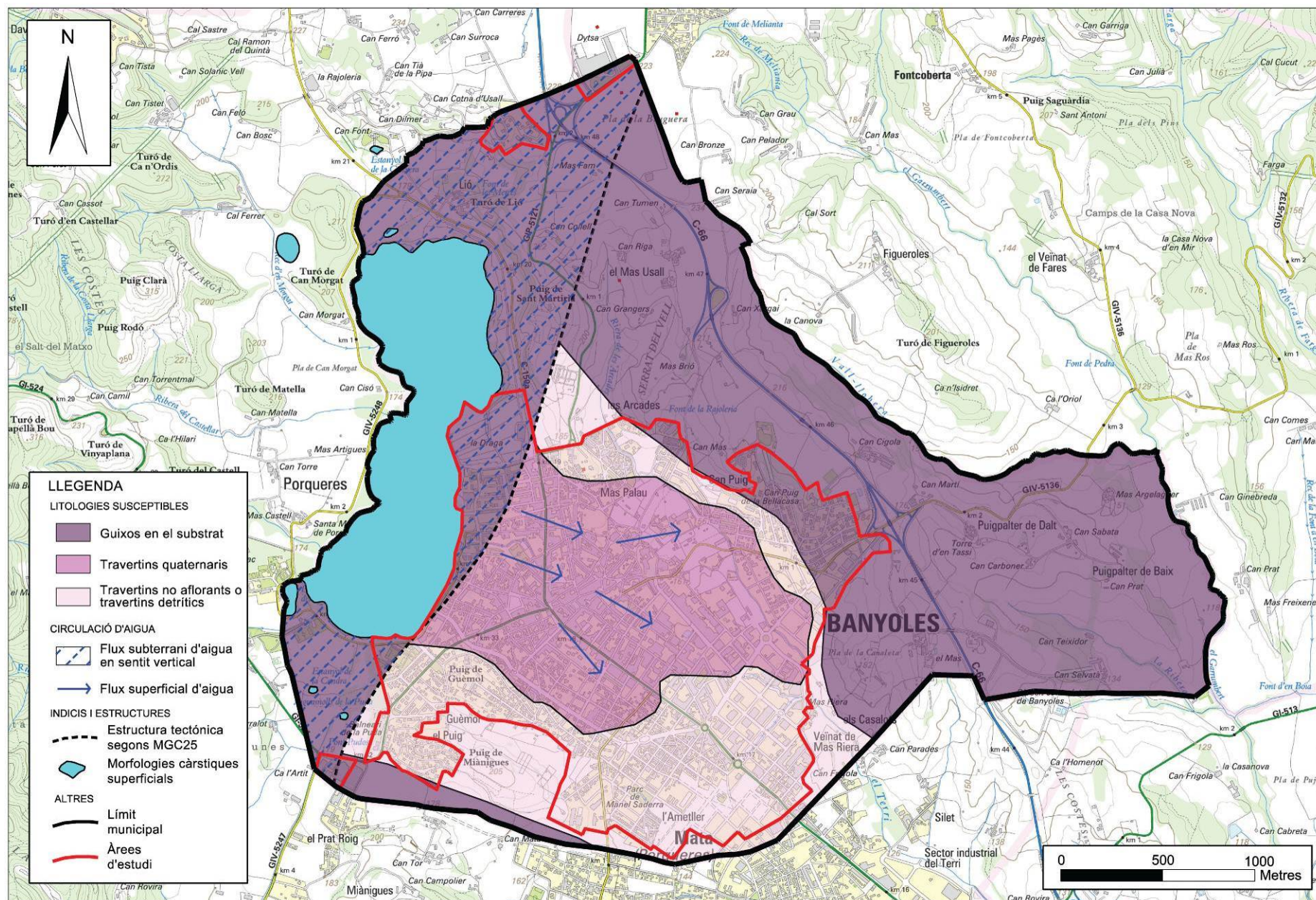


Figura 7: Cartografia de litologies susceptibles a la dissolució càrstica (en base al MGC25) i de flux d'aigua.

Alguns dels fenòmens relacionats amb esfondraments que han estat documentats al sector de Banyoles i de Sant Miquel Campmajor es presenten a la *Taula 6*. Les oscil·lacions sobtades del nivell del llac s'interpreten com a esfondraments produïts en el fons de l'estany.

Taula 6: Fenòmens relacionats amb esfondraments documentats (Sanz, 1981; Serrat, 1985).

Fenòmen	Data	Ubicació
Formació de la llacuna de Plana Ferrana	1872	Sant Miquel Campmajor
Oscil·lació sobtada del nivell de l'Estany	27 Octubre 1904	Banyoles
Formació d'una depressió a prop de l'estanyol Rovira	22 Maig 1908	Sant Miquel de Campmajor
Oscil·lació sobtada del nivell de l'Estany	7 Maig 1920	Banyoles
Oscil·lació sobtada del nivell de l'Estany	25 Maig 1949	Banyoles
Formació d'una depressió a la Casica	5 Febrer 1974	Sant Miquel de Campmajor
Formació de petites depressions	Juny 1978	Sant Miquel de Campmajor
Formació de petites depressions a prop de Geldeus	Agost 1978	Banyoles
Formació d'una petita depressió	10 Novembre 1978	Sant Miquel de Campmajor
Formació de l'estany Silent	13 Novembre 1978	Banyoles
Formació d'una depressió en front a la Plana Ferrana	22 Juliol 1980	Sant Miquel de Campmajor
Formació de tres estanyols en les proximitats del torrent Saiol	Novembre 1982	Sant Miquel de Campmajor

Per tant, els sectors situats a l'oest de la falla, considerant l'existència de litologies molt solubles en el subsòl, concretament guixos, l'abundant circulació d'aigua no saturada en sulfats procedent de l'aquífer calcari, i la presència molt representativa d'antecedents, constitueixen els més susceptibles al desenvolupament d'esfondraments i es considera de manera preliminar que la perillositat enfront d'esfondraments és mitja, alta en els punts concrets afectats per esfondraments.

Pel que fa als sectors situats a l'est de la falla, cal tenir en compte també la presència de guixos en el substrat, però en aquest cas no és coneguda la circulació d'aigua procedent de les calcàries eocenes. D'acord amb la sèrie estratigràfica, els nivells de calcàries i guixos

es troben confinats a base i a sostre per 2 unitats margues d'un gruix considerable, i per tant el flux d'aigua en sentit vertical ha de ser molt restringit, o inexistent.

Malgrat tot, al marge de la litologies del substrat rocós, en aquests sectors existeixen abundants dipòsits quaternaris de travertins, que són litologies molt permeables i amb un component carbonatat majoritari. Es té constància de l'existència d'esquerdes en aquests materials, anomenades localment *fenents*, que actuen com a desguàs durant els episodis de precipitació. En aquests sectors, considerant d'una banda l'existència de litologies solubles d'elevada permeabilitat a través de les quals és conegut que hi circula aigua, i de l'altra la manca d'antecedents d'esfondraments, s'estima que la perillositat és mitja a baixa.

Finalment, s'ha considerat els sectors en els que les calcàries travertíniques no afloren però probablement tenen continuïtat per sota dels dipòsits col·luvials, així com les unitats de travertins detrítics, amb una menor proporció de carbonat. En aquests sectors, en els que tampoc es té constància d'esfondraments previs, s'estima que la perillositat és baixa.

Pel que fa a fluxos torrencials, corrents hiperconcentrats o cons de dejecció associats, es descarten aquests fenòmens atès que la manca de pendents al municipi no afavoreix el seu desenvolupament.

Pel que fa a l'inundabilitat, es té constància de diversos episodis de precipitacions intenses durant els quals el municipi es va veure afectat en major o menor mesura per inundacions derivades del desbordament de l'estany o dels recs que actuen com a desguàs. Concretament, l'estany de Banyoles s'ha desbordat en 13 ocasions (Taula 7).

Taula 7: Episodis documentats de desbordament de l'estany de Banyoles.

Data	Descripció de l'episodi
19 Novembre 1623	Precipitacions entre els dies 19 i 22 de novembre que van derivar en el desbordament del llac. Molts danys.
15-19 Desembre 1932	La inundació es va iniciar el dia 15 i el 17 el llac va assolir el nivell màxim, que es va mantenir durant el dia 18.
11-12 Octubre 1962	Sobreeiximent del llac que inunda amplies zones de la comarca de Banyoles
15-16 Octubre 1965	Precipitació de 120l/m ² en 12 hores a la província de Girona. Sobreeiximent del llac.
4 Abril 1969	Desbordament del llac inunda la carretera de circumval·lació del llac a l'alçada del club nàutic.

Data	Descripció de l'episodi
21 Setembre 1971	Nombroses carreteres comarcals van ser tallades i les pèrdues es van avaluar en 541,5 milions de pessetes.
16-17 Febrer 1982	El llac va inundar tots els barris de la ribera i els casc antic.
13 Abril 2002	S'obren comportes per evitar el desbordament del llac, però es desborda un dels recs a l'altura del camp de futbol
6 Desembre 2003	El llac es desborda i inunda el passeig
19 Octubre 2005	El desbordament del llac inunda part de les cubetes del parc de la Draga
22 Octubre 2009	Inundacions a Banyoles, sense més detalls
16 Març 2011	Es desborda el llac i alguns dels recs, inundant el passeig i la carretera de l'Estany en el sector del camp de futbol
30 Novembre 2011	Es desborda l'Estany. Nivell 5cm per sobre del nivell de desbordament

L'episodi més antic ocorregut durant el segle XX documentat data del desembre de 1932, durant el qual el nivell del llac va ascendir entre 1,01 i 1,11m respecte del nivell mig de l'estany. Cal tenir en compte que l'estany es desborda amb un ascens de 0,43m per sobre d'aquest nivell mig o cota zero (Fotografia 1).



Fotografia 1. Nivell mig de l'Estany o cota zero (en blau) en relació a la cota del nucli urbà o de desbordament (en vermell), al març 2012.

Aquesta situació va ser conseqüència de les precipitacions caigudes durant 8 dies consecutius (*Taula 8*), amb una precipitació acumulada de 519l/m^2 (Font: *meteobanyoles.com*). D'acord amb aquesta dada, el volum de pluja caiguda sobre la superfície de l'estany va ser de més de 580.000m^3 , al que cal afegir el volum procedent de les surgències de l'aquífer. Segons dades testimonials, pels carrers del municipi circulava l'aigua amb energia suficient com per arrossegar objectes.

Taula 8: Cronologia de les inundacions del desembre de 1932 (Meteobanyoles.com).

Dia	Precipitació (l/m²)	Descripció
13 Desembre 1932	6	Comença a ploure per la tarda
14 Desembre 1932	187	Plou de manera intensa durant tot el dia i al vespre l'Estany es desborda
15 Desembre 1932	67	Fortes precipitacions durant tot el dia. Les aigües de l'Estany s'estenen pel poble
16 Desembre 1932	88	Les aigües de l'Estany arriben fins els centre del nucli
17 Desembre 1932	60	S'inunden els baixos de les cases
18 Desembre 1932	92	Banyoles es troba completament inundada. "Els carrers són autèntics rius d'aigua i fang que arrossegueu tota mena d'objectes"
19 Desembre 1932	2	Pluja escassa però l'aigua continua circulant abundantment pels carrers
20 Desembre 1932	17	Final de les precipitacions
	519	



Fotografia 2. Carrer Alfons XII. Les portes de les cases es troben protegides per dics artesanals (Autor: Rafael Vilarrubias).



Fotografia 3. Plaça de les Olles (Autor: Rafael Vilarrubias).



Fotografia 4. Plaça de les Olles (Autor: Rafael Vilarrubias).

No obstant, l'episodi més rellevant ocorregut durant el segle XX es va produir entre el 16 i el 17 de febrer de 1982. Durant aquests dies la precipitació registrada en el pluviògraf de Can Mata va ser de 288 l/m^2 , 170 dels quals van caure en 20 hores. El 17 de febrer l'estany va assolir el seu nivell màxim, amb un ascens de 1,34m respecte del nivell del dia anterior, quan es trobava aproximadament en el seu nivell mig. El dia 20 de febrer el nivell havia descendit 1cm i l'1 de març es trobava 0,38m per sobre de la cota zero. Com

a conseqüència del desbordament, es va inundar una superfície al voltant del llac que es va avaluar en 56Ha. Es van inundar tots els barris de la ribera i el casc antic. A la *Taula 9* es descriuen les afectacions associades als principals canals.

Taula 9: Afectacions associades al desbordament dels principals recs o canals durant l'inundació del febrer de 1982 (PEF Ter).

Curs	Descripció de l'afectació
Canal de Can Hort	Desbordat a la ronda de Fortià i va arribar fins a la riera de la Canaleta
Rec de la Figuera d'en Xó	Desbordat en les proximitats del carrer Valls, van continuar pel carrer de Sant Roc, ronda del Monestir i altres fins a la riera de la Canaleta
Canal Major	Desbordat en les proximitats del camp d'esports, el va inundar. Les aigües van sortir per Can Teixidó, van creuar la carretera Girona-Ripoll i van continuar pel carrer Servites fins a la plaça d'estudis, carrer de l'Església i plaça del Monestir, fins a assolir la riera de la Canaleta

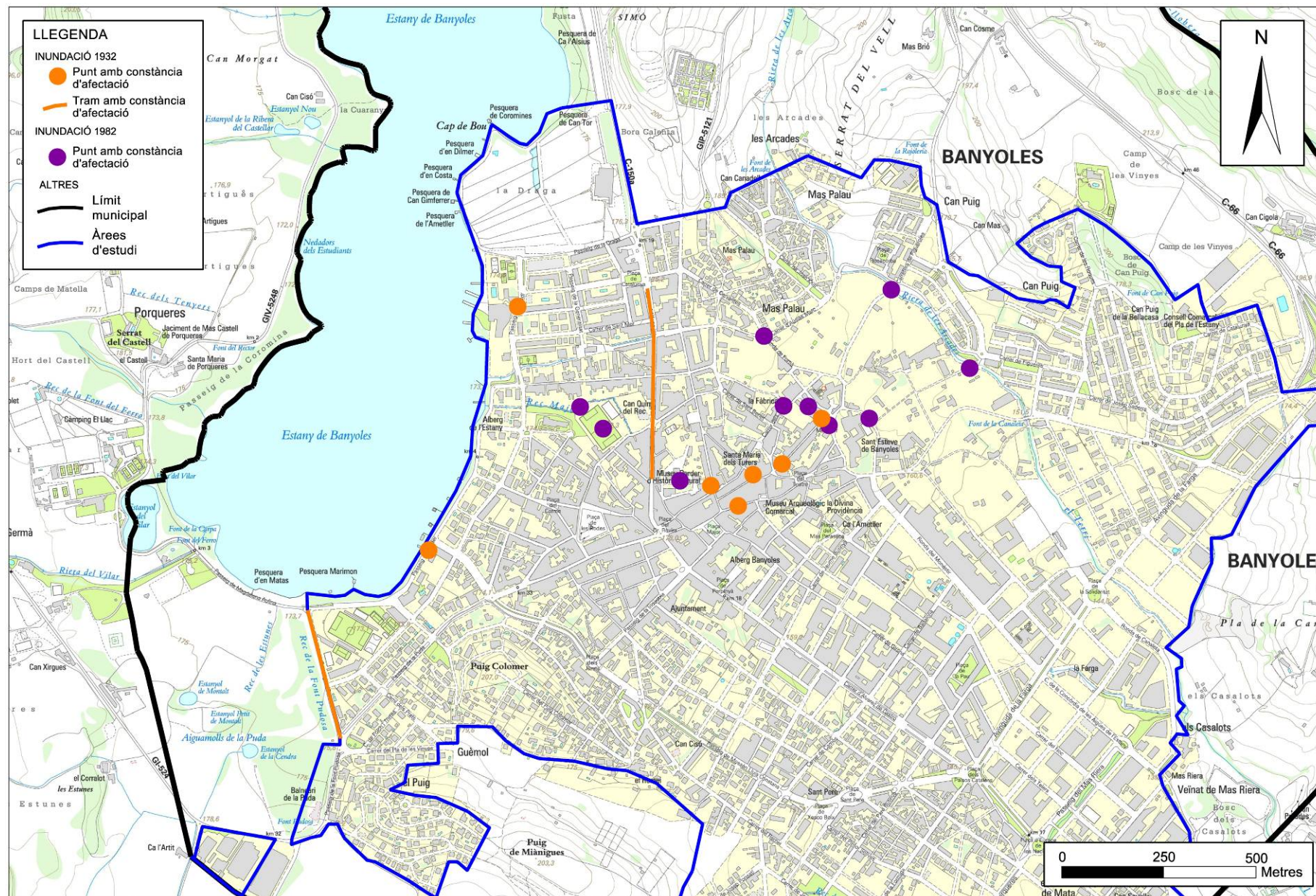


Figura 8: Punts o trams amb constància d'afectació en les inundacions del 1932 i del 1982.

Cal esmentar que gran part del nucli de Banyoles es troba a una cota inferior a la de l'estany (Figura 10), que segons el model digital del terreny 5x5m és de 172msnm. Així mateix, com s'ha descrit anteriorment, se sap que durant l'episodi d'inundacions del 1982, el més greu del segle XX, el nivell de l'estany va ascendir 1,34m respecte del seu nivell mig (amb un ascens de 0,43m es desborda). Efectuant una aproximació sobre el model digital del terreny, a la Figura 10 es presenta una zonificació dels sectors que es troben per sota del nivell de la crescuda del febrer del 1982 i dels que es troben per sobre d'aquest nivell. Es pot observar com entre l'estany i la meitat sud-est del poble existeix una franja que es troba a una cota superior, però dins d'aquesta franja existeixen alguns corredors que es troben a una cota inferior a la del nivell del febrer del 1982 i per tant que permeten que les aigües circulin cap als sectors deprimits de l'est. Per tant, queda palès que en cas de desbordament de l'estany es veu afectada la major part del poble, tal i com ho corroboren els antecedents.

Finalment, la delimitació de zones potencialment inundables per a la redacció de l'INUNCAT, que es basa en criteris geomorfològics, considera inundables nombroses zones en l'entorn de l'Estany i dels cursos que el desguassen cap al sud-est.

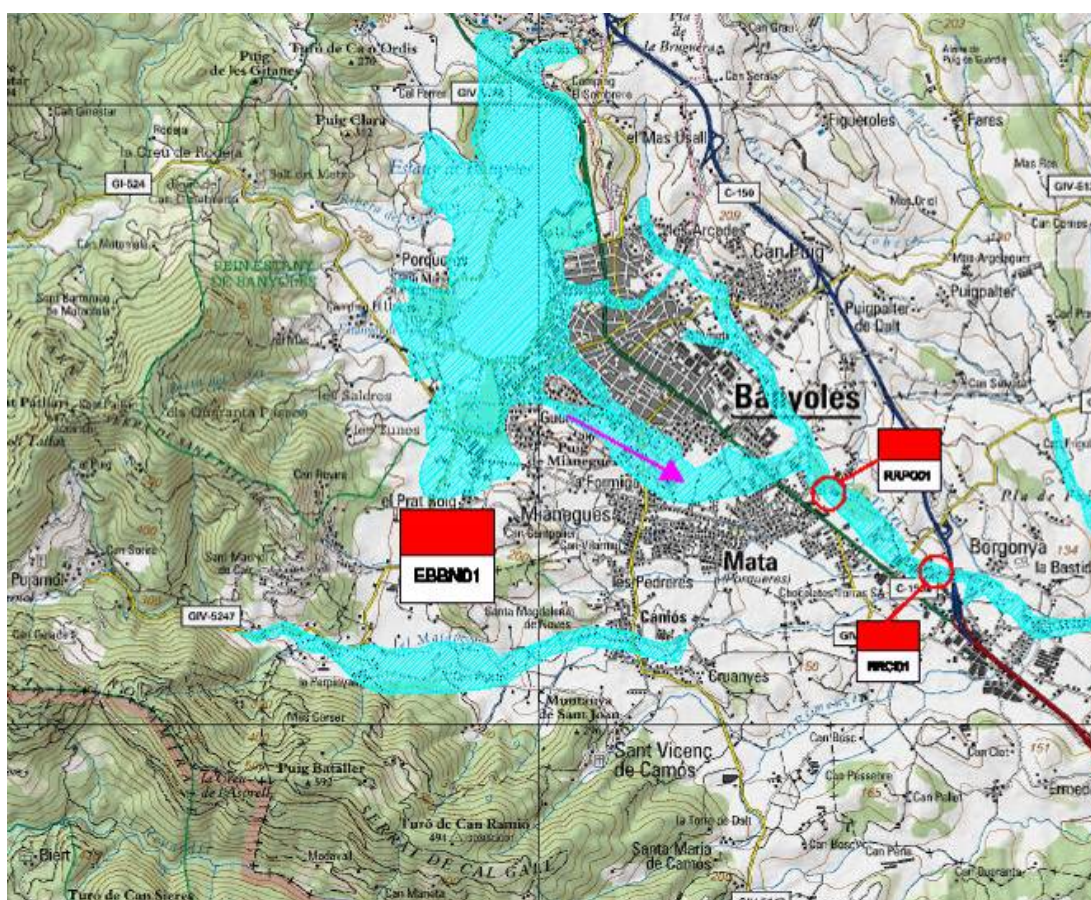


Figura 9: Delimitació de zones potencialment inundables per a la redacció de INUNCAT. Conques internes de Catalunya, full 295 Agència Catalana de l'Aigua. Maig 2001.

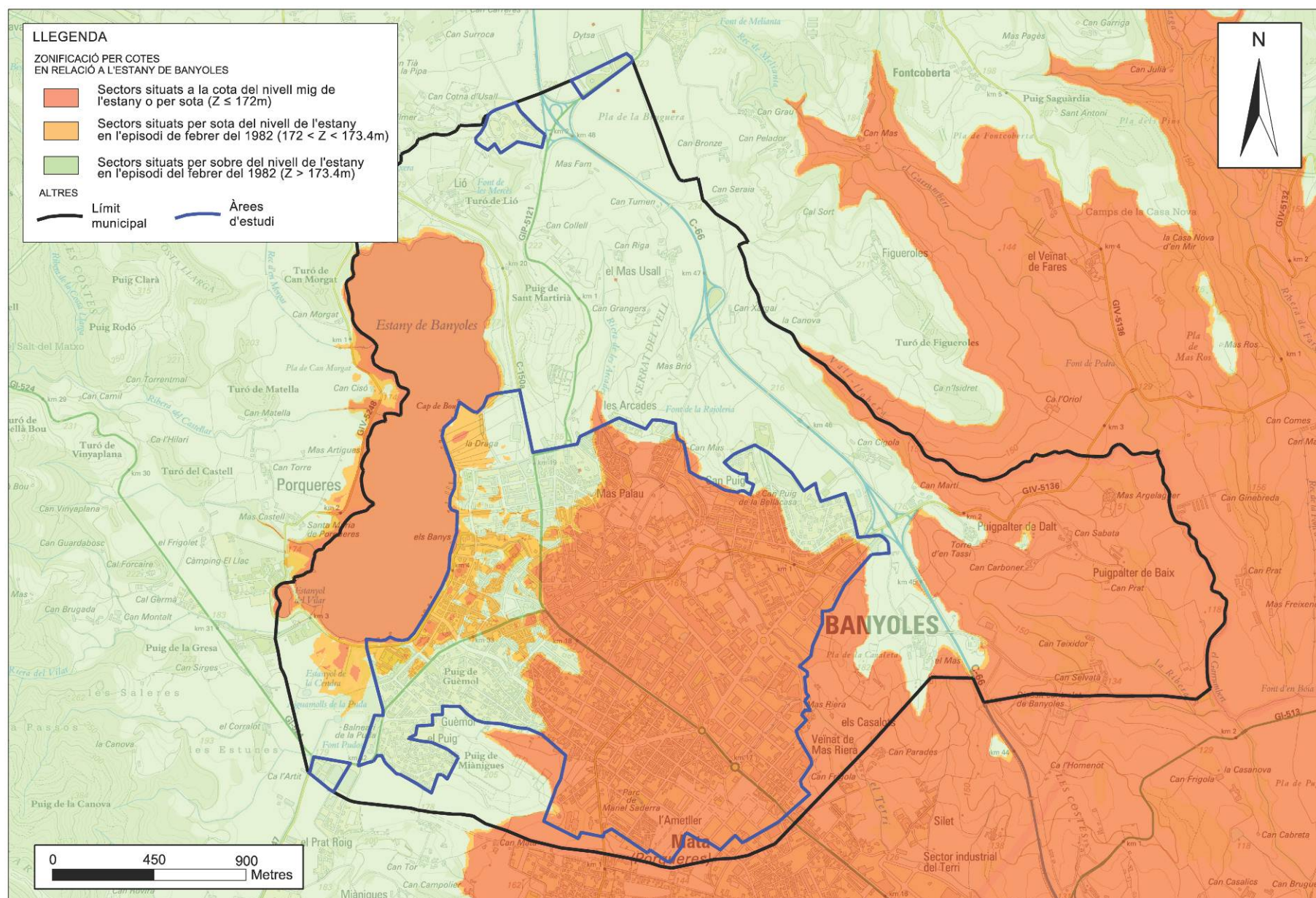


Figura 10: Zonificació topogràfica de Banyoles en relació a la cota de l'estany i al nivell assolit durant l'episodi del febrer de 1982.

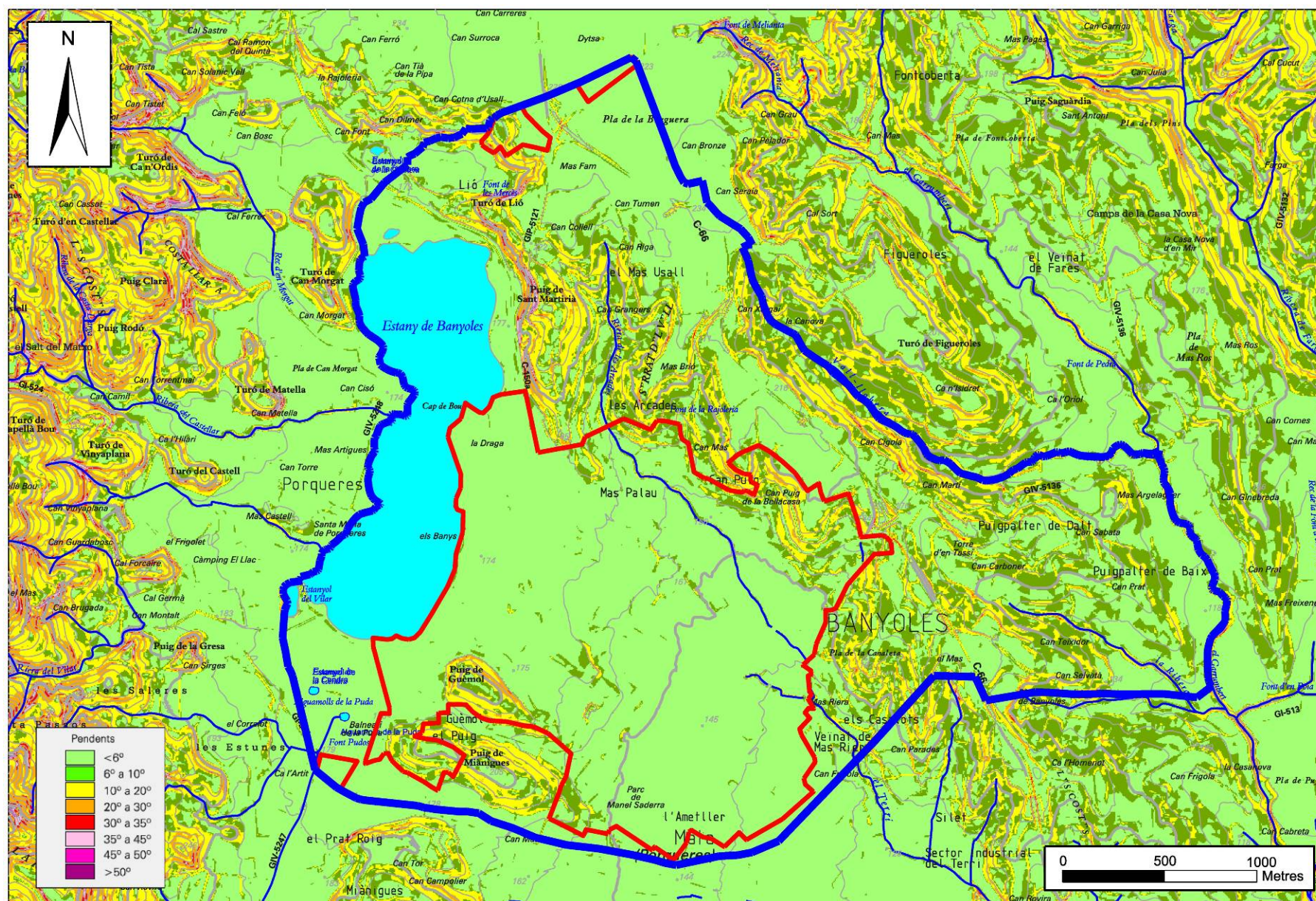


Figura 11: Mapa de pendents. En vermell les àrees d'estudi.

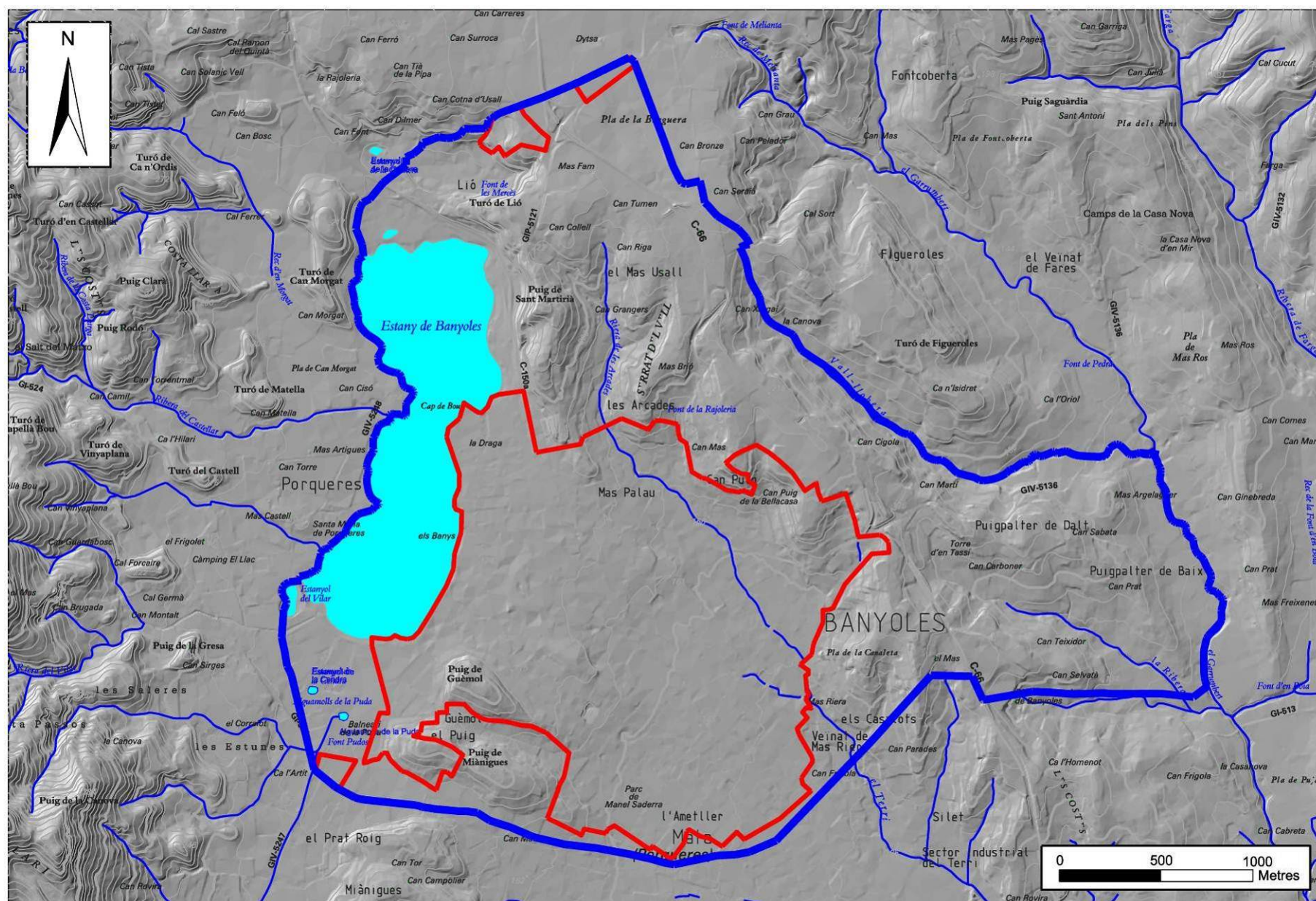


Figura 12: Mapa de relleu sintètic. En vermell les àrees d'estudi.

2.3 Anàlisi del nucli urbà de Banyoles

El nucli urbà de Banyoles es localitza en el sector central i sud del municipi, immediatament a l'oest de l'estany. Presenta una extensió de prop de 383Ha, la majoria ocupades per habitatges, i amb una major concentració d'horts en la meitat nord-oest, en el context de la riera Canaleta i el riu Terri. El principal accés és la carretera C-66, que travessa l'àrea de nord-oest a sud-est, però també és possible accedir per la GIV-5132 i GIP-5121 des de Fontcoberta, la GIV-5147 i GIV-5247 des de Porqueres, i la GIV-5146 des de Cornellà del Terri.

El subsòl està constituït a la major part de l'àrea per travertins pleistocens (*Q_{tvb}*), materials que s'estima presenten un potència de 10m. En els extrems est i oest de l'àrea es troben recoberts pels dipòsits lacustres de la unitat *Q_{lld}* i col·luvials de la unitat *Q_{ac}*, que s'atribueixen a finals del pleistocè i a l'holocè.

El sector sud-est està ocupat per travertins detrítics (*Q_{tam}*), que presenten un menor contingut en carbonat que els anteriors i la seva formació s'atribueix al desguàs de l'estany. En aquesta unitat es va trobar la mandíbula humana datada amb una antiguitat de entre 40.000 i 120.000 anys.

Finalment, en la part nord-est i sud-oest de l'àrea aflora puntualment el substrat terciari. La unitat *NPFa*, d'edat pliocè superior i amb una potència propera als 100m, està constituïda per lutites ocres i vermelles amb intercalacions de gresos de gra fi. Del pliocè inferior és la unitat *NPRa*, amb una potència estimada de 80m i constituïda per argiles vermelles i ocres amb intercalacions de gresos i conglomerats. Pel que fa a l'eocè, està representant per la unitat *ELb1*, amb una potència en l'entorn dels 400m i constituïda per margues.

Moviments de vessant

L'àrea d'estudi és pràcticament plana, amb un lleuger pendent cap al sud-est, inferior en tot cas als 5°. Només es localitzen pendents superiors en alguns alts definits pel substrat terciari, en la zona de Can Puig de la Bellacasa al nord-est i en el puig de Guèmol al sud-oest.

Amb els pendents existents no cal preveure en general que es donin moviments de vessant, i tampoc s'ha observat cap indicatiu d'aquests fenòmens durant el reconeixement

de camp. Per tant es considera una perillositat molt baixa enfront de moviments de vessant.

Cal destacar al marge de la perillositat natural, que s'ha observat petites esllavissades en les litologies terciàries presents en els talussos d'algunes de les carreteres que discorren pel sector, però en tot cas es tracta de fenòmens de molt baixa magnitud que en cap cas arriben a afectar l'estabilitat del desmunt.

Esfondraments

En l'àrea del nucli urbà de Banyoles existeixen diverses litologies solubles formant part del substrat terciari i de la cobertura quaternària. Les que presenten una major solubilitat es localitzen en el substrat, i la seva susceptibilitat al desenvolupament d'esfondraments està condicionada per les surgències procedents de l'aquífer calcari situat immediatament per sota. Com s'ha esmentat anteriorment, les surgències existents en la zona de Banyoles tenen a veure d'una banda amb la pressió que presenta l'aquífer i de l'altra a l'existència d'una falla normal que limita la seva continuïtat, atès que el posa en contacte amb un potent paquet de margues que es pot considerar impermeable. Per tant, a l'oest de la falla, la situació de la qual es considera segons el Mapa Geològic de Catalunya a escala 1:25.000, cal preveure que es desenvolupin esfondraments atès que la unitat de guixos eocens experimenta una circulació d'aigua en sentit ascendent, mentre que a l'est de la falla no existeix aquesta circulació i tant els guixos com les calcàries es troben confinats entre potents gruixos de margues (Figura 7). Per tant, tenint en compte que en els sectors situats a l'oest de la falla existeixen litologies solubles susceptibles de desenvolupar processos càrstics, existeix un flux d'aigua en sentit vertical afectant aquests materials i existeixen antecedents recents d'esfondraments, s'ha de considerar que la perillositat enfront d'esfondraments és mitja en general, i alta en els punts que han experimentat esfondraments. A la resta de l'àrea, on no es té constància de que existeixi un flux d'aigua en el substrat i tampoc existeix constància d'antecedents, la perillositat enfront d'esfondraments associats a les litologies del substrat es considera baixa.

No obstant, en el sector central del nucli cal afegir a la presència de litologies solubles en el substrat que existeixen travertins (*Qtvb*) formant part de la cobertura quaternària. Els travertins són materials que presenten una permeabilitat molt alta i per tant afavoreixen la circulació d'aigua. Així mateix, el fet que es troben sobre un substrat terciari molt argilós que en conseqüència es pot considerar impermeable, afavoreix que l'aigua infiltrada hagi de circular forçosament a través seu.

Cal tenir en compte que pel nucli urbà de Banyoles discorren diversos recs de desguàs de l'estany, que antigament donaven servei a diversos molins (Figura 13). El curs d'aquests recs és subterrani en alguns trams i no es troba canalitzat en la totalitat del nucli (Fotografia 5), amb el que s'evidencia que existeix abundant circulació d'aigua a través del subsòl. A la Figura 14 es presenta una cartografia de recs actual.

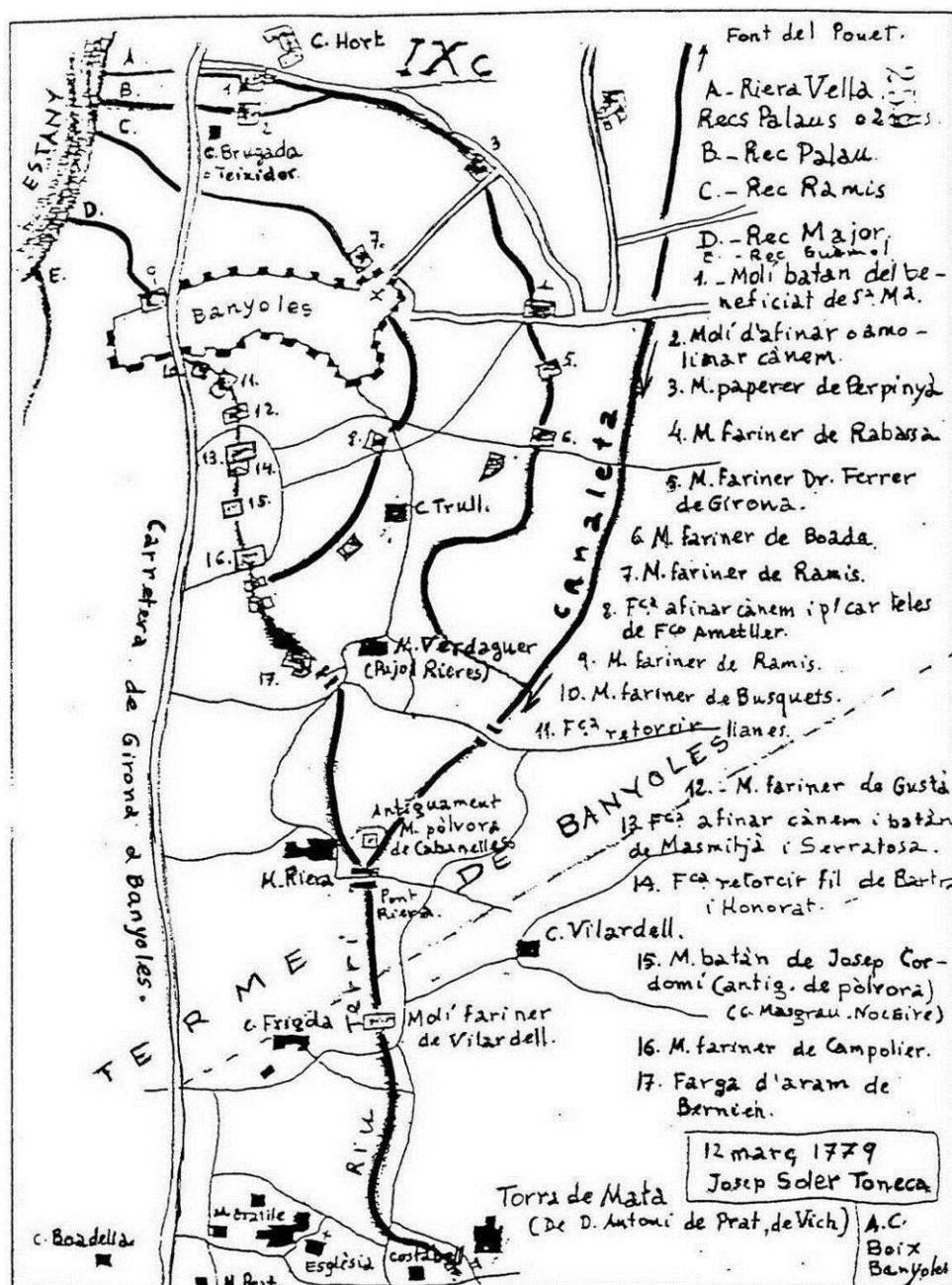


Figura 13: Esquema de situació de recs i molins a Banyoles (Soler, 1779).



Figura 14: Mapa de recs en el nucli de Banyoles (adaptat de Banyoles.info).



Fotografia 5. Rec d'en Teixidor emergint en la confluència de la ronda de Fortià i el carrer d'Ausiàs Marc.

El gruix dels travertins és de 10m, fet que minimitza la possibilitat de que es donin esfondraments de gran magnitud. Es disposa d'un estudi geotècnic realitzat per l'empresa CECAM a petició de l'ajuntament per a la remodelació del Museu Arqueològic Comarcal.

En aquest estudi es van localitzar els travertins per sota d'un gruix de rebliment d'entre 0,80 i 1,50m, i el gruix de travertins reconegut va assolir els 7,5m, malgrat no haver arribat a la base del material. Queda palès en les característiques dels testimonis obtinguts que el material presenta característiques variables en profunditat (Fotografia 6 i Fotografia 7), probablement atribuïble a les variacions de porositat.



Fotografia 6 i Fotografia 7. Testimonis de travertins entre 3 i 9m de profunditat, en un sondatge perforat en el sector del Museu Arqueològic Comarcal (CECAM, 2011).

En relació a antecedents en aquests materials, no es té constància de que hagin ocorregut esfondraments en el nucli urbà de Banyoles. No obstant, considerant l'elevada susceptibilitat dels materials, el gruix que presenten, els indicis d'abundant circulació d'aigua en el subsòl i la manca d'antecedents d'esfondraments previs, es considera que la perillositat enfront d'esfondraments en aquests sectors és baixa a mitja.

D'altra banda, en el sector sud-est de l'àrea el subsòl està constituït per travertins detrítics (*Qtam*), materials que malgrat presentar un menor contingut en carbonat s'han de considerar solubles. La potència d'aquesta unitat és superior a la de *Qtvb* i assoleix els 30m a la zona de Cornellà del Terri. No obstant, no es té constància de cap esfondrament en els sectors ocupats per aquests materials. Per tant, considerant la baixa susceptibilitat dels materials a generar esfondraments i la manca d'antecedents de fenòmens previs, s'estima que la perillositat enfront d'esfondraments és baixa.

Així doncs, al nucli de Banyoles s'ha considerat zones amb perillositat mitja, mitja a baixa i baixa enfront d'esfondraments segons els criteris presentats en la *Taula 4* (tipus de litologia, circulació d'aigua i antecedents d'esfondraments). A títol orientatiu es presenta una zonificació preliminar de la perillositat enfront d'esfondraments (*Figura 15*) basada en els límits litològics representats en el MGC25m.



Fluxos torrencials

No s'ha observat indicis de processos relacionats amb fluxos torrencials o corrents hiperconcentrats, atès que el sector és pla. Per tant, es considera una perillositat molt baixa enfront de processos del tipus de fluxos torrencials, corrents hiperconcentrats i/o cons de dejecció.

Inundabilitat

El nucli urbà de Banyoles es troba en el límit oriental de l'Estany, i part de l'àrea es troba a cotes molt properes a les d'aquest. Concretament, durant la visita de camp realitzada a principis de març de 2012, la diferència de cota entre el nivell de l'estany i el passeig de Lluís M. Vidal era d'uns 40cm (Fotografia 1), atès que l'estany es trobava en el seu nivell mig.

Així mateix, cal tenir en compte que per l'àrea recorren diversos recs que actuen com a desguàs de l'estany i desemboquen en la riera Canaleta/riera de les Arcades (Fotografia 8). La majoria d'aquests es concentren en un sector entre el camp de futbol i el carrer de Francesc Macià, concretament el rec Major, el rec de Cal General, el rec d'en Teixidor i el rec de Ca l'Hort (Fotografia 9, Fotografia 10, Fotografia 11 i Fotografia 12).



Fotografia 8. Riera Canaleta al seu pas pel sector de Mas Palau.



Fotografia 9. Rec Major al seu pas pel passeig de Lluís M. Vidal.



Fotografia 10. Rec de Cal General.



Fotografia 11. Rec d'en Teixidor en la intersecció amb el passeig de Gaudí.



Fotografia 12. Rec de Ca l'Hort.

Tal i com s'ha descrit en l'Apartat 2.1, existeixen un total de 13 episodis registrats en els que l'estany es va desbordar, 6 dels quals es van produir durant el segle XX i 6 durant els darrers 10 anys. Durant aquests episodis es van desbordar també aquests recs, circulant les aigües de manera incontrolada i afectant la major part del poble.

Així doncs, considerant els antecedents existents i davant l'evidència física de que gran part del nucli de Banyoles es troba a una cota inferior a la del nivell màxim registrat en l'estany, és necessari recomanar la realització d'un estudi detallat de l'inundabilitat del sector, complint amb la recomanació de l'ACA d'efectuar estudis de detall a escala d'àmbit local per a la correcta zonificació de les zones de risc d'inundació. Aquest estudi no només haurà de considerar l'hidrologia superficial de la conca de l'estany, sinó també l'hidrologia superficial de la conca de recepció de l'aqüífer càrstic i la modelització del seu comportament hidrogeològic, amb l'objectiu de determinar el temps de resposta de les crescudes per l'efecte conjunt dels aportaments superficials i de les surgències.

2.4 Anàlisi de l'àrea de Ca l'Artit

L'àrea de Ca l'Artit se situa en el límit sud del municipi. Presenta una extensió de 2,1Ha ocupades per naus industrials i s'hi accedeix per la carretera GI-524, que constitueix el seu límit nord (Fotografia 13), i per la GIV-5247, que constitueix el seu límit oest.



Fotografia 13. Àrea de Ca l'Artit des de la carretera GI-524.

El subsòl està constituït per dipòsits col·luvials quaternaris de la unitat Qac2.

Moviments de vessant

El sector de Ca l'Artit és completament pla, i per tant s'ha de descartar cap possibilitat de que es puguin desenvolupar inestabilitats relacionades amb moviments de vessant. Per tant, es considera una perillositat molt baixa enfront de moviments de vessant.

Esfondraments

A l'àrea d'estudi el subsòl està constituït per dipòsits col·luvials holocens però, malgrat que no es disposa de dades que ho confirmen, és molt probable que per sota d'aquests materials es trobin els travertins pleistocens de la unitat Q_{tl}e, que afloren en les proximitats del sector, a les Estunes (Fotografia 14).



Fotografia 14. Travertins en les Estunes, a l'est de l'àrea de Ca l'Artit i del nucli de Banyoles.

Així mateix, s'ha de considerar la presència d'indicis d'esfondraments en les proximitats, en aquest cas associats a les dissolucions en els guixos del substrat. Concretament, a 200m al nord de l'àrea es troba l'estanyol de la Cendra i a 300m l'estanyol de Montalt, de dimensions en l'entorn dels 40m de diàmetre. Cap a l'estanyol de la Cendra discorren diversos recs de petites dimensions, un dels quals passa pel límit oest de l'àrea.

Per tant, considerant la presència d'indicis d'esfondraments en les proximitats a l'àrea, la possibilitat de que a més dels guixos del substrat existeixin travertins en la cobertura quaternària amb circulació superficial d'aigua, i el fet que l'àrea es troba en un sector geomorfològicament deprimat amb antecedents d'esfondraments, s'estima que la perillositat enfront d'esfondraments a l'àrea de Ca l'Artit és mitja.

Fluxos torrencials

No s'ha observat indicis de processos relacionats amb fluxos torrencials o corrents hiperconcentrats, atès que el sector és pla. Per tant, es considera una perillositat molt baixa enfront de processos del tipus de fluxos torrencials, corrents hiperconcentrats i/o cons de dejecció.

Inundabilitat

L'àrea de Ca l'Artit es troba a una cota en l'entorn de 176m, lleugerament per sobre de la de l'estany i de la crescuda del febrer del 1982. Considerant que existeixen dos recs que

desguassen cap a l'àrea, el rec de les Estunes i el rec de la Font Pudosa, no es pot descartar que aquesta es pugui veure afectada per una avinguda amb elevat període de retorn. Davant la incertesa existent, es recomana l'elaboració d'un estudi detallat de l'inundabilitat de l'àrea.

2.5 Anàlisi de l'àrea dels Pins

L'àrea dels Pins (Fotografia 15) es localitza en el límit nord del municipi. Presenta una extensió de 5,2Ha ocupades per habitatges residencials i s'hi accedeix a través de la carretera d'Usall i de la GIP-5121.



Fotografia 15. Àrea dels Pins des del nord.

Les diferents litologies que constitueixen el subsòl defineixen també el relleu de l'àrea. En la meitat sud-oest aflora el substrat eocè, la unitat *ELb1* de margues blaves. A la meitat nord-est el substrat es troba recobert pel quaternari, calcàries travertíniques (*Qclo*) i dipòsits col·luvials (*Qac4*).

Moviments de vessant

Els pendents a l'àrea són en la major part inferiors als 10°, i presenten valors més alts en els sectors constituïts per margues o travertins que en cap superen els 30°. Amb aquests valors de pendents la probabilitat de que es puguin desenvolupar inestabilitats és baixa. Per aquest motiu, no s'ha observat cap indicatiu de moviments de vessant ni es té

constància de que n'hagin ocorregut. Així doncs, es considera una perillositat molt baixa enfront moviments de vessant a l'àrea dels Pins.

Esfondraments

L'àrea dels Pins es localitza en el sector del municipi en el que cal preveure que es puguin desenvolupar esfondraments derivats de la dissolució de guixos en el substrat. A les possibles dissolucions del substrat que afecten al sector occidental del municipi, cal afegir la presència a l'àrea de travertins formant part de la cobertura quaternària. Si bé no es té constància històrica de la formació de dolines en l'interior de la zona, la situació geològica fa que hi hagi la possibilitat que es formin.

Per tant, considerant la presència de litologies molt solubles en el substrat amb circulació d'aigua en sentit vertical, la presència de litologies solubles i molt permeables en la cobertura que afloren en el sector proper del Clot d'Espolla, i la presència d'antecedents en sectors propers, s'estima que la perillositat enfront d'esfondraments a l'àrea dels Pins és mitja.

Fluxos torrencials

No s'ha observat indicis de processos relacionats amb fluxos torrencials o corrents hiperconcentrats, atès que el sector és pla. Per tant, es considera una perillositat molt baixa enfront de processos del tipus de fluxos torrencials, corrents hiperconcentrats i/o cons de dejecció.

Inundabilitat

L'àrea dels Pins es troba moderadament elevada en relació a la cota de l'Estany, de manera que aquesta no es veuria afectada per un episodi d'inundació com el del febrer del 1982. Concretament, la cota mínima a l'àrea se situa en l'extrem sud-oest amb 184m, el que representa 10m per sobre del nivell assolit per l'estany en l'esmentat episodi, però la majoria de l'àrea es troba entre les cotes de 200 i 225m.

Per tant, es descarta l'existència de zones potencialment inundables a l'àrea dels Pins.

2.6 Anàlisi de l'àrea del Pla de la Bruguera

L'àrea del Pla de la Bruguera se situa en el límit nord del municipi, i es troba delimitada per la carretera GIP-5121 a l'est i per les instal·lacions de l'empresa Dytsa a l'oest (Fotografia 16). Presenta una extensió de 2,5Ha ocupades en l'actualitat per zones verdes.



Fotografia 16. Àrea del Pla de la Bruguera des del sud.

El subsòl està constituït per dipòsits col·luvials pleistocens (Qac4).

Moviments de vessant

L'àrea del Pla de la Bruguera és completament plana, i per tant es descarta que es puguin desenvolupar moviments de vessant. Per tant, la perillositat enfront de moviments de vessant és molt baixa.

Esfondraments

L'àrea del Pla de la Bruguera es localitza en el sector del municipi en el que cal preveure que es puguin desenvolupar esfondraments derivats de la dissolució de guixos en el substrat i per tant, malgrat que no es té constància històrica de la formació de dolines en aquesta zona, la situació geològica és favorable a que s'hi desenvolupin. D'altra banda, en sectors propers a la zona del Pla de la Bruguera, afloren travertins quaternaris amb indicis geomorfològics de processos càrstics, concretament en el Clot d'Espolla

Amb tot, considerant la susceptibilitat del substrat i la presència d'antecedents en sectors propers que posen de manifest la circulació d'aigua en el sector, es determina una perillositat mitja enfront d'esfondraments.

Fluxos torrencials

No s'ha observat indicis de processos relacionats amb fluxos torrencials o corrents hiperconcentrats, atès que el sector és pla. Per tant, es considera una perillositat molt baixa enfront de processos del tipus de fluxos torrencials, corrents hiperconcentrats i/o cons de dejecció.

Inundabilitat

L'àrea del Pla de la Bruguera es troba elevada en relació a la cota de l'Estany, de manera que aquesta no es pot veure afectada per un episodi d'inundació com el del febrer del 1982. La cota mínima a l'àrea és de 223m, el que representa 50m per sobre del nivell assolit en l'esmentat episodi.

Així mateix, l'àrea es troba elevada en relació als cursos més propers, els recs d'Espolla i de Melianta.

Amb tot, considerant la seva situació en relació a la xarxa de drenatge i a l'estany, es descarta l'existència de zones potencialment inundables a l'àrea del Pla de la Bruguera.

3 Recomanacions

Esfondraments

A l'àrea del nucli urbà de Banyoles existeixen litologies solubles formant part del substrat i de la cobertura quaternària. Les més solubles es localitzen en el substrat i són guixos d'edat eocena, materials que són objecte de processos càrstics derivats de les surgències a l'oest de la falla Camós-Celrà. Aquestes surgències han donat lloc a nombrosos antecedents d'esfondraments, tals com el propi Estany de Banyoles, malgrat que aquests esfondraments resten fora de l'àrea d'estudi corresponent al nucli de Banyoles. Per aquest motiu, considerant la presència de litologies solubles i la constància de que existeix circulació d'aigua que ha donat lloc a antecedents, s'estima que la perillositat natural enfront d'esfondraments és mitja en el sector occidental del nucli, a l'oest de la falla Camós-Celrà (MGC25M).

Amb el mateix criteri emprat pel nucli de Banyoles, s'ha considerat una perillositat enfront d'esfondraments mitja per a les àrees de Ca l'Artit, dels Pins i del Pla de la Bruguera, atesa la presència de guixos amb circulació d'aigua en el substrat i/o travertins en la cobertura quaternària, ja que malgrat que no es té constància històrica de la formació de dolines en aquestes zones, la situació geològica és favorable a que s'hi desenvolupin i existeixen antecedents en sectors propers.

Amb caràcter general, en aquests sectors abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, prèviament a la definició dels usos del sòl, es recomana que un tècnic competent avaluï en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent i, en cas que la informació disponible sigui insuficient per a emetre tal valoració, efectuar estudis que avaluïn detalladament la perillositat geològica i els seus possibles efectes sobre l'actuació projectada.

Així mateix, a fi de minimitzar els possibles efectes dels moviments verticals del terreny sobre les estructures, és recomanable evitar l'ús de fonamentació aïllada associat a estructures rígides de formigó, atès que pot agreujar els danys estructurals. Cal evitar elements continus de fonamentació, especialment lloses i sabates corregudes, a no ser que es calculin amb una hipòtesi de no reacció parcial del terreny contra l'element de fonamentació per efecte de l'assentament del terreny. En qualsevol cas, serà l'estudi geotècnic i de càlcul d'estructures específic el que haurà de valorar la idoneïtat d'emprar

la fonamentació més adequada en funció de les característiques concretes de cada projecte i les propietats geotècniques del subsòl.

En les àrees ja ocupades considerades amb perillositat alta i mitja enfront d'esfondraments, es recomana mantenir un control dels moviments verticals utilitzant tècniques de teledetecció (aèries o per satèl·lit), amb l'objectiu de detectar moviments previs al desenvolupament d'un possible col·lapse. En aquest sentit, es recomana l'elaboració d'un pla d'actuació enfront d'esfondraments que estableixi els protocols generals a adoptar si es detecten indicadors d'un possible fenomen futur, sense perjudici de que es puguin dissenyar actuacions concretes d'acord amb les característiques de cada cas.

D'altra banda, són abundants les unitats de travertins en la cobertura quaternària. Malgrat que aquests materials no presenten gruixos molt importants, habitualment són inferiors als 10m, s'ha de tenir en compte que la seva permeabilitat és molt elevada. Per aquest motiu, considerant la presència abundant d'aigua a la zona que és susceptible de circular a través d'aquests materials i la manca d'antecedents, s'estima que la perillositat enfront d'esfondraments en les zones en les que existeixen travertins és mitja a baixa. En aquestes zones cal que els estudis geotècnics previs a qualsevol nova actuació considerin la presència de travertins i la possibilitat de que se'n puguin derivar esfondraments.

Finalment, en els sectors constituïts per travertins detrítics o qualsevol altra litologia no soluble, tenint en compte la presència de guixos en el substrat sense flux vertical d'aigua i la manca d'antecedents, s'ha considerat que la perillositat enfront d'esfondraments és baixa, sense cap recomanació específica per a aquests sectors.

Per tal de minimitzar en la mesura del possible l'aportació d'aigua al subsòl es recomana adoptar les següents precaucions:

- Revisar periòdicament les xarxes d'abastament d'aigua i de clavegueram per a detectar i en el seu cas reparar les possibles fuites.
- Impermeabilitzar sempre que sigui possible la superfície i controlar totes les aigües superficials que hi puguin circular.
- Eliminar les aportacions d'aigua al sòl tals com pous negres, etc.
- Canalitzar els torrents i rieres.

- Segellar els sondatges i pous de prospecció geotècnica que es realitzin.
- Es recomana que les excavacions estiguin exposades el menor temps possible a fi d'evitar la formació de grans cubetes d'emmagatzemament d'aigua de pluja.

Inundabilitat

Pel que fa a la inundabilitat, existeixen zones potencialment inundables en el nucli urbà de Banyoles i en l'àrea de Ca l'Artit. Així ho corroboren els antecedents i el fet que aquestes àrees es troben parcialment per sota de la cota de l'estany o del nivell màxim assolit durant l'episodi del febrer del 1982. Per aquest motiu es recomana la redacció d'un estudi d'inundabilitat de l'estany i dels seus recs de desguàs, que haurà de considerar l'hidrologia superficial de la conca de l'estany, l'hidrologia superficial de la conca de recepció de l'aqüífer càrstic i la modelització del seu comportament hidrogeològic, per tal de determinar el temps de resposta de les crescudes per l'efecte conjunt dels aportaments superficials i subterranis.

Consideracions generals

Amb caràcter general, independentment de la perillositat natural, 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 després de l'execució d'excavacions o talussos antròpics per evitar el desenvolupament d'inestabilitats.
- Evitar edificar a les vores d'escarpaments i 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'erosions.
- Evitar les fonamentacions sobre terraplens o rebliments antròpics preexistents. Usualment, no solen ser aptes per a fonamentar estructures, i es poden generar assentaments diferencials importants en ser sotmesos a càrregues.

Barcelona, 16 de març de 2012

Vist i plau:

Darío Pérez Sánchez
Geòleg
Geocat Gestió de Projectes S.A.

Pere Martínez i Figueras
Cap de l'Àrea d'Enginyeria Geològica i Risc
Institut Geològic de Catalunya

ANNEXES:

RESUM

FITXES

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

PLÀNOLS

RESUM

Estudi d'Identificació de Riscos Geològics

	Nucli urbà de Banyoles	Àrea de Ca l'Artit	Àrea dels Pins	Àrea del Pla de la Bruguera
Moviments de vessant	Sense indicis No cal estudis detallats Perillositat de molt baixa a negligible	Sense indicis No cal estudis detallats Perillositat de molt baixa a negligible	Sense indicis No cal estudis detallats Perillositat de molt baixa a negligible	Sense indicis No cal estudis detallats Perillositat de molt baixa a negligible
Inundabilitat	Estany de Banyoles i recs de desguàs Zones potencialment inundables Es recomana efectuar un estudi d'inundabilitat que consideri l'hidrologia superficial de la conca de l'estany, l'hidrologia superficial de la conca de recepció de l'aquífer càrstic i el seu comportament hidrogeològic, per tal de determinar el temps de resposta de les crescudes per l'efecte conjunt dels aportaments superficials i subterranis.	Estany de Banyoles i recs de desguàs Zones potencialment inundables Es recomana efectuar un estudi d'inundabilitat que consideri l'hidrologia superficial de la conca de l'estany, l'hidrologia superficial de la conca de recepció de l'aquífer càrstic i el seu comportament hidrogeològic, per tal de determinar el temps de resposta de les crescudes per l'efecte conjunt dels aportaments superficials i subterranis.	L'àrea es troba elevada en relació a la cota de l'estany i al nivell màxim assolit durant l'episodi del febrer del 1982 No cal estudis detallats No existeixen zones potencialment inundables	L'àrea es troba elevada en relació a la cota de l'estany i al nivell màxim assolit durant l'episodi del febrer del 1982 No cal estudis detallats No existeixen zones potencialment inundables
Fluxos torrencials	Sense indicis No cal estudis detallats Perillositat de molt baixa a negligible	Sense indicis No cal estudis detallats Perillositat de molt baixa a negligible	Sense indicis No cal estudis detallats Perillositat de molt baixa a negligible	Sense indicis No cal estudis detallats Perillositat de molt baixa a negligible

	Nucli urbà de Banyoles	Àrea de Ca l'Artit	Àrea dels Pins	Àrea del Pla de la Bruguera
Esfondraments	Zones amb perillositat mitja Abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, es recomana que un tècnic competent avalui en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent o, en cas que no sigui possible emetre tal valoració, efectuar estudis de perillositat detallats. Disseny de fonamentació per minimitzar els possibles efectes dels moviments verticals del terreny sobre les estructures. En els sectors ja ocupats, control de moviments verticals mitjançant tècniques de teledetecció a fi de detectar possibles indicadors previs a un col·lapse	Perillositat mitja Abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, es recomana que un tècnic competent avalui en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent o, en cas que no sigui possible emetre tal valoració, efectuar estudis de perillositat detallats. Disseny de fonamentació per minimitzar els possibles efectes dels moviments verticals del terreny sobre les estructures.	Perillositat mitja Abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, es recomana que un tècnic competent avalui en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent o, en cas que no sigui possible emetre tal valoració, efectuar estudis de perillositat detallats. Disseny de fonamentació per minimitzar els possibles efectes dels moviments verticals del terreny sobre les estructures.	Perillositat mitja Abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, es recomana que un tècnic competent avalui en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent o, en cas que no sigui possible emetre tal valoració, efectuar estudis de perillositat detallats. Disseny de fonamentació per minimitzar els possibles efectes dels moviments verticals del terreny sobre les estructures.
	Zones amb perillositat mitja a baixa Estudis geotècnics han de considerar la presència de travertins en el subsòl	En els sectors ja ocupats, control de moviments verticals mitjançant tècniques de teledetecció a fi de detectar possibles indicadors previs a un col·lapse	En els sectors ja ocupats, control de moviments verticals mitjançant tècniques de teledetecció a fi de detectar possibles indicadors previs a un col·lapse	En els sectors ja ocupats, control de moviments verticals mitjançant tècniques de teledetecció a fi de detectar possibles indicadors previs a un col·lapse

FITXES**Nucli urbà de Banyoles**

Perillositat	Esfondraments
Grau	Mitjà
Propostes	Abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, prèviament a la definició dels usos del sòl, es recomana que un tècnic competent avalui en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent i, en cas que la informació disponible sigui insuficient per a emetre tal valoració, efectuar estudis que avaluin detalladament la perillositat geològica i els seus possibles efectes sobre l'actuació projectada. En els sectors ja ocupats, mantenir un control dels moviments verticals mitjançant tècniques de teledetecció a fi de detectar possibles indicadors previs a un col·lapse

Perillositat	Esfondraments
Grau	Mitjà a baix
Propostes	Els estudis geotècnics previs a qualsevol nova actuació han de considerar la presència de travertins en el subsòl i la possibilitat de que se'n derivin esfondraments-

Estany de Banyoles i recs de desguàs

Perillositat	Inundabilitat
Propostes	Es recomana efectuar un estudi d'inundabilitat de l'estany que no només haurà de considerar l'hidrologia superficial de la conca de l'estany, sinó també l'hidrologia superficial de la conca de recepció de l'aqüífer càrstic i el seu comportament hidrogeològic, amb l'objectiu de determinar el temps de resposta de les crescudes per l'efecte conjunt dels aportaments superficials i subterranis.

Àrea de Ca l'Artit

Perillositat	Esfondraments
Grau	Mitjà
Propostes	Abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, prèviament a la definició dels usos del sòl, es recomana que un tècnic competent avalui en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent i, en cas que la informació disponible sigui insuficient per a emetre tal valoració, efectuar estudis que avaluin detalladament la perillositat geològica i els seus possibles efectes sobre l'actuació projectada. En els sectors ja ocupats, mantenir un control dels moviments verticals mitjançant tècniques de teledetecció a fi de detectar possibles indicadors previs a un col·lapse

Estany de Banyoles i recs de desguàs

Perillositat	Inundabilitat
Propostes	Es recomana efectuar un estudi d'inundabilitat de l'estany que no només haurà de considerar l'hidrologia superficial de la conca de l'estany, sinó també l'hidrologia superficial de la conca de recepció de l'aquífer càrstic i el seu comportament hidrogeològic, amb l'objectiu de determinar el temps de resposta de les crescudes per l'efecte conjunt dels aportaments superficials i subterranis.

Àrea dels Pins

Subàrea A	
Perillositat	Esfondraments
Grau	Mitjà
Propostes	Abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, prèviament a la definició dels usos del sòl, es recomana que un tècnic competent avalui en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent i, en cas que la informació disponible sigui insuficient per a emetre tal valoració, efectuar estudis que avaluin detalladament la perillositat geològica i els seus possibles efectes sobre l'actuació projectada. En els sectors ja ocupats, mantenir un control dels moviments verticals mitjançant

	tècniques de teledetecció a fi de detectar possibles indicadors previs a un col·lapse
--	---

Àrea del Pla de la Bruguera

Perillositat	Esfondraments
Grau	Mitjà
Propostes	Abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, prèviament a la definició dels usos del sòl, es recomana que un tècnic competent avaluï en base a criteris tècnics que l'actuació projectada a l'àrea és compatible amb la perillositat existent i, en cas que la informació disponible sigui insuficient per a emetre tal valoració, efectuar estudis que avaluïn detalladament la perillositat geològica i els seus possibles efectes sobre l'actuació projectada. En els sectors ja ocupats, mantenir un control dels moviments verticals mitjançant tècniques de teledetecció a fi de detectar possibles indicadors previs a un col·lapse

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

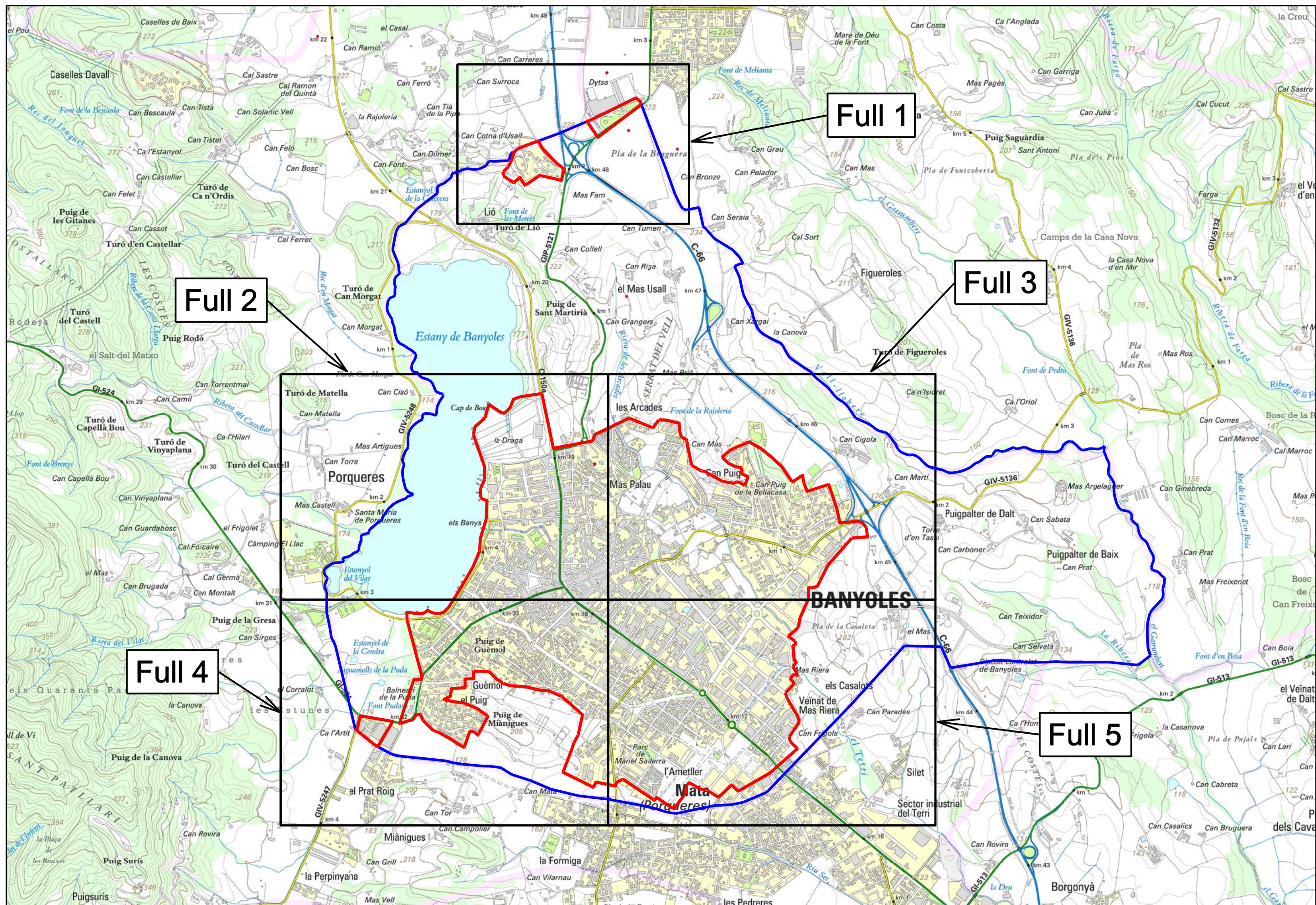
- CECAM, (2011). "Informe geotècnic d'una parcel·la situada en el carrer de la Pia Almoina (Banyoles, Girona)". Exp. C11X7165 108/11.
- ICC (1996). "Atles climàtic de Catalunya". Institut Cartogràfic de Catalunya – Departament de Medi Ambient.
- ICC (2003). "Mapa Geològic de Síntesi de Catalunya a escala 1:50.000". Institut Cartogràfic de Catalunya.
- IGC (2010). "Mapa per a la Prevenció dels riscos geològics (MPRG25M). Especificacions tècniques. V. 2010.1. AP-020-10.
- Roget, E., Salvadé, G. i Zamboni, F. (1997). "Internal seiche climatology in a small lake where transversal and second vertical modes are usually observed". Limnol. Oceanogr., 42(4), 1997, 663-673.
- Sánchez Martín, X. (2008). "Processos convectius en un sistema aquàtic natural: L'Estany de Banyoles". Tesi doctoral.
- Sanz, M. (1985). Estudi hidrogeològic de la regió de Banyoles-Garrotxa Quaderns del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles. Quaderns 1980-1984.

Pàgines web:

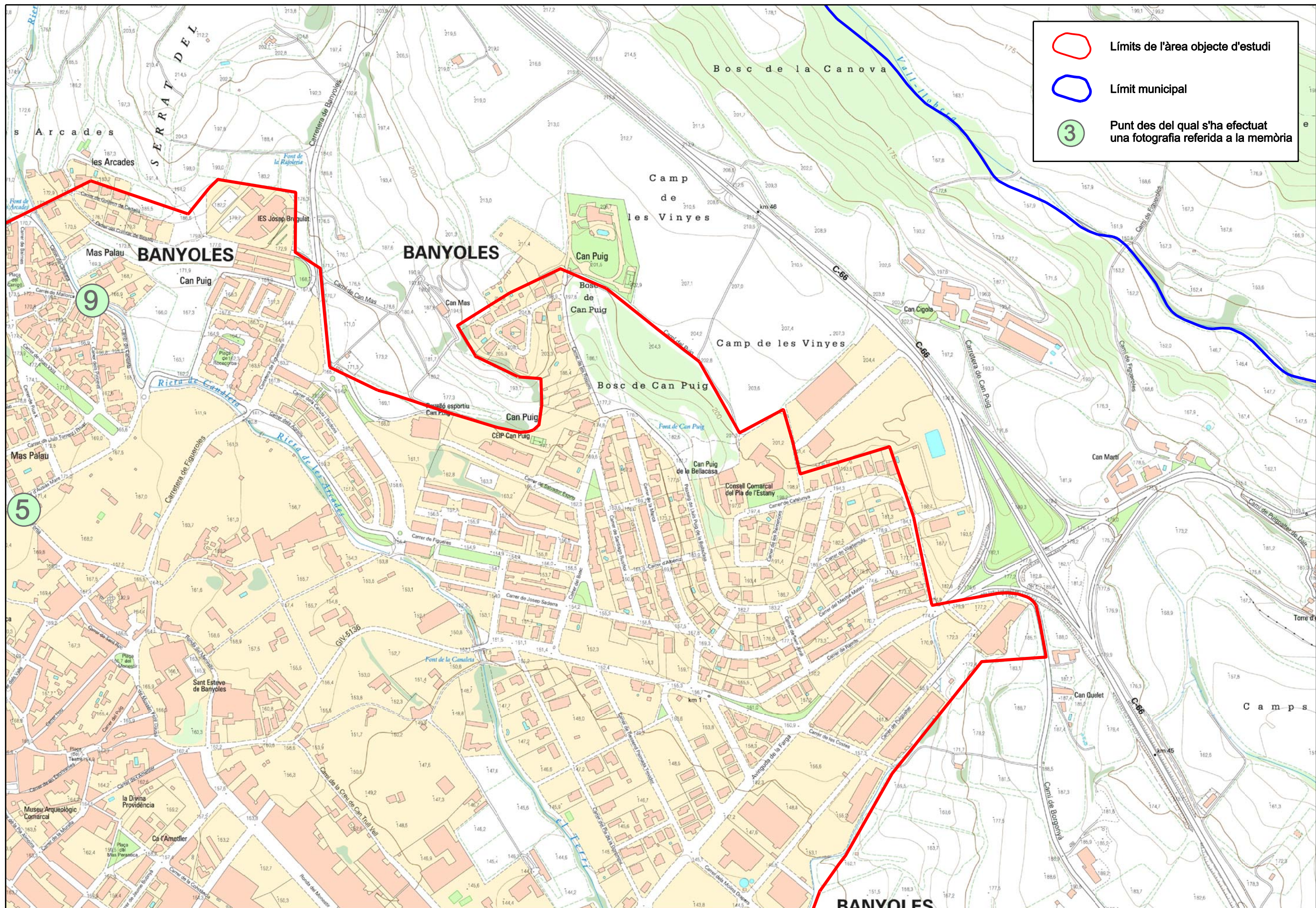
<http://banyolesinfo.blogspot.com/2006/12/mapa-dels-recs-i-horts-de-banyoles.html>

<http://banyoles-recs-hortes.blogspot.com/2009/10/mapa-dels-recs-i-els-molins.html>

PLÀNOLS









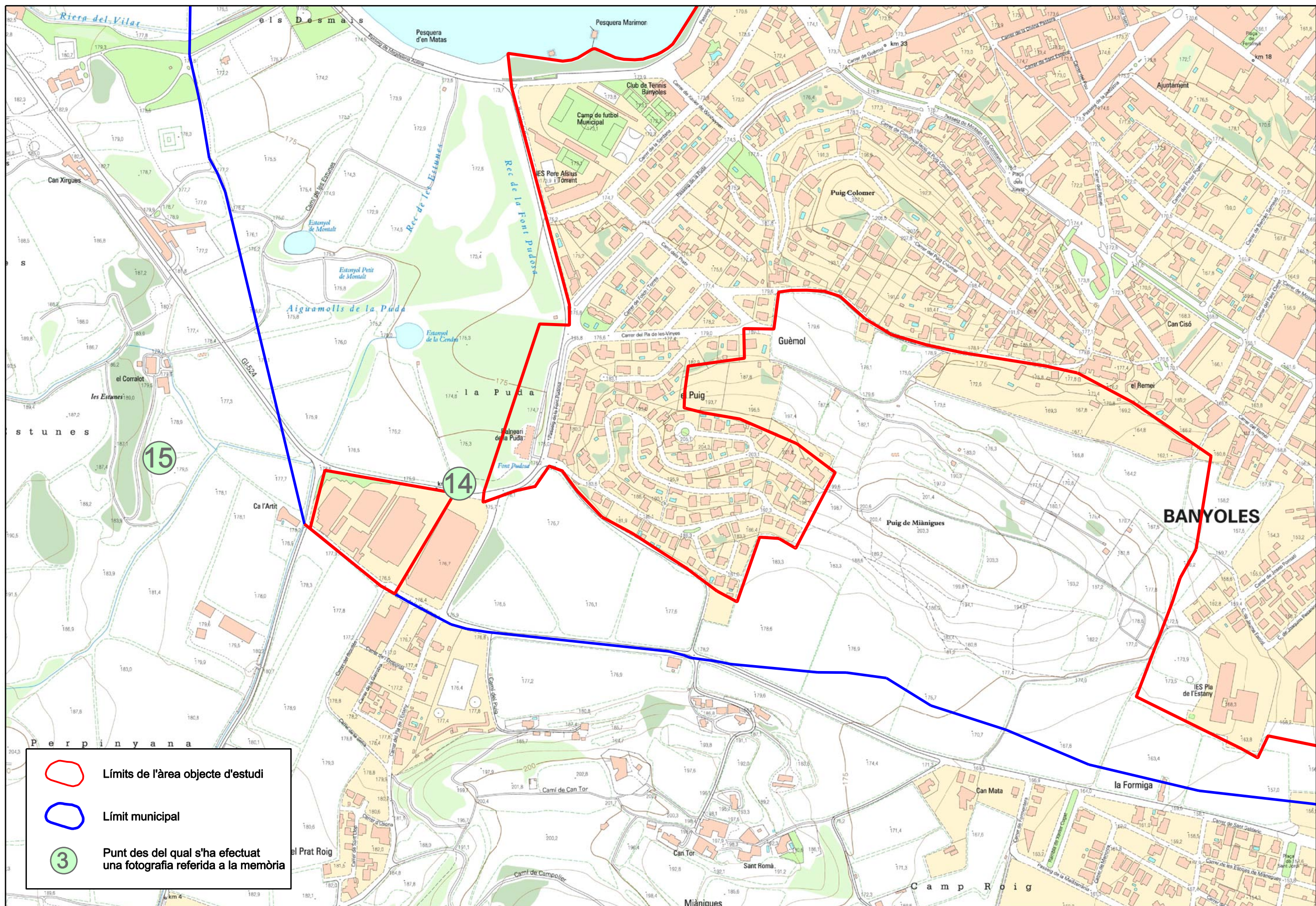
Límits de l'àrea objecte d'estudi



Límit municipal



Punt des del qual s'ha efectuat una fotografia referida a la memòria



**Límits de l'àrea objecte d'estudi**

**Límit municipal**

**Punt des del qual s'ha efectuat una fotografia referida a la memòria**

