

Estudi d'inundabilitat en el municipi d'Artés (Bages)

Codi: AI-0001/19

Març 2019

Índex

1	INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	1
1.1	Objectius i àmbit d'estudi	1
1.2	Antecedents	5
2	INUNDABILITAT	7
2.1	Hidrologia – càlcul de cabals	7
2.1.1	Pluja de projecte i conques de precipitació	7
2.1.2	Pèrdues de precipitació	10
2.1.3	Càlcul de Cabals	15
2.2	Hidràulica – obtenció límits inundables	16
2.2.1	Establiment seccions de càlcul – model hidràulic 1D	17
2.2.2	Establiment malla de càlcul – model hidràulic 2D	19
2.2.3	Punts de control de cabals	20
2.2.4	Coeficients de rugositat	25
2.2.5	Estructures hidràuliques	33
2.2.6	Condicions de contorn	40
3	RESULTATS	42
3.1	Aspectes generals	42
3.2	Límits inundables, ZFP i ZI	43
3.3	Punts singulars	46
4	RESUM I CONSIDERACIONS FINALS	51
4.1	Consideracions finals	51

PLÀNOLS

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

Plànol 2. Classificació de les zones inundables per a T=100 anys.

Plànol 3. Classificació de les zones inundables per a T=500 anys.

Plànol 4. Delimitació de la Zona de Flux Preferent.

Plànol 5. Calats inundació T= 100 anys.

Plànol 6. Calats inundació T=500 anys.

ANNEXES

Annex I. Metodologia.

Annex II. Hidrologia. Taules complementàries.

Annex III. N multiparamètrica. Taules de n composta per lleres.

Annex IV. Perfils Longitudinals HecRas.

Annex V. Perfils Transversals HecRas.

Annex VI. Modificació del Reglament del domini públic hidràulic (Decret 638/2016, de 9 de desembre).

Índex Figures

Figura 1. Situació dels cursos fluvials estudiats en l'àmbit del terme municipal. Base topogràfica 1:25.000 i ortofotos 1:2.500 (ICGC). En blau cel es mostra la inundabilitat de les rieres Gavarresa i Malrubí per T=500 anys (PEFCAT). ...2	2
Figura 2. Diferenciació dels trams a cel obert i trams soterrats dels cursos fluvials a estudiar. Base topogràfica ortofotos 1:2.500 (ICGC).....3	3
Figura 3. Situació dels cursos fluvials estudiats respecte la classificació urbanística del terme municipal d'Artés. MUC, gener 2018. Ortofotos 1:2.500 (ICGC).5	5
Figura 4. Delimitació de les conques de precipitació per l'estudi hidrològic. Base cartogràfica mapa topogràfic de Catalunya 1:50.000 (ICGC).....8	8
Figura 5. Geologia de la conca d'estudi. Base Mapa Geològic 1:50.000 (ICGC).....11	11
Figura 6. Zonificació segons grups hidrològics del sòl. Base cartogràfica mapa topogràfic de Catalunya 1:50.000 (ICGC).....12	12
Figura 7. Classificació (imatge superior) i zonificació (imatge inferior) segons els usos del sòl en la conca d'estudi. Base topogràfica 1:25.000 (ICGC).13	13
Figura 8. Zonificació: recull els 3 criteris: ús de sòl, grup de sòl i subconca. Base topogràfica 1:25.000 (ICGC).14	14
Figura 9. Àmbits i tipologies de models hidràulics. Base cartogràfica mapa topogràfic 1:25.000 (ICGC).17	17
Figura 10. Exemple de la posició en planta de les seccions en les rieres d'estudi. Ortofotografies ICGC 1:2.500.18	18
Figura 11. Exemple de la malla de càlcul al torrent del Mig i afluents amb les edificacions i murs incorporats, model d'ombres de la malla.20	20
Figura 12. Punts de control per la definició de cabals.....22	22
Figura 13. Entrades dels hidrogrames de cabal en el model bidimensional.23	23
Figura 14. Hidrogrames de cabal per T=500 anys.23	23

Figura 15. Hidrogrames de cabal per T=100 anys.....	24
Figura 16. Hidrogrames de cabal per T=MCO anys.....	24
Figura 17. Distribució dels coeficients de rugositat en l'àmbit d'estudi. Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC, CREAM). Base topogràfica Ortofotos 1:2.500 (ICGC).....	26
Figura 18. Vista de la llera del torrent de Sant Hilari.....	28
Figura 19. Vista de la llera del torrent de les Tàpies.....	29
Figura 20. Vista de la llera del torrent de les Torres.....	30
Figura 21. Vista de la llera del torrent de l'Institut, en els diferents trams aigües amunt la canalització soterrada.....	31
Figura 22. Vista de la llera del torrent del Mig, en els diferents trams aigües amunt la canalització soterrada.....	32
Figura 23. Vista de la llera del torrent del Mig, aigües avall la canalització soterrada.....	33
Figura 24. Vista de la confluència del torrent del Mig amb el torrent de Can Vila, en les proximitats de la Granja de la Paloma.....	33
Figura 25. Localització de les estructures hidràuliques, valorades en l'estudi. Base topogràfica ICGC 1:25.000.....	34
Figura 26. Estructura TA_01, torrent de les Tàpies, secció aigües avall.....	35
Figura 27. Estructura SH_01, torrent de Sant Hilari, secció aigües amunt.....	36
Figura 28. Estructura SH_02, torrent de Sant Hilari, secció aigües amunt.....	36
Figura 29. Estructura SH_03, torrent de Sant Hilari, secció aigües amunt.....	37
Figura 30. Estructura MI_01 i MI_02, torrent del Mig, seccions d'aigües avall.....	37
Figura 31. Estructura MI_03, torrent del Mig, secció aigües avall.....	38
Figura 32. Boca d'entrada de la canalització soterrada al torrent del Mig (Just aigües amunt del carrer de Manresa).	39
Figura 33. Boca d'entrada de la canalització soterrada al torrent de l'Institut. (Lateral de l'Institut Miquel Bosch i Jover).....	40
Figura 34. Esquema del mapa de zones inundables en el municipi d'Artés. Base topogràfica ICGC 1:25.000.....	44
Figura 35. Esquema del mapa de classificació de la inundabilitat per T100 anyen el municipi d'Artés. Base topogràfica ICGC 1:25.000.....	44
Figura 36. Esquema del mapa de classificació de la inundabilitat per T500 any en el municipi d'Artés. Base topogràfica ICGC 1:25.000.....	45
Figura 37. Esquema del mapa de la zona de flux preferent en el municipi d'Artés. Base topogràfica ICGC 1:25.000.	45
Figura 38. Imatge del canal del torrent de l'Institut, just per sobre l'entrada al canal soterrat. (Les fletxes vermelles indicarien possibles punts de desbordament).....	46
Figura 39. Vista general de les línies de flux pel cabal dels 100 anys (sobre la malla de càlcul) en els torrents del Mig, de Can Vila i l'Institut. (En vermell, s'indica la localització de l'Institut).....	47
Figura 40. Detall dels límits inundables en l'àmbit de l'Institut.....	47
Figura 41. Detall de la zona de flux preferent en l'àmbit de l'Institut.....	48

Figura 42. Classificació dels calats per T100 anys, en l'àmbit del torrent de l'Institut i els carrers proxims (La línia vermella indica la localització de l'Institut).....	49
Figura 43. Classificació de la inundabilitat per T100 anys, en l'àmbit del torrent de l'Institut i els carrers proxims (La línia negra indica la localització de l'Institut).....	49
Figura 44. Classificació dels calats per T500 anys, en l'àmbit del torrent de l'Institut i els carrers proxims (La línia vermella indica la localització de l'Institut).....	50
Figura 45. Classificació de la inundabilitat per T500 anys, en l'àmbit del torrent de l'Institut i els carrers proxims (La línia negra indica la localització de l'Institut).....	50

Índex Taules

Taula 1. Precipitació associada a cada període de retorn i conca de precipitació. Els valors de P'd són els adoptats pel model hidrològic.	9
Taula 2. Litologies aflorants a la conca d'estudi segons Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000 (ICGC).	10
Taula 3. Classificació de les litologies segons els grups hidrològics de sòls.	11
Taula 4. Valors del nombre de corba NC adoptats en les conques d'estudi pel càlcul de cabals.	15
Taula 5. Cabals màxims (m ³ /s), per període de retorn, en els punts de càlcul de cabals pels cursos d'estudi.	16
Taula 6. Longitud i nombre de seccions de les rieres d'estudi.	18
Taula 7. Característiques malla de càlcul del model 2D.	20
Taula 8. Cabals màxims (m ³ /s), per període de retorn, obtinguts amb el model hidrològic.	21
Taula 9. Coeficients de rugositat de Manning incorporats en els Models Hidràulics.	25
Taula 10. Paràmetres i coeficients de rugositat de Manning utilitzats.No cal incloure n ₂ , ja que ja es té en compte en el model hidràulic en els coeficients d'expansió i contracció.	27
Taula 11. Resum de les estructures hidràuliques localitzades en l'àmbit d'estudi. (a=ample/ H=altura lliure total / h=altura brançal /D=diàmetre).....	34
Taula 12. Condicions de contorn aigües avall, pel model 1D.....	41

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

A petició de la Secretaria d'Hàbitat Urbà i Territori (SHUT) es realitza l'estudi d'inundabilitat del municipi d'Artés (comarca del Bages), en el marc dels treballs de redacció del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal (POUM), per tal d'adequar-lo al Reglament del Domini Públic Hidràulic (RDPH) aprovat pel Reial Decret 849/1986, d'11 d'abril i modificat pel Reial Decret 638/2016, de 9 de desembre.

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

El present estudi inclou les delimitacions de la inundació per els períodes de retorn de màxima crescuda ordinària (2,33 anys), la inundació i perillositat per els períodes de retorn de 100 i 500 anys, la zona de flux preferent (ZFP) i la zona inundable (ZI).

1.1 Objectius i àmbit d'estudi

L'objectiu del present estudi és determinar les zones inundables dels principals cursos fluvials que circulen pel terme municipal d'Artés i que creuen zones urbanes, urbanitzables o incloses en nous plans de desenvolupament urbanístic del municipi, a efectes de conèixer els condicionats que el RDPH imposa sobre les mateixes.

Tenint en compte la distribució de la trama urbana en el municipi i la seva orografia, així com les àrees d'interès manifestades pels tècnics de l'Ajuntament, es considera que els cursos a estudiar són: la riera de Gavarresa, riera de Malrubí, torrent del Mig, torrent de Can Vila, torrent que circula proper a l'Institut Miquel Bosch i Jover (torrent de l'Institut, d'ara en endavant), torrent de Malla (toponímia utilitzada pel veïnat), torrent de les Torres, torrent de les Tàpies i torrent de Sant Hilari (toponímia utilitzada pel veïnat).

Pel que fa a la inundabilitat de la riera de Gavarresa i riera de Malrubí ja han estat estudiades per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) en l'àmbit del projecte PEFCAT (ACA, 2015). Per tant, per aquests cursos, a efectes dels condicionants que deriven del RDPH, es poden prendre les delimitacions que proporciona l'ACA.

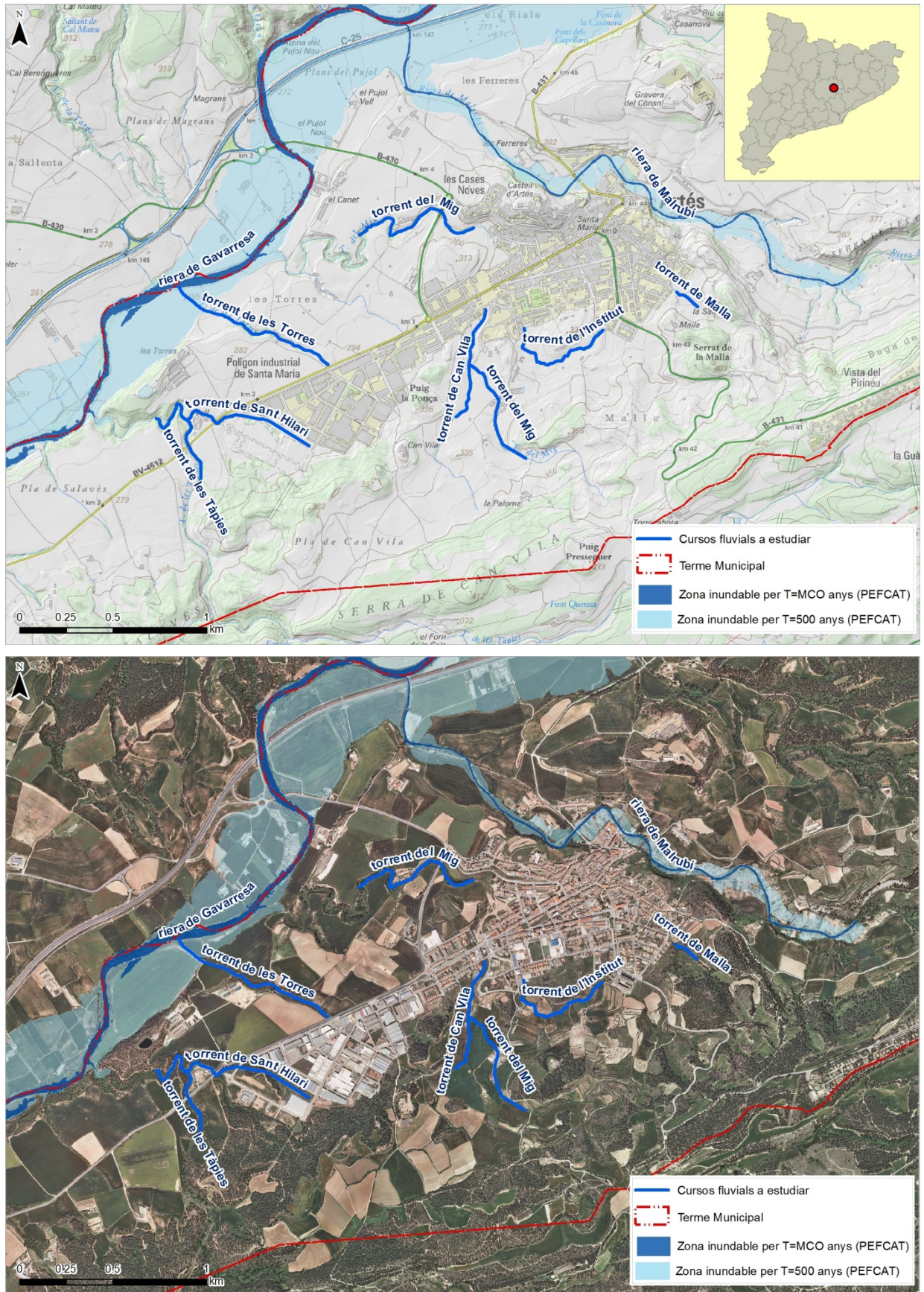


Figura 1. Situació dels cursos fluvials estudiats en l'àmbit del terme municipal. Base topogràfica 1:25.000 i ortofotos 1:2.500 (ICGC). En blau cel es mostra la inundabilitat de les rieres Gavarresa i Malrubí per T=500 anys (PEFCAT).

Pel que fa als cursos que transcorren pel nucli urbà, el torrent del Mig, torrent de Can Vila, torrent de l'Institut, i torrent de Malla, en els trams que transcorren aigües amunt de la zona urbana ho fan per una zona força plana, entre camps de cultius, amb una llera de dimensions bastant reduïdes i poca profunditat, quedant reduïda al marge entre les parcel·les de conreu.

El torrent de Can Vila desemboca al torrent del Mig aigües avall de les granges de la Paloma, i aquest últim transcorre a cel obert fins a l'altura del carrer de Manresa, on passa a trobar-se soterrat en tot el trajecte que fa per sota zona edificada. El torrent de l'Institut comença el seu traçat per sota aproximadament del carrer de Montserrat Roig i circula a cel obert per uns 675 m aproximadament fins que arriba a l'altura de l'institut Miquel Bosch i Jover, on queda soterrat i desemboca al torrent del Mig, just a l'altura del carrer Manresa. Aquests tres torrents un cop units conformen el torrent del Mig el qual torna a sortir a cel obert aigües avall de la trama urbana, per sota l'estació de bombament pròxima al carrer de la Pedrera. En la Figura 2 es mostra el traçat en detall d'aquests cursos, diferenciant els trams de curs natural i els trams canalitzats soterrats.



Figura 2. Diferenciació dels trams a cel obert i trams soterrats dels cursos fluvials a estudiar. Base topogràfica ortofotos 1:2.500 (ICGC).

El torrent de Malla comença el seu traçat entre els Serrats de la Sala i el Serrat de la Malla, i un cop arriba a l'altura del carrer Lleida queda soterrat per tota la trama urbana fins desguassar al torrent del Mig, per sota també de l'estació de bombament, abans anomenada. Per una banda, s'estudia en un tram d'uns 200m, en l'àmbit que circula a cel obert, i per altra banda, és té en compte les aportacions de tota la conca a partir del punt on el torrent del Mig torna a trobar-se al descobert. (Figura 2).

Aigües avall la zona urbana, el torrent del Mig, que recull les aigües de tots els torrents anomenats més amunt, transcorre molt encaixat en el fons de vall, els marges presenten pendents molt elevades i els desnivells entre la llera i la primera terrassa són d'uns deu metres, afavorint que el flux quedi confinat a l'àmbit del curs fluvial.

Pel que fa al torrent de les Torres, presenta una conca aportant de reduïdes dimensions, d'uns 0.35 km². S'estudia en un tram d'uns 950m, que transcorre entre camps de cultius, i que correspon al tram que circula a cel obert per sota el polígon industrial de Santa Maria, fins la riera Gavarresa.

En l'àmbit més a l'oest del municipi, s'estudia els cursos del torrent de Tàpies i torrent de Sant Hilari, aquest últim és el que transcorre per dintre zona classificada com a urbanitzable delimitada, presenta una conca força petita, d'uns 0.60 km², i amb una llera poc definida en algun tram. El torrent de Tàpies és un curs de majors dimensions, força encaixat en el fons de vall i l'únic curs fluvial amb aigua circulant, durant la visita tècnica de reconeixement.

En relació al terme municipal d'Artés, en la següent figura es mostra la classificació urbanística en base al Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC, actualització gener 2018). Les zones sense color, dins el terme municipal, corresponen a sòl no urbanitzable.

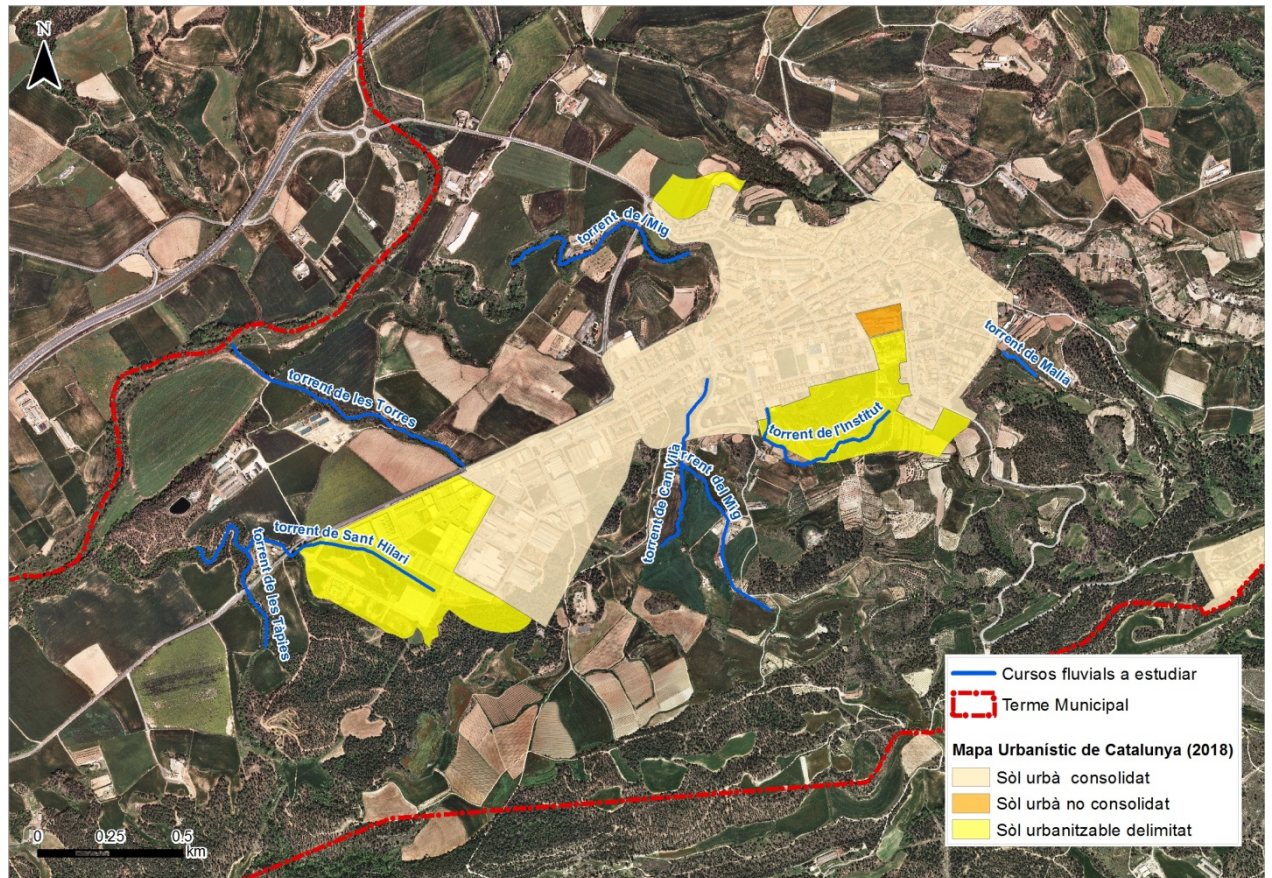


Figura 3. Situació dels cursos fluvials estudiats respecte la classificació urbanística del terme municipal d'Artés. MUC, gener 2018. Ortofotos 1:2.500 (ICGC).

1.2 Antecedents

Per l'elaboració del present estudi es compta amb una extensa informació prèvia, aquí es mostra alguns dels projectes i/o càlculs tinguts en compte:

- PEFCAT del Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).
- Informes ACA:
 - o Expedient UDPH2005006007: informe Pla Parcial Urbanístic del Sector S-5, 2a ampliació Polígon Industrial Santa Maria d'Artés.
 - o Expedient UDPH2012003276: Apercebiment de reparació d'un gual del torrent de Sant Hilari al terme municipal d'Artés.
 - o Expedient 02200000930: Ubicació de l'edifici de l'Institut Miquel Bosch i Jover
 - o Expedient UDPH2012004404: Obres de consolidació base del col·lector del torrent soterrat TM Artés

- Expedient UDPH2013004017: Autorització d'obres de canalització final de la riera de connexió amb el carrer Lleida TM Artés.
- Canalització del tram final de la riera de connexió amb el carrer Lleida al TM d'Artés (Bages). Ajuntament d'Artés, 2002.
- Proyecto de cobertura de un tram de torrente en el carrer de Can Vila en el TM de Artes (Barcelona). Ayuntamiento de Artes, 1992.
- Proyecto de cobertura de un tramo de riera de 60m de longitud aguas arriba de la calle arquitecte Gaudi en el TM de Artes (Barcelona). Ayuntamiento de Artes, 1991.
- Reformado del proyecto de cobertura de un tramo del torrente entre calle Manresa i carretera de Manresa en Artes (Barcelona). Ayuntamiento de Artés, 1985.
- Proyecto de cobertura del torrent de 'detras del sindicato', prolongacion de la existente, desde la plaza de Cataluña hasta su desembocadura. Ayuntamiento de Artes, 1973.

2 INUNDABILITAT

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. En l'Annex I s'exposa la metodologia seguida per la realització dels treballs de l'estudi.

2.1 Hidrologia – càlcul de cabals

Els càlculs hidrològics es realitzen per la totalitat dels cursos a estudiar fins la desembocadura a la riera de Gavarresa, tot i que part dels trams transcorren soterrats i per zona urbana. Els resultats del model hidrològic s'exposen per tot l'àmbit de la conca estudiada, tot i que posteriorment per la realització de la modelització hidràulica els trams estudiats es concentren en les proximitats de la zona urbana o amb interessos urbanístics.

2.1.1 Pluja de projecte i conques de precipitació

Per als càlculs hidrològics s'han utilitzat les dades de precipitacions màximes diàries (Pd), de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA).

Per la definició de la pluja de projecte (Pp), inicialment s'identifiquen les conques aportants a l'àrea d'estudi, en les que s'assignarà una precipitació. En aquest cas, en base la orografia del terreny, les zones d'interès i la superfície de l'àmbit d'estudi, s'identifica tretze conques on es realitza el càlcul de la pluja de projecte i que tenen el punt de desguàs a la riera de Gavarresa.

Pel càlcul de la precipitació (pluja de projecte) es determina els valors dels paràmetres hidromorfomètrics de les conques delimitades. En l'Annex II Hidrologia es mostra la taula amb els valors d'aquestes variables per cada subconca.

A partir d'aquests paràmetres es calcula el temps de concentració T_c que també depèn del grau d'antropització de la zona. Aquelles subconques amb percentatges d'urbanització elevats, s'han considerat amb tipologia urbanitzable, fet que s'ha reflectit en el càlcul de cabals.

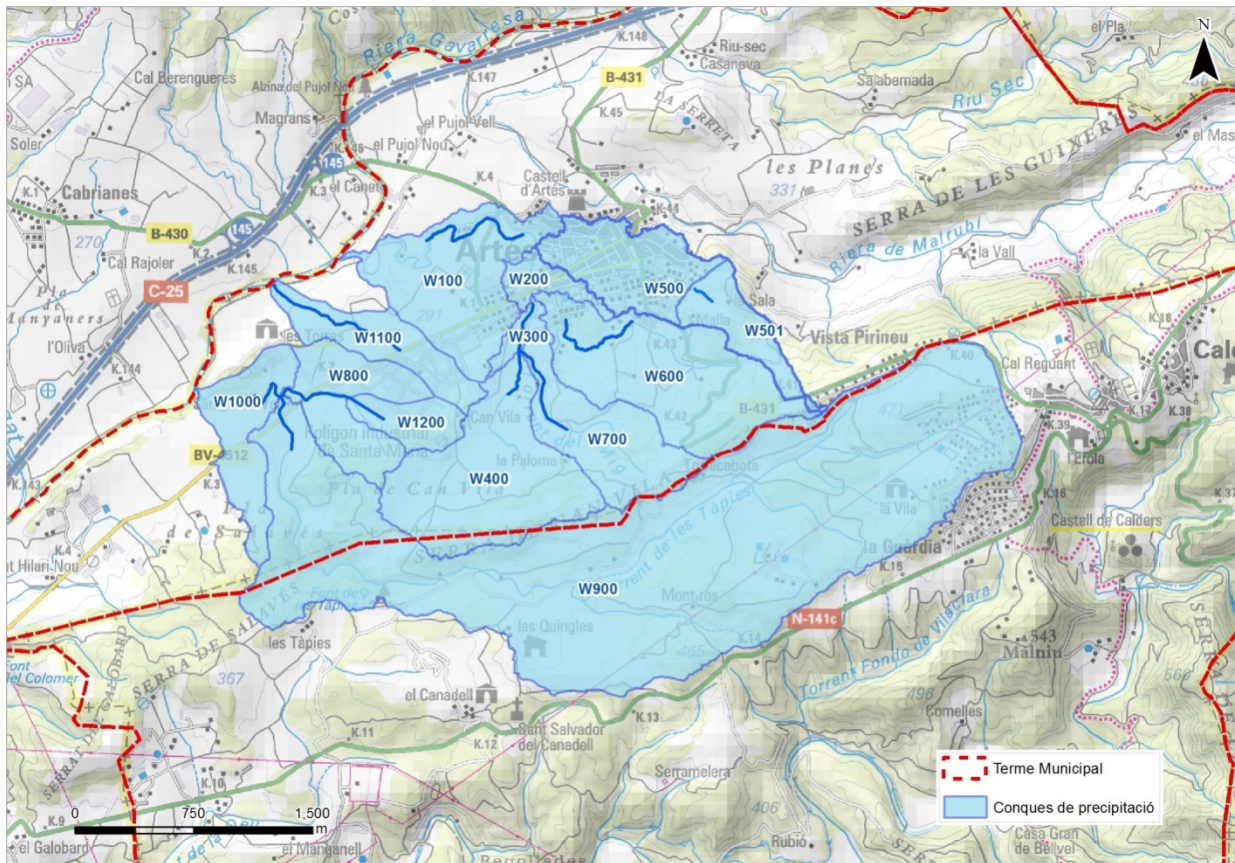


Figura 4. Delimitació de les conques de precipitació per l'estudi hidrològic. Base cartogràfica mapa topogràfic de Catalunya 1:50.000 (ICGC).

A partir dels paràmetres hidromorfomètrics, en la Taula 1 es mostren les dades de precipitació adoptades en cada conca, un cop rectificades amb el factor de correcció adimensional, K_a . Es mostra també la intensitat de pluja, calculada mitjançant les corbes Intensitat-Durada-Freqüència (IDF), proposades per Témez, per una durada de pluja de 24 hores (Annex II Hidrologia. Càlcul precipitació adoptada).

La distribució temporal de la pluja de disseny es realitza a partir de hietogrames de precipitació, que s'obtenen mitjançant el mètode dels blocs alternats, un cop coneguda la P_d i la corba IDF aplicable. A l'Annex II Hidrologia, es pot consultar els hietogrames resultants per la conca en la qual s'obté la pluja de projecte.

Taula 1. Precipitació associada a cada període de retorn i conca de precipitació. Els valors de Pd són els adoptats pel model hidrològic.

Conca	Període de retorn	Pd' adoptada (=Pd x Ka)	IDF (Sintètica) (mm/h) (Tc=24h)
W100	T2.33	57	2.70
	T100	142	6.73
	T500	186	8.82
W200	T2.33	57	2.70
	T100	142	6.73
	T500	187	8.87
W300	T2.33	57	2.70
	T100	142	6.73
	T500	187	8.87
W400	T2.33	57	2.70
	T100	143	6.78
	T500	186	8.82
W500	T2.33	57	2.70
	T100	143	6.78
	T500	188	8.92
W600	T2.33	57	2.70
	T100	143	6.78
	T500	188	8.92
W700	T2.33	57	2.70
	T100	143	6.78
	T500	187	8.87
W800	T2.33	56	2.66
	T100	142	6.73
	T500	186	8.82
W900	T2.33	53	2.54
	T100	135	6.39
	T500	176	8.33
W1000	T2.33	56	2.66
	T100	141	6.69
	T500	184	8.73
W1100	T2.33	56	2.66
	T100	142	6.73
	T500	186	8.82
W1200	T2.33	56	2.66
	T100	142	6.73
	T500	186	8.82

2.1.2 Pèrdues de precipitació

Per la determinació de les pèrdues de precipitació, la Guia Tècnica segueix el mètode del SCS, en el qual es relaciona:

- grups de sòl, en funció de les característiques litològiques
- usos del sòl, en funció de la cobertura del sòl
- característiques hidrològiques amb el nombre de corba, NC (valor invers a l'escolament)

Pel que fa als grups hidrològics de sòl (GHS), es pren com a referència la classificació del Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000 (ICGC), recolzant-se també amb el Mapa de Sòls de Catalunya (1:250.000).

Els materials que afloren a la zona de la conca d'estudi són materials cenozoics (paleogen i quaternari).

Taula 2. Litologies aflorants a la conca d'estudi segons Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000 (ICGC).

PERÍODE	EPÍGRAF	DESCRIPCIÓ
PALEOGEN	PEc	Calcàries biomicrítiques
	PEg	Gresos i calcàries amb ciment esparític
	PEmg	Margues i gresos
QUATERNARI	Qt0-1	Llit actual, plana d'inundació ordinària i terrassa més baixa (0-2 m)
	Qt3	Terrassa fluvial. Graves, sorres i lutites

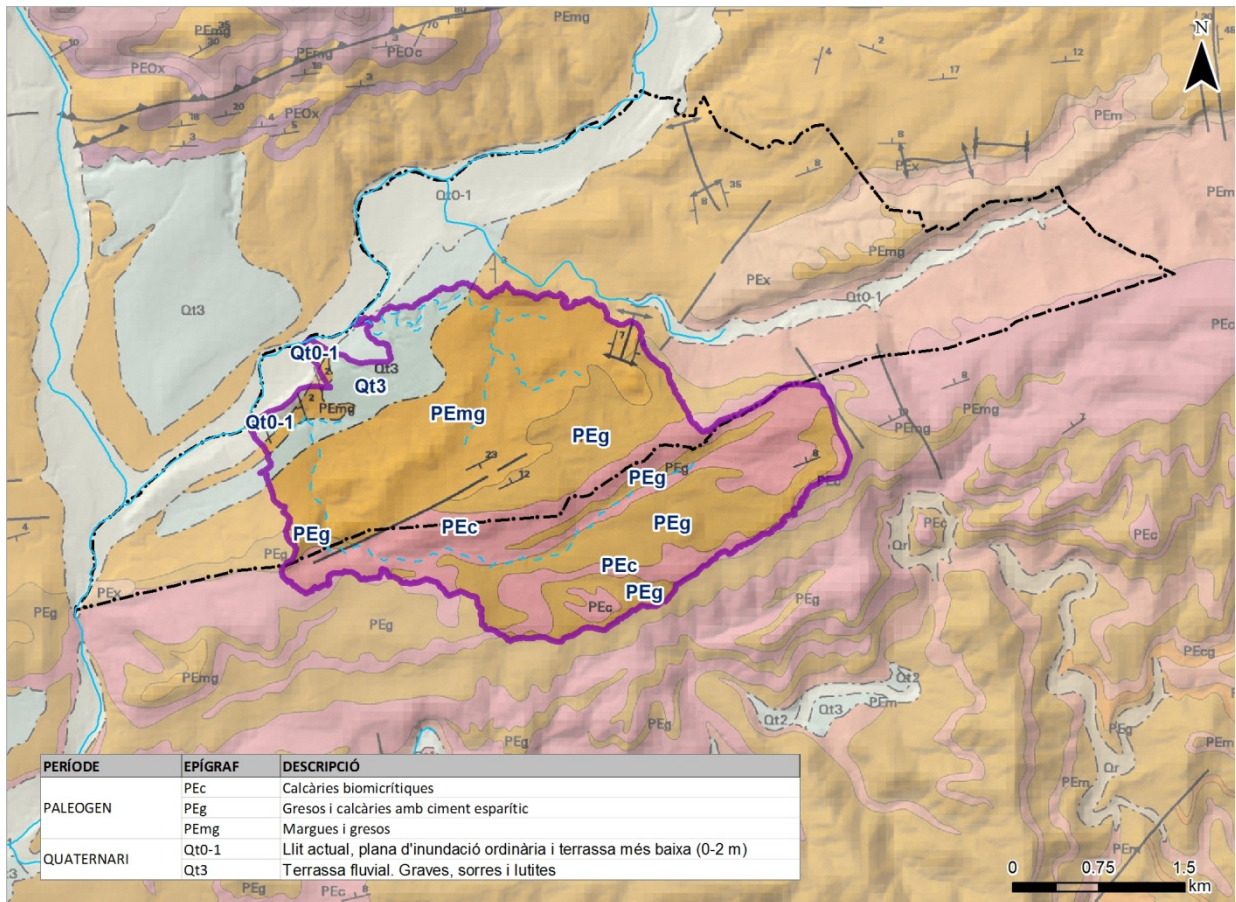


Figura 5. Geologia de la conca d'estudi. Base Mapa Geològic 1:50.000 (ICGC).

En base la classificació del SCS, els sòls del grup A tenen més capacitat d'infiltració que els del grup D. En la següent taula i figura es mostra els grups de sòls en l'àmbit d'estudi, en funció dels grups litològics, la profunditat dels sòls, textures i pendent.

Taula 3. Classificació de les litologies segons els grups hidrològics de sòls.

Litologia	Grup de Sòl	Litologia	Grup de Sòl	Litologia	Grup de Sòl
Qt0-1	A	PEc	B	PEmg	C
Qt3		PEg			

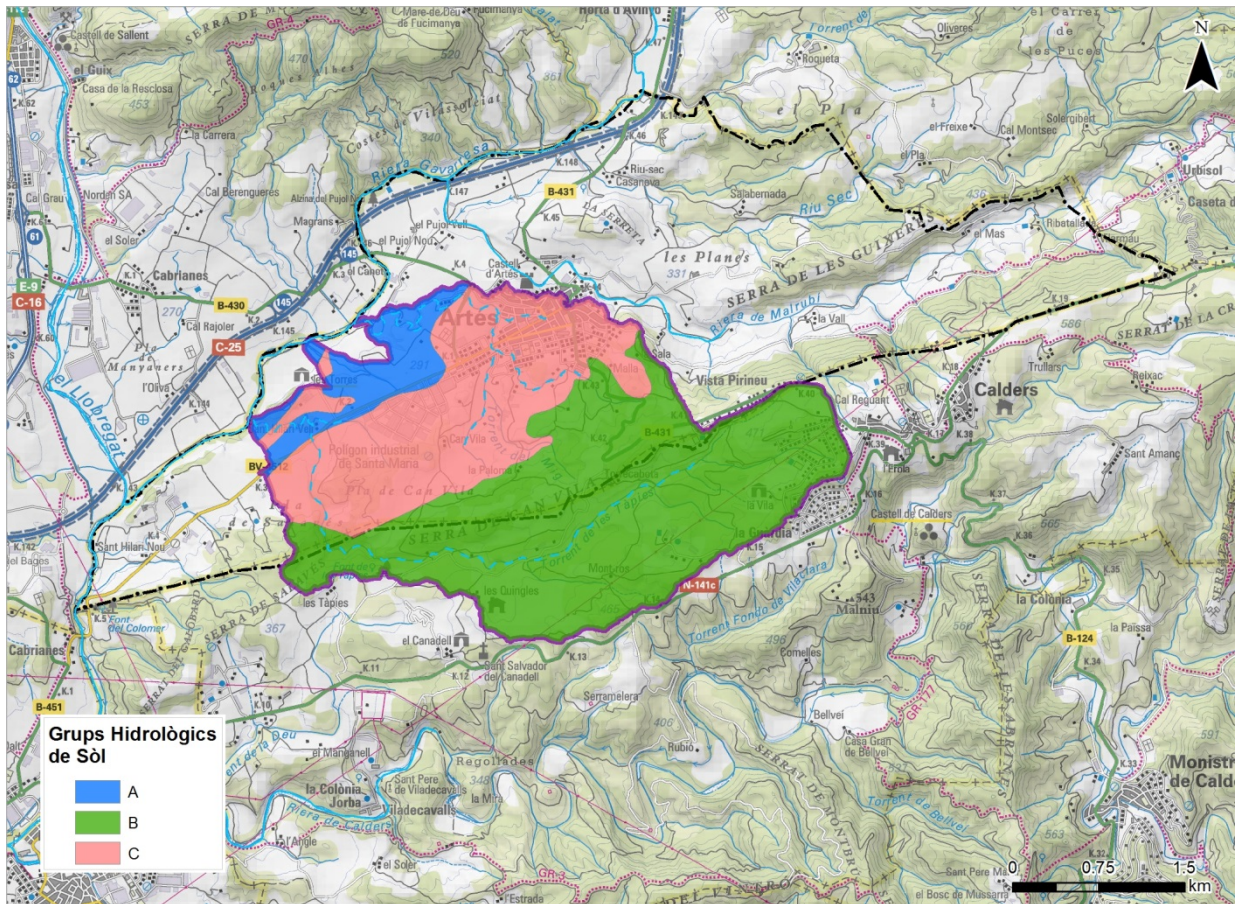


Figura 6. Zonificació segons grups hidrològics del sòl. Base cartogràfica mapa topogràfic de Catalunya 1:50.000 (ICGC).

El mapa de cobertes del sòl del CREAM (Escala 1:5.000, 2009), versió 4, nivell 3 de descripció indica la presència de 25 tipus d'usos del sòl en la conca d'estudi. Aquests s'agrupen en 7 classes, en relació a la capacitat d'infiltració i retenció, on les zones cobertes per boscos i matollars presenten una major capacitat de retenció, en relació a les zones amb manca de vegetació, i òbviament les zones urbanes.

En la conca d'estudi, aproximadament un 65% es troba ocupat per àrees de conreus herbacis, i boscos densos de pi blanc. En menor proporció, també hi ha una part important del municipi ocupada per matollars, i per la trama urbana, ja sigui residencial o industrial.

En la següent figura es pot visualitzar, en la imatge superior els usos del sòl que predominen en la conca d'estudi segons el MCSC, i en la imatge inferior l'agrupació d'aquests usos en les 7 classes segons el grau d'infiltració.

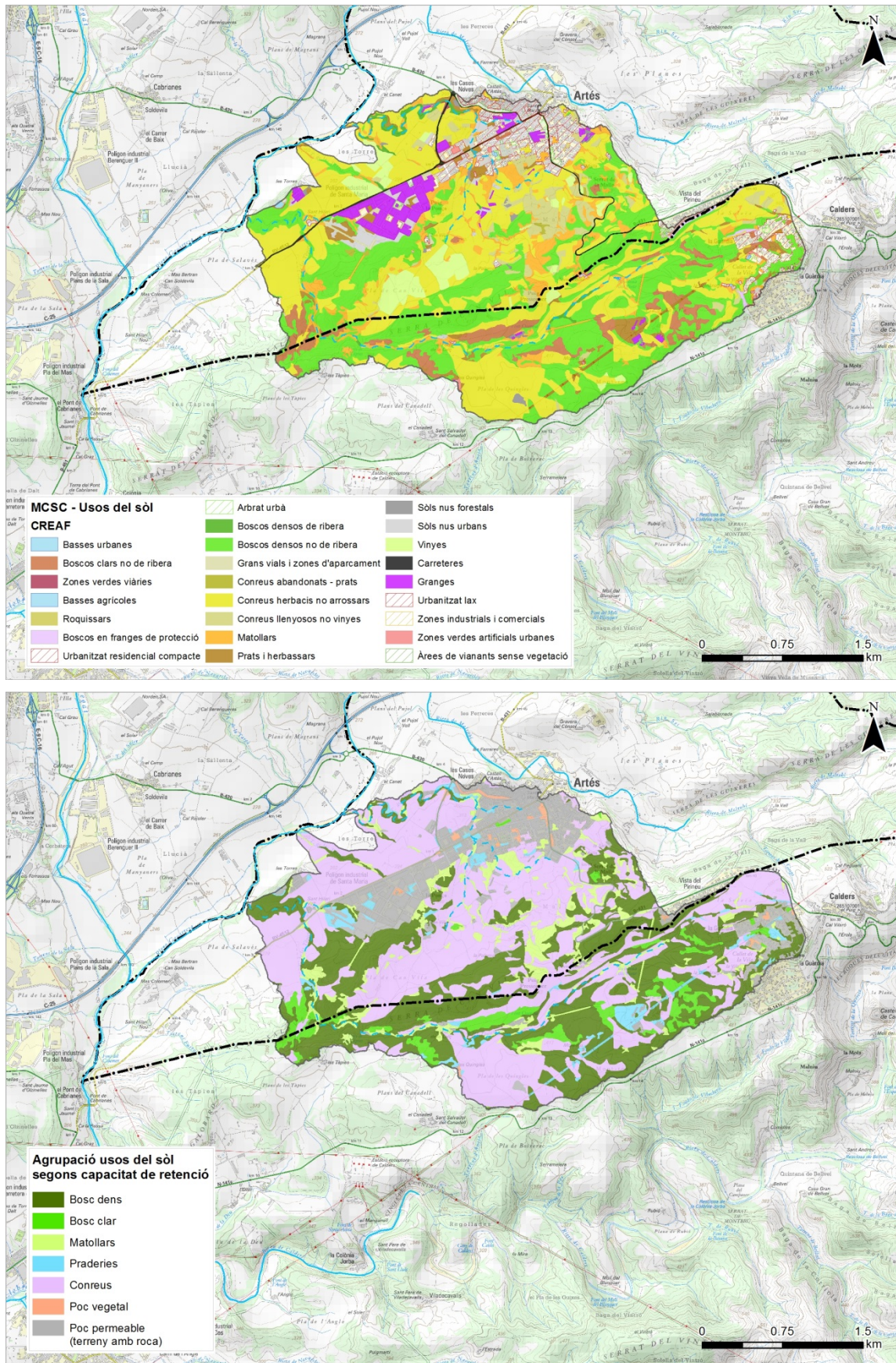


Figura 7. Classificació (imatge superior) i zonificació (imatge inferior) segons els usos del sòl en la conca d'estudi. Base topogràfica 1:25.000 (ICGC).

Per últim, la Figura 8 mostra la zonificació de l'àrea d'estudi que resulta de combinar els tres criteris; ús de sòl (cobertura), grup del sòl (litologia aflorant) i subconca. Es tracta d'una zonificació que determina la proporció d'àrea de la conca segons el grup hidrològic de sòl i l'ús del sòl, i en base aquests paràmetres es determinarà el grau de permeabilitat. El color és el del grup del sòl (blau fosc, A; verd, B; vermell, C), i la tonalitat l'ús del sòl: més fosc és menys escolament (més retenció i/o infiltració) i més clar és més escolament.

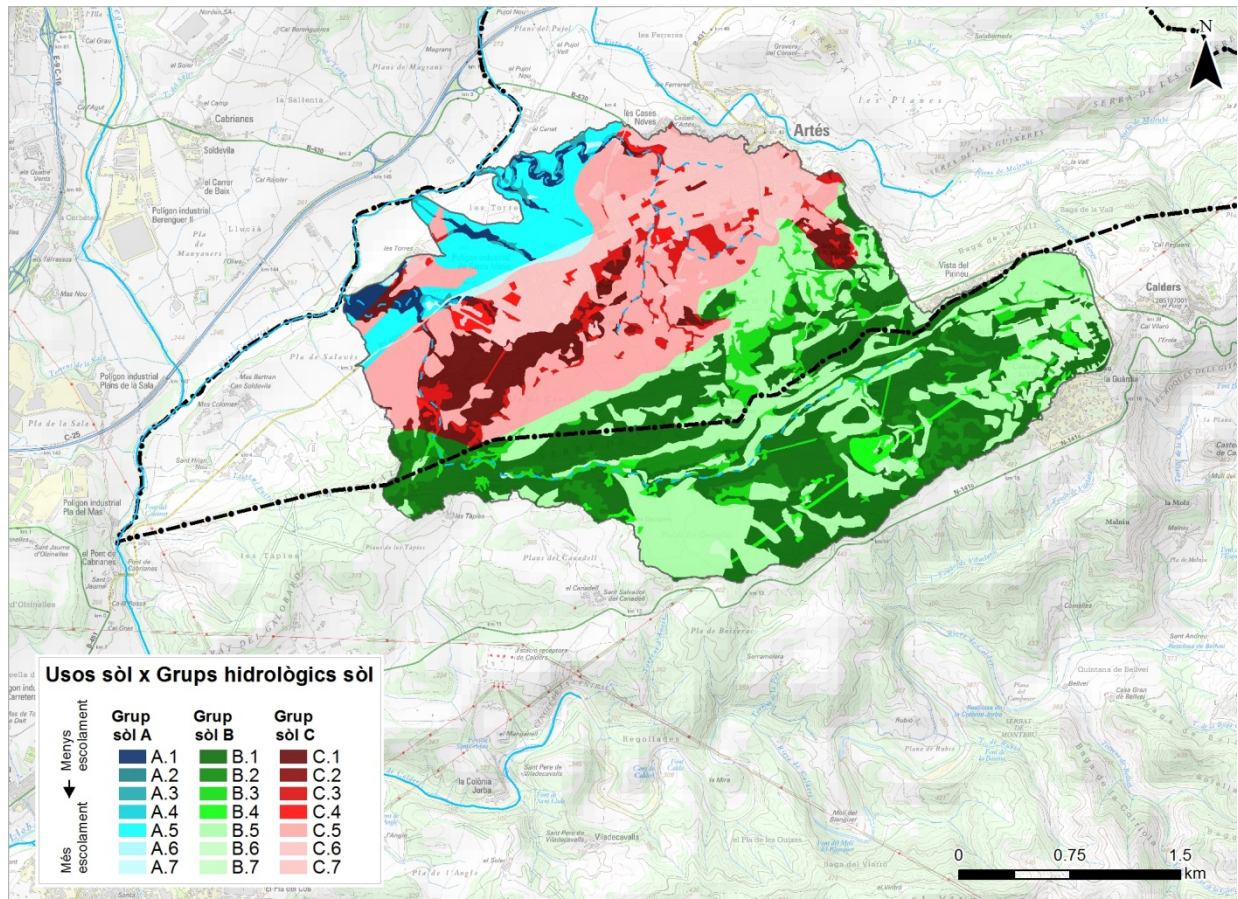


Figura 8. Zonificació: recull els 3 criteris: ús de sòl, grup de sòl i subconca. Base topogràfica 1:25.000 (ICGC).

A partir d'aquesta classificació, s'obtenen les taules de distribució de superfície de la conca, en termes de superfície total, així com en distribució percentual, atenent a l'ús del sòl, i al grup de sòl, que es poden consultar en l'Annex II. Hidrologia.

Per cada grup de sòl i cada ús del sòl, segons el mètode del SCS, s'estableix uns valors de nombre de corba, NC; en condicions d'humitat de tipus II (condicions normals, Annex II).

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

d'escorrentiu en condicions d'humitat de tipus II, expressat en mm, i NC , el nombre de corba, que és adimensional.

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

Per tant, ponderant en superfície, s'obté els valors del NC per les conques on es determina el càlcul de cabals, segons estimació moderada i conservadora¹. Pel càlcul hidrològic del present estudi s'opta per l'estimació mitja.

Taula 4. Valors del nombre de corba NC adoptats en les conques d'estudi pel càlcul de cabals.

Subconca	Estimació mitja	
	CN	Po
W100	71	20.9
W200	89	6.4
W300	80	12.9
W400	70	22.1
W500	82	10.7
W501	63	28.8
W600	70	22.2
W700	69	22.8
W800	74	17.9
W900	62	31.4
W1000	66	25.6
W1100	68	23.7
W1200	78	14.4

2.1.3 Càlcul de Cabals

La delimitació de les subconques feta per a la determinació de cabals i la posició dels cursos que aporten a cada conca, és una informació obtinguda a partir del programari Hec-GeoHms

A partir de les dades calculades prèviament, hietogrames de pluja de projecte, valors de pèrdues de precipitació (NC) i valors dels paràmetres hidromorfomètrics (conca i eixos dels rius, temps de concentració, T_c , temps de retard, t_{lag}) es construeix el model hidrometereològic, a partir del programari Hec-HMS, per l'obtenció dels hidrogrames del cabal d'escolament.

¹Per cada tipologia d'ús i grup de sòl, el NC pot variar dins un rang de valors, en funció del pendent i característiques hidrològiques, variabilitat que es recull a partir de la diferenciació en dues estimacions pel càlcul del NC i P_0 .

En la següent taula es mostra els cabals màxims al punt de desguàs de cada conca pels cursos objecte d'estudi. Més endavant es mostrarà els diferents punts de control d'obtenció de cabal, per la seva incorporació al model hidràulic.

Taula 5. Cabals màxims (m³/s), per període de retorn, en els punts de càlcul de cabals pels cursos d'estudi.

Tram del Curs fluvial	Subconques aportants Àrea aportant (km ²)	Cabals punta (m ³ /seg)		
		TMCO	T100	T500
Conca torrent de Tàpies i afluent	W800, W900, W1000, W1200 (Àrea = 6.0 km ²)	2.0	28.4	47.4
Conca torrent de Sant Hilari	W800, W1200 (Àrea = 0.61 km ²)	1.6	8.3	11.9
Conca torrent de les Torres	W1100 (Àrea = 0.34 km ²)	0.5	3.8	5.7
Conca torrent del Mig i afluent	W100 a W700 (Àrea = 3.90 km ²)	7.0	44.6	66.9
Conca torrent de Can Vila	W400 (Àrea = 0.93 km ²)	1.4	10.1	15.1
Conca torrent de l'Institut	W600 (Àrea = 0.93 km ²)	1.3	9.5	14.7
Conca torrent de Malla	W500 (Àrea = 0.70 km ²)	2.7	7.8	10.4

2.2 Hidràulica – obtenció límits inundables

L'estudi hidràulic dels torrents de Tàpies, Sant Hilari i de les Torres es desenvolupa en els trams que circulen a cel obert, mitjançant una modelització unidimensional amb el programari HecRas (USACE), per cadascun dels períodes de retorn, i en règim permanent.

En el conjunt dels torrents que transcorren per trama urbana, torrent del Mig i afluent (torrent de Can Vila, torrent de l'Institut i torrent de Malla) es desenvolupa una modelització bidimensional amb el programari Iber, per cadascun dels períodes de retorn, i en règim variable.

En la següent imatge es mostra els àmbits i tipologies dels models hidràulics desenvolupats en el present estudi:

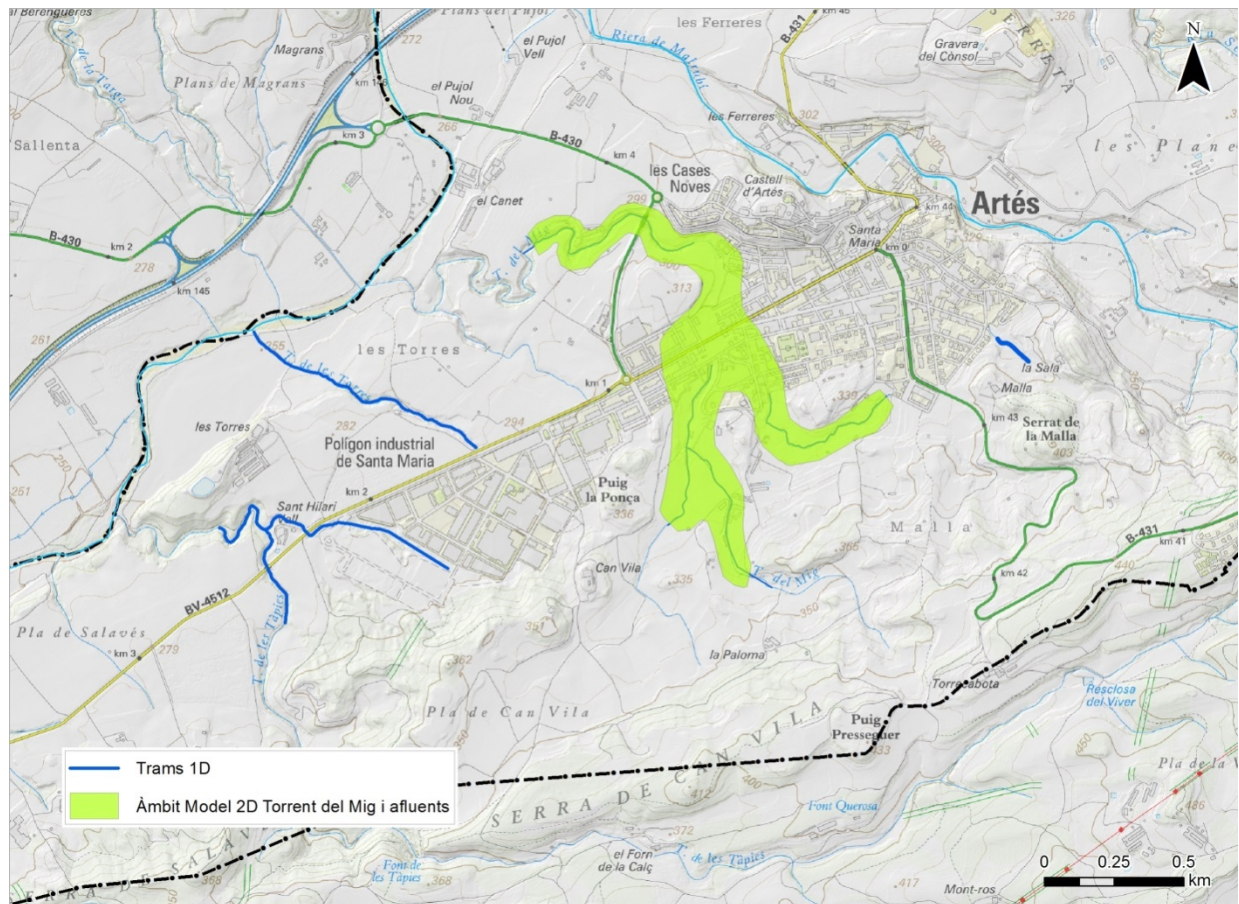


Figura 9. Àmbits i tipologies de models hidràulics. Base cartogràfica mapa topogràfic 1:25.000 (ICGC).

En relació a les canalitzacions soterrades (Figura 2) del torrent del Mig i el torrent de l'Institut s'incorporen en el model en forma de 'culvert' o pas inferior, considerant la geometria de la secció d'entrada, que és la que actuaria com a secció limitant. En relació al torrent de Malla, gran part del seu recorregut ho fa de forma soterrada per sota trama urbana, ja que també actua com a drenatge urbà i col·lector d'aigües residuals. Per tant, s'incorpora en el model com una aportació en el punt que torna a sortir a la superfície, és a dir, a l'altura de l'estació de bombament aproximadament.

En relació a les edificacions, l'efecte d'obstrucció al pas del flux que produeixen els edificis es pot considerar de diverses maneres, i en el present estudi, s'incorporen en els models hidràulics com a obstruccions.

2.2.1 Establiment seccions de càlcul – model hidràulic 1D

Per a la modelització hidràulica 1D s'ha utilitzat el Model d'Elevacions del Terreny Lidar de l'ICGC, amb pas de malla 2x2 i data de vol de l'àmbit del model de maig del 2016.

En la següent taula es mostra els metres aproximats de modelització unidimensional pels trams dels torrents de Tàpies, Sant Hilari, torrent de les Torres i torrent de Malla. Les seccions de càlcul s'han dibuixat cada 15m aproximadament, i després s'han interpolat, per augmentar la densitat on era necessari.

Taula 6. Longitud i nombre de seccions de les rieres d'estudi.

Curs fluvial	Longitud (m)	Num. Seccions
Torrent de Tàpies	1230	113
Torrent de Sant Hilari	780	73
Torrent de les Torres	945	49
Torrent de Malla	155	20

En la següent figura es mostra un exemple de la posició en planta de les seccions de càlcul en els torrents de les Tàpies i Sant Hilari.

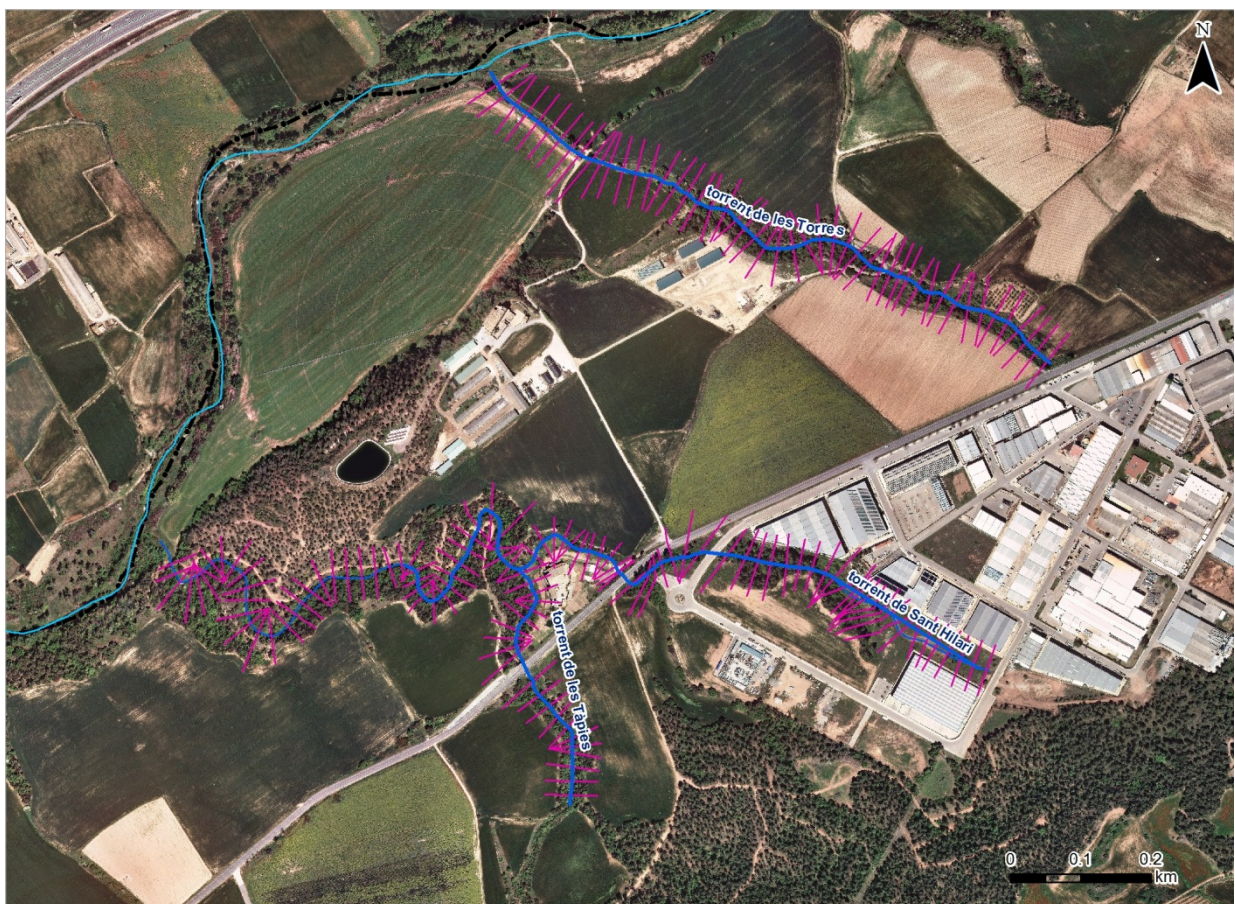


Figura 10. Exemple de la posició en planta de les seccions en les rieres d'estudi. Ortofotografies ICGC 1:2.500.

2.2.2 Establiment malla de càlcul – model hidràulic 2D

Per als trams de models bidimensionals del torrent del Mig i afluents, la zona de dispersió de cabals es cobreix amb una malla de càlcul de triangles. En els àmbits d'estudi s'imposa inicialment una tolerància d'uns 0.10m, amb una mida màxima i mínima d'elements de 20 i 1m, respectivament. Posteriorment, la malla de càlcul es densifica a triangles de costat mínim d'uns 0.25m en els trams on es necessiti que la geometria s'ajusti millor a la realitat, com els trams de canalitzacions, trams de zones urbanes, on els carrers poden actuar com vies d'escolament, així com els voltants d'obres de pas.

En relació a les edificacions, el DTM lidar provinent del ICGC, amb resolució 2x2, està processat per extreure les edificacions. En els models hidràulics de càlcul 2D, les edificacions i els murs que envolten les illes de cases es poden extreure de la malla de càlcul, o es poden incorporar amb les cotes corresponents. En els dos casos, es tracta de reflectir la seva obstrucció al flux, considerant els volums de les edificacions com no inundables, però si que poden ser susceptibles de registrar afectacions en el seu perímetre. En aquest cas, s'ha optat per incorporar aquests elements en la malla de càlcul.



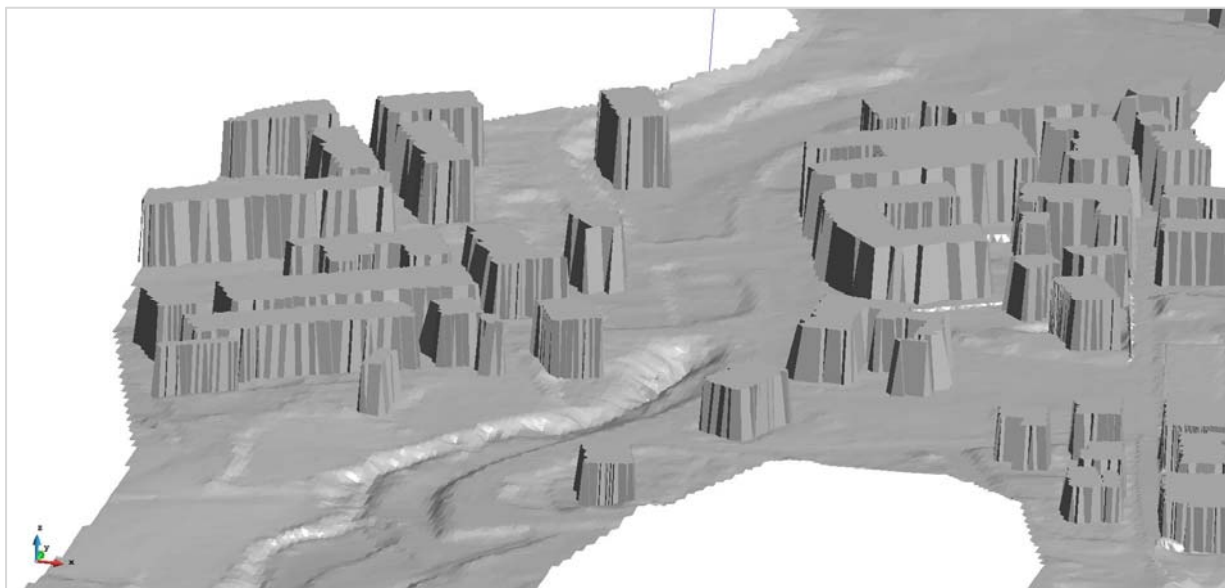


Figura 11. Exemple de la malla de càlcul al torrent del Mig i afluents amb les edificacions i murs incorporats, model d'ombres de la malla.

Els models hidràulics executats presenten les següents característiques:

Taula 7. Característiques malla de càlcul del model 2D.

Cursos fluvials – model hidràulic 2D	Períodes de retorn	Superfície domini (km ²)	Nombre d'elements
Mig i afluents	MCO	0.43	357000
Mig i afluents	100, 500	0.43	364000

2.2.3 Punts de control de cabals

En funció de les àrees d'interès, i de la tipologia dels trams a estudiar, s'han marcat els següents punts d'obtenció de cabals (Taula 8 i Figura 12):

Taula 8. Cabals màxims (m³/s), per període de retorn, obtinguts amb el model hidrològic.

	Àrea aportant (km ²)	Punt definició de cabals	Cabals punta (m ³ /s)		
			TMCO	T100	T500
Torrent de les Tàpies (Punt 1)	4.80	Punt de desguàs de la conca del torrent a la riera de Gavarresa	1.3	24.5	41.6
Torrent de les Tàpies (Punt 2)	6.00	Punt de confluència del torrent de les Tàpies amb el torrent de Sant Hilari, a l'altura de la carretera BV-4512	2.0	28.4	47.4
Torrent de Sant Hilari (Punt 3)	0.61	Punt de confluència del torrent de St Hilari amb el torrent de les Tàpies, a l'altura de la carretera BV-4512	1.1	5.7	8.3
Torrent de Sant Hilari (Punt 4)	0.17	Part alta de la conca del torrent de St Hilari	0.6	2.6	3.6
Torrent de les Torres (Punt 5)	0.34	Punt de desguàs de la conca del torrent de les Torres a la riera de Gavarresa	0.5	3.8	5.7
Torrent de Can Vila (Punt 6)	0.93	Punt de desguàs de la conca del torrent de Can Vila i confluència amb el torrent del Mig, als voltants de la Granja de la Paloma	1.4	10.1	15.1
Torrent del Mig (punt 7)	0.52	Punt de desguàs de la conca del torrent de Can Vila i confluència amb el torrent del Mig, als voltants de la Granja de la Paloma	0.7	5.6	8.5
Torrent de l' Institut (Punt 8)	0.93	Punt de desguàs de la conca del torrent de l'Institut, als voltants del carrer de Rocafort	1.3	9.5	14.7
Torrent de Malla (Punt 9)	0.45	Punt de desguàs de la conca en les proximitats de l'estació de bombament, prop del carrer de la Pedrera	2.7	7.8	10.4
Torrent de Malla (Punt 10)	0.25	Punt de desguàs de la conca a l'altura del carrer Lleida, entrada en zona urbana del torrent	0.3	2.7	4.1

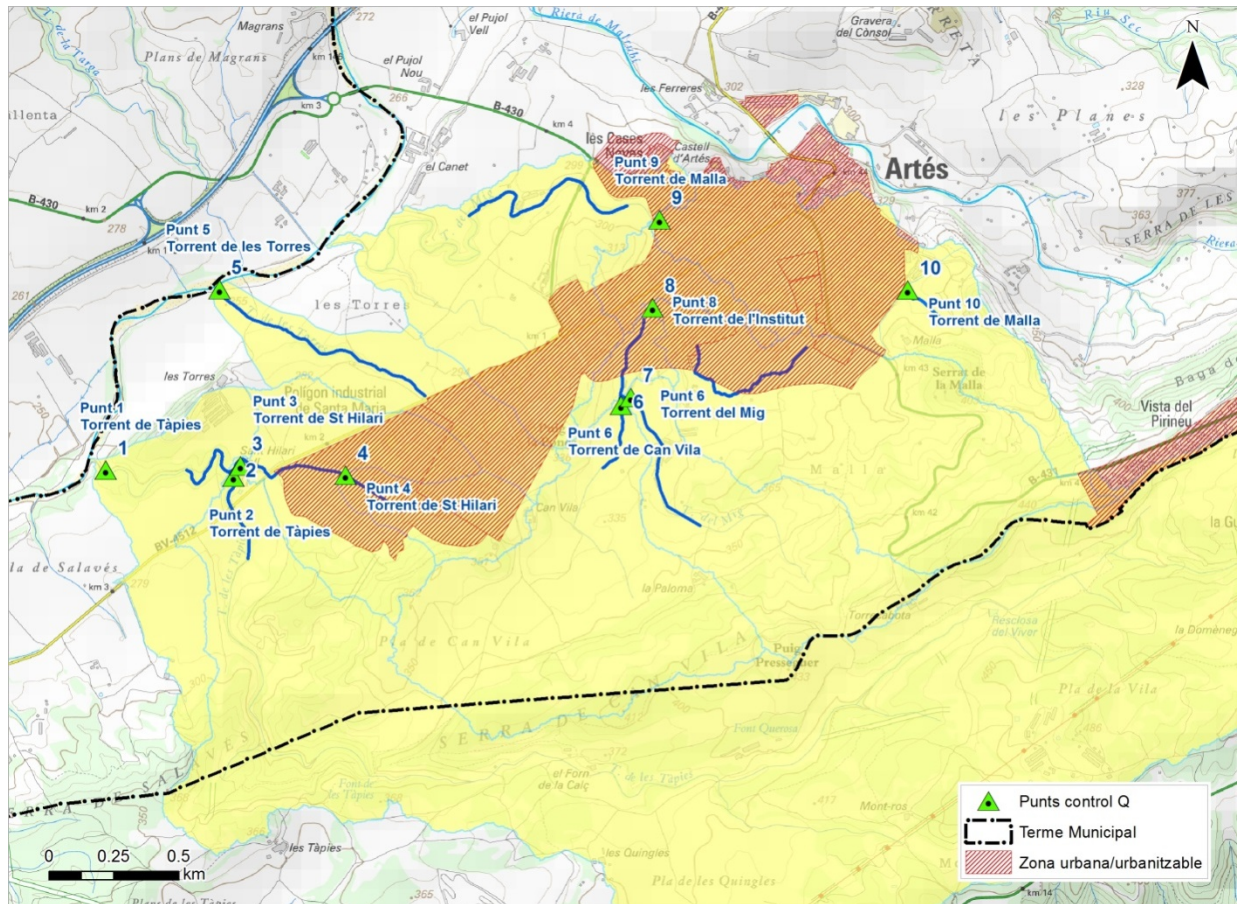


Figura 12. Punts de control per la definició de cabals.

En relació a l'àmbit de modelització bidimensional, en la següent figura es mostra els punts d'entrada del model i els hidrogrames de cabal.

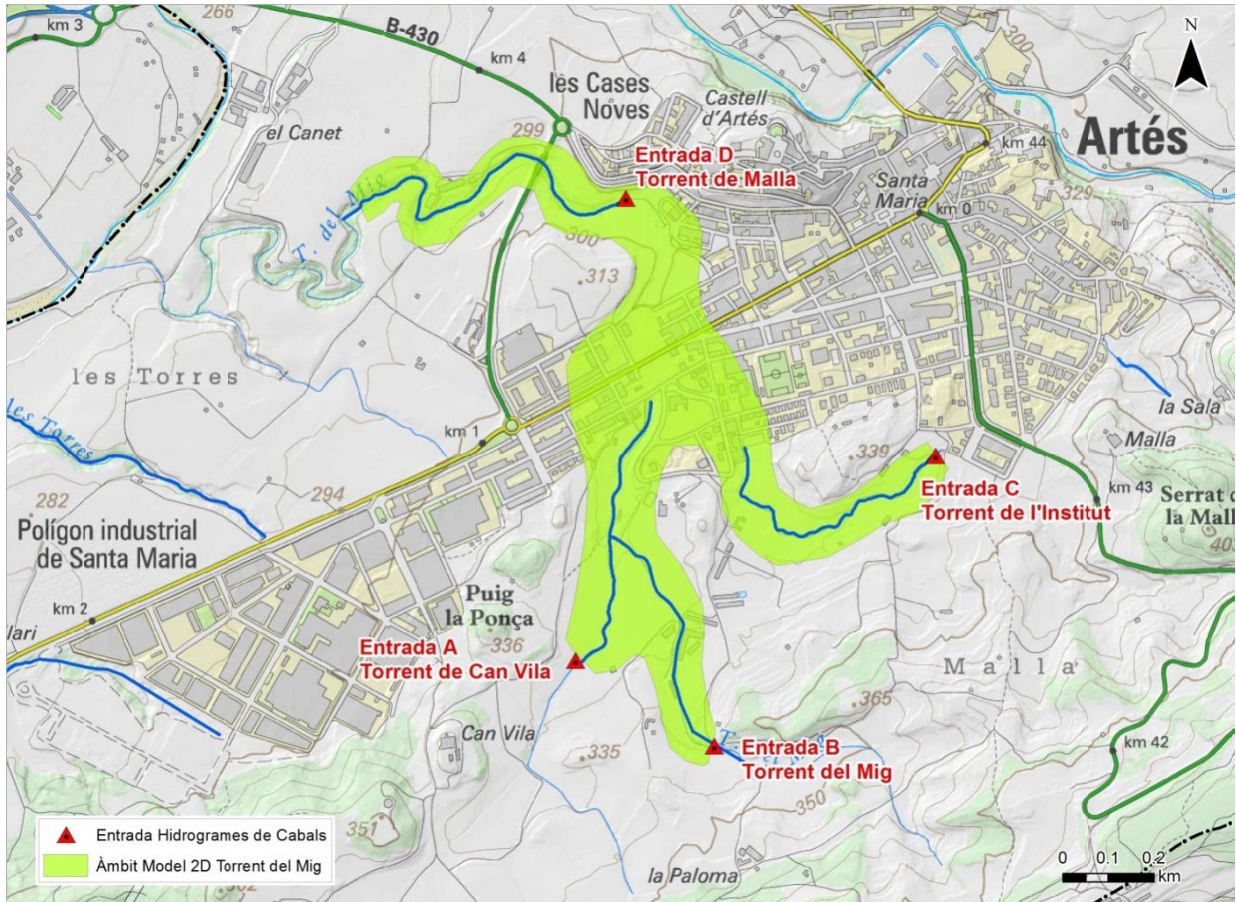


Figura 13. Entrades dels hidrogrames de cabal en el model bidimensional.

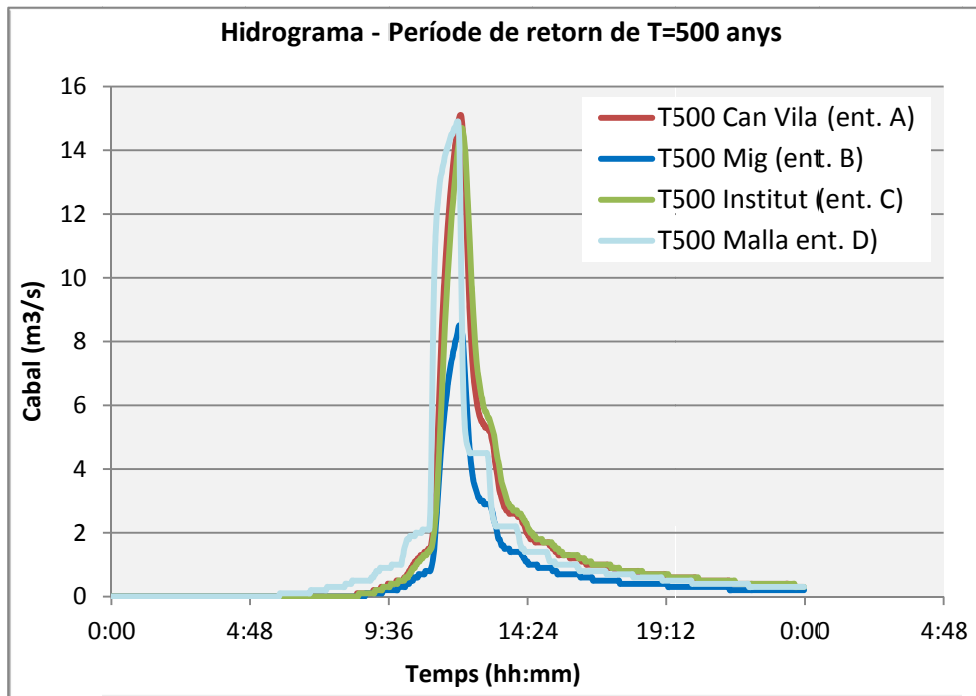


Figura 14. Hidrogrames de cabal per T=500 anys.

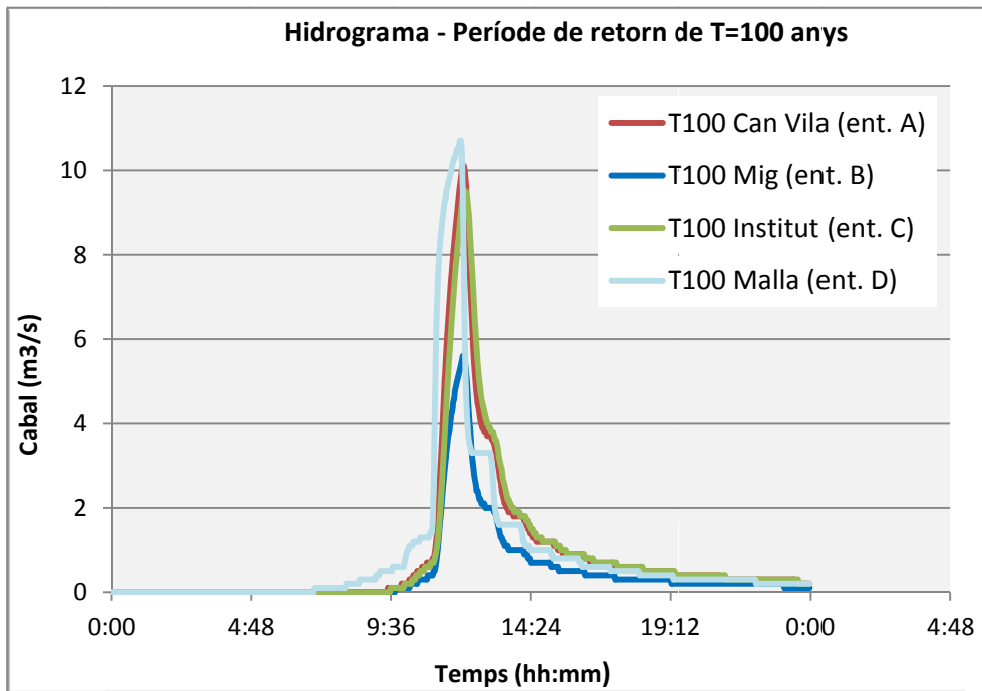


Figura 15. Hidrogrames de cabal per T=100 anys.

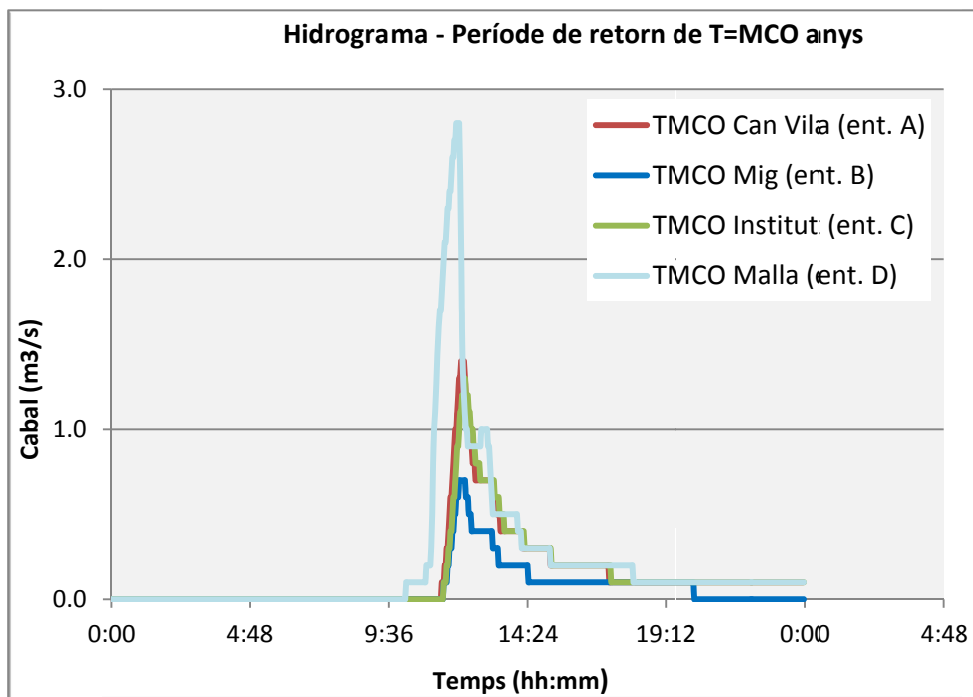


Figura 16. Hidrogrames de cabal per T=MCO anys.

2.2.4 Coeficients de rugositat

- **Rugositat a la plana d'inundació**

Els coeficients de Manning de la plana d'inundació s'han obtingut a partir del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya del CREAM (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Escala 1:5.000, 2009, versió 4, nivell 3), assignant un valor de rugositat a cada tipus de coberta. Aquests valors es poden veure a la Taula 9 i una representació del mapa de cobertes a la Figura 17.

Taula 9. Coeficients de rugositat de Manning incorporats en els Models Hidràulics.

Descripció	Coefficient de Manning
Àrees de vianants sense vegetació	0.059
Arbrat urbà	0.051
Basses agrícoles	0.035
Basses urbanes	0.035
Boscors clars no de ribera	0.101
Boscors densos de ribera	0.104
Boscors densos no de ribera	0.116
Boscors en franges de protecció	0.116
Carreteres	0.051
Conreus abandonats - prats	0.079
Conreus herbacis no arrossars	0.051
Conreus llenyosos no vinyes	0.056
Granges	0.1
Grans vials i zones d'aparcament	0.0537
Matollars	0.071
Prats i herbassars	0.051
Roquissars	0.049
Sòls nus forestals	0.051
Sòls nus urbans	0.051
Urbanitzat lax	0.1
Urbanitzat residencial compacte	0.12
Vinyes	0.056
Zones industrials i comercials	0.12
Zones verdes artificials urbanes	0.065

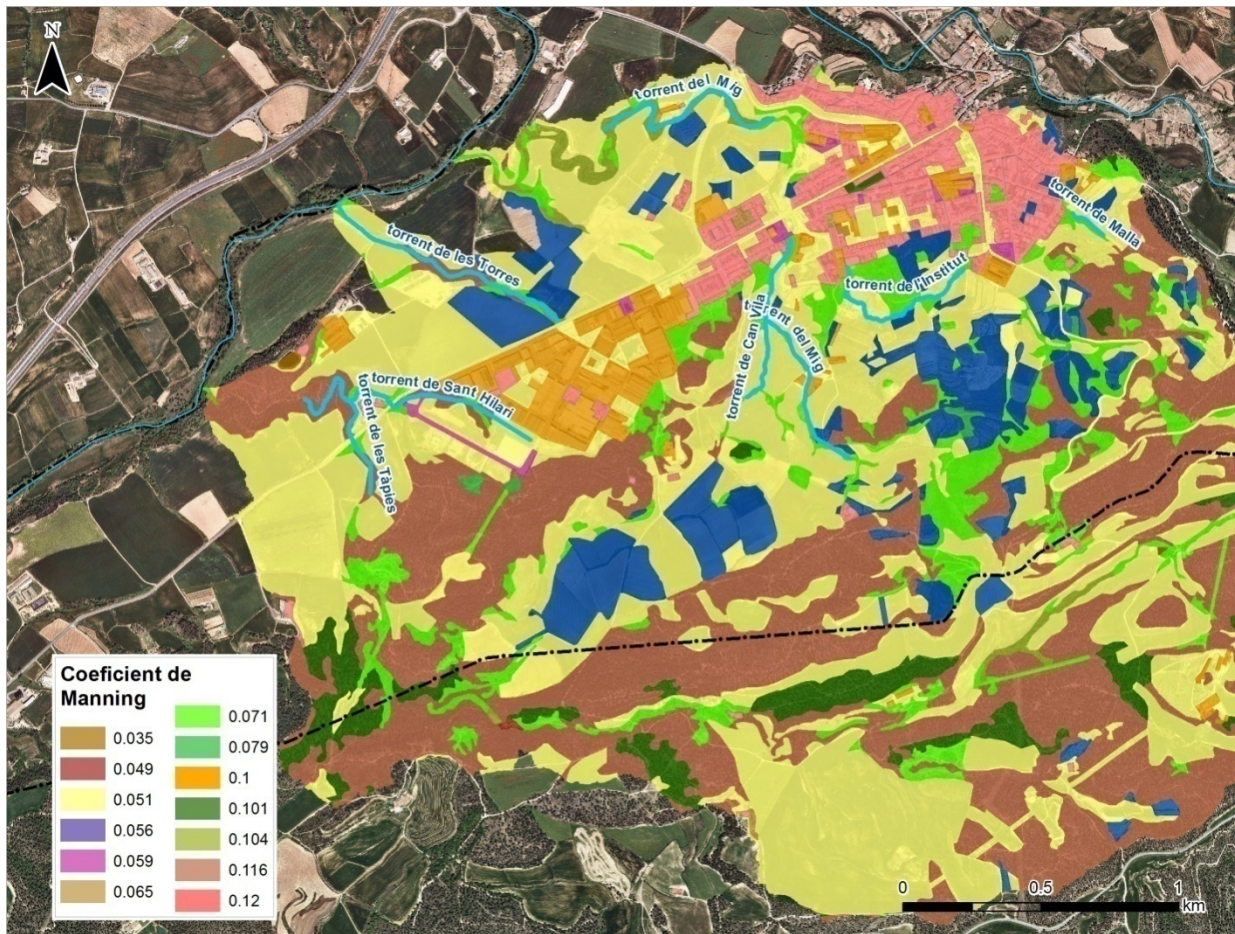


Figura 17. Distribució dels coeficients de rugositat en l'àmbit d'estudi. Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC, CREAM). Base topogràfica Ortofotos 1:2.500 (ICGC).

• Rugositat a la llera

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.

Les taules per a l'obtenció dels valors es mostren a l'Annex III. Els valors dels paràmetres utilitzats es mostren en la següent taula. A les següents figures es mostren alguns exemples dels trams estudiats.

Taula 10. Paràmetres i coeficients de rugositat de Manning utilitzats. No cal incloure n_2 , ja que ja es té en compte en el model hidràulic en els coeficients d'expansió i contracció.

	nb	n 1	n3	n4	Pendent Mig	m	n
Torrent de les Tàpies 1	0.028	0.006	0.005	0.015	2.0%	1	0.054
Torrent de les Tàpies 2	0.026	0.005	0.005	0.018	1.6%	1	0.054
Torrent de Sant Hilari	0.028	0.005	0.004	0.01	3.7%	1	0.047
Torrent de les Torres	0.026	0.005	0.005	0.01	3.0%	1	0.046
Torrent del Mig 1	0.026	0.005	0.005	0.009	0.085%	1	0.045
Torrent del Mig 2	0.028	0.006	0.005	0.025	0.085%	1	0.064
Torrent de Can Vila	0.026	0.005	0.005	0.009	0.055%	1	0.045
Torrent de l'Institut	0.026	0.005	0.005	0.025	3.3%	1	0.061
Torrent de Malla	0.028	0.006	0.006	0.02	7.4%	1	0.060



Figura 18. Vista de la llera del torrent de Sant Hilari.



Figura 19. Vista de la llera del torrent de les Tàpies.



Figura 20. Vista de la llera del torrent de les Torres.



Figura 21. Vista de la llera del torrent de l'Institut, en els diferents trams aigües amunt la canalització soterrada.



Figura 22. Vista de la llera del torrent del Mig, en els diferents trams aigües amunt la canalització soterrada.



Figura 23. Vista de la llera del torrent del Mig, aigües avall la canalització soterrada.



Figura 24. Vista de la confluència del torrent del Mig amb el torrent de Can Vila, en les proximitats de la Granja de la Paloma.

2.2.5 Estructures hidràuliques

Referent a les estructures hidràuliques incorporades en el model hidràulic, s'ha tingut en compte totes aquelles que per dimensions podrien interferir en les avingudes. Per determinar la seva capacitat es compara la cota de la làmina d'aigua respecte el punt més baix del taulell de l'estructura, per analitzar si la secció lliure de l'estructura pot absorbir l'avinguda.

Tanmateix, pot donar-se la situació que l'estructura entri en carga en alguna de les seccions, però no sigui sobrepassada per l'avinguda, és a dir, que el flux no passi per sobre el taulell.

En els trams estudiats s'ha localitzat un total de 7 estructures hidràuliques, quatre ponts i tres culverts. En la Figura 25 es mostra en planta la localització de les estructures incorporades en l'estudi hidràulic, i en la Taula 11 es descriu breument la seva tipologia. Per altra banda, es mostra també la localització de la boca d'entrada de les dues canalitzacions soterrades pels torrents del Mig i el torrent de l'Institut.

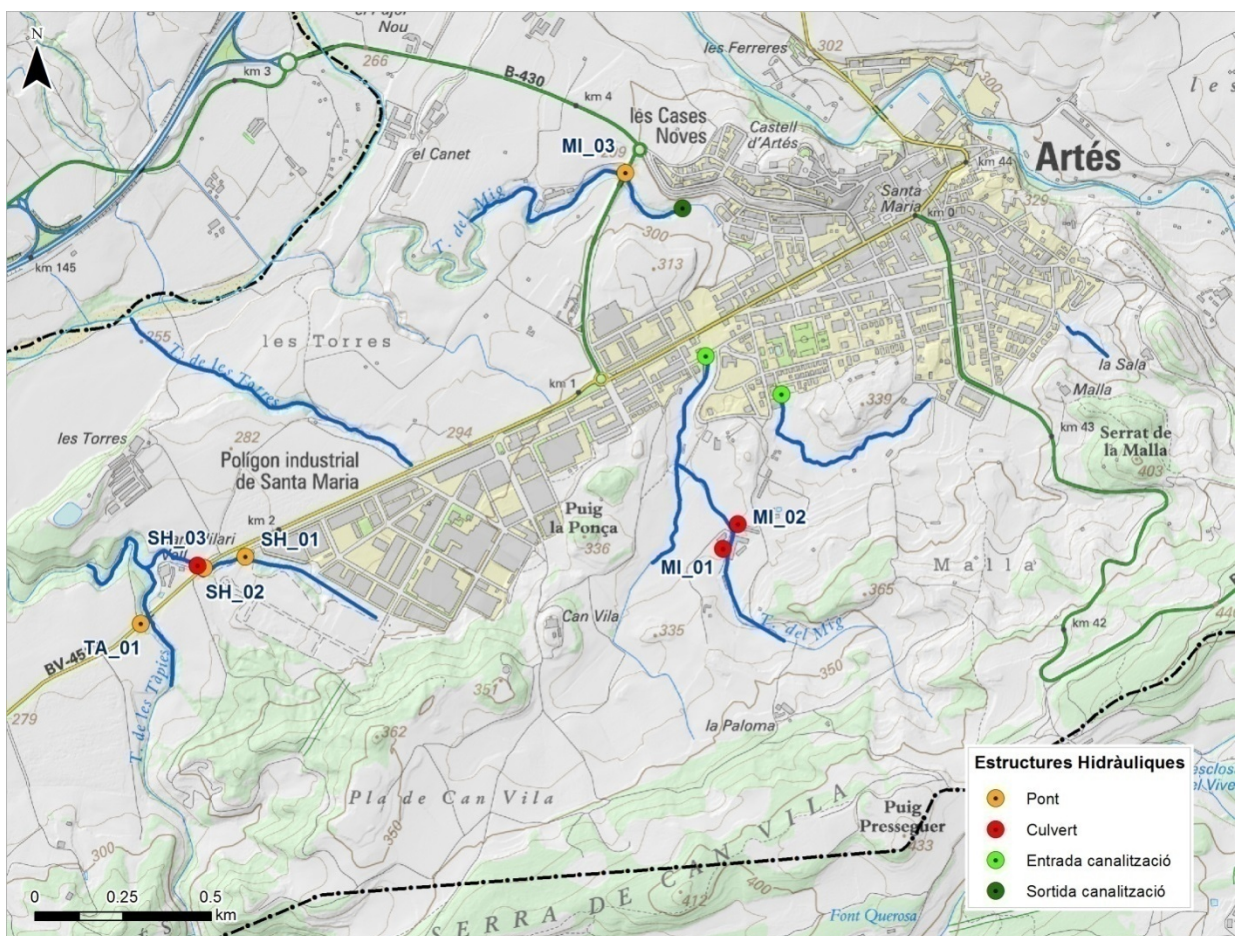


Figura 25. Localització de les estructures hidràuliques, valorades en l'estudi. Base topogràfica ICGC 1:25.000.

Taula 11. Resum de les estructures hidràuliques localitzades en l'àmbit d'estudi. (a=ample/ H=altura lliure total / h=altura brançal /D=diàmetre).

Riu	EH	Localització	Dimensions (Metres)	Tipologia
Torrent de les Tàpies	TA_01	Creuament del torrent amb la carretera BV-4512	Secció en arc: 8 (a) x 4.3 (Hclau)	Pont
Torrent de Sant Hilari	SH_01	Creuament del torrent amb el carrer de Sant Antoni Maria Claret	Secció rectangular: 4 (a) x 2.5 (H)	Pont

Riu	EH	Localització	Dimensions (Metres)	Tipologia
	SH_02	Pas del torrent sota la carretera BV-4512	Tub: D= 4	Pont
	SH_03	Pas per sota el camí veïnal que enllaça amb les masies de Sant Hilari Vell	Tub: D= 0.6	Culvert
Torrent del Mig	MI_01	Passarel.la entre els camps dels voltants de les granges de la Paloma	Tub: D= 1.0	Culvert
	MI_02	Passarel.la entre els camps dels voltants de les granges de la Paloma	Tub: D= 1.0	Culvert
	MI_03	Pont per sobre les edificacions de la Folgosa i Sant Antoni, pròxim a la Barraca de la Tapiada	—	Pont

En relació a l'estructura MI_03, durant la visita de camp no es va poder accedir directament a la base del pont, per l'elevat pendent dels marges i la densa vegetació. Es tracta d'una estructura que correspon a un viaducte que es troba uns 10m per sobre la llera del torrent, i en base als càlculs, s'ha comprovat que no interferiria significativament al pas del flux.

En les següents fotografies es mostra les estructures hidràuliques localitzades durant el treball de camp.



Figura 26. Estructura TA_01, torrent de les Tàpies, secció aigües avall.



Figura 27. Estructura SH_01, torrent de Sant Hilari, secció aigües amunt.



Figura 28. Estructura SH_02, torrent de Sant Hilari, secció aigües amunt.



Figura 29. Estructura SH_03, torrent de Sant Hilari, secció aigües amunt.



Figura 30. Estructura MI_01 i MI_02, torrent del Mig, seccions d'aigües avall.



Figura 31. Estructura MI_03, torrent del Mig, secció aigües avall.

2.2.5.1 Canalitzacions soterrades

Com s'ha comentat a l'inici de l'informe, en la zona objecte d'estudi existeixen dues canalitzacions soterrades, en l'àmbit dels torrents del Mig i de l'Institut, al seu pas per la zona urbana consolidada.

En el *torrent del Mig* el tram soterrat comença aproximadament per sota el carrer Manresa fins sota l'estació de bombament, sent el traçat d'uns 500m. Els primers metres de la canalització corresponen a una secció d'arc de mitja volta, les dimensions de la qual són les que s'han tingut en compte en la modelització hidràulica. Es tracta d'una secció en arc de formigó, de 2.70m d'altura total, 2.70m d'ample i uns 2.3m d'altura brançal. En la següent figura es mostra la localització i el tram d'inici de la canalització i la geometria de la boca d'entrada.

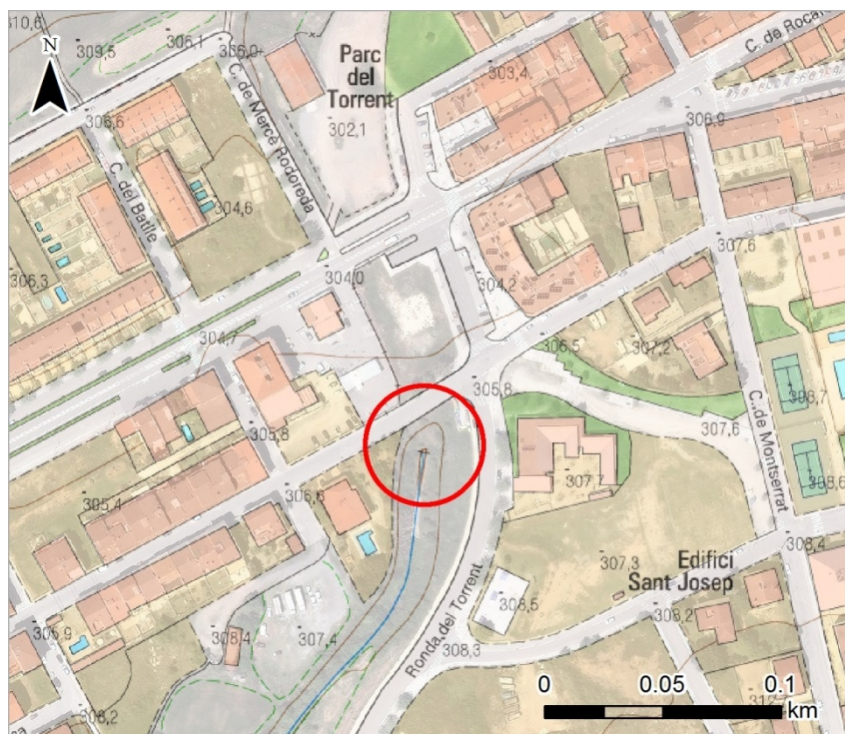


Figura 32. Boca d'entrada de la canalització soterrada al torrent del Mig (Just aigües amunt del carrer de Manresa).

En el *torrent de l'Institut*, la canalització soterrada comença a l'altura de l'Institut Miquel Bosch i Jover fins que enllaça amb el torrent del Mig, just per sota el carrer Manresa, segons converses mantingudes amb els tècnics de l'Ajuntament. Presenta una secció d'entrada rectangular de formigó, d'uns 2.2m d'alt i 1.5m d'ample, tal i com s'observa en les imatges següents.

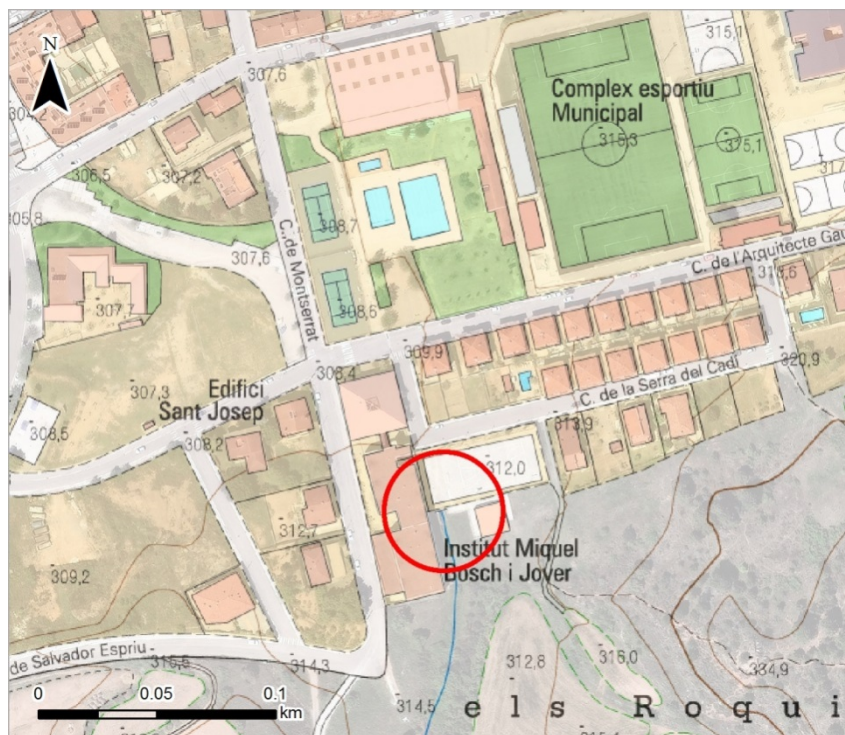


Figura 33. Boca d'entrada de la canalització soterrada al torrent de l'Institut. (Lateral de l'Institut Miquel Bosch i Jover).

2.2.6 Condicions de contorn

Aigües amunt s'han establert, d'una banda, els cabals que corresponen a l'inici del tram, sent pel cas unidimensional, el cabal màxim corresponent a cada període de retorn, TMCO, T100, i T500 anys, i pel cas bidimensional, els hidrogrames de càlcul del model hidrològic. Es considera la condició de calat crític aigües amunt per tots els models, assumint un tram de transició amb la zona d'interès suficient per evitar les alteracions de contorn.

Aigües avall, pel cas del model bidimensional s'assumeix una condició de calat crític/supercrític, donat que s'ha establert un tram de longitud suficient per evitar alteracions per condicions de contorn. Pel cas unidimensional, s'han imposat els nivells de cota de làmina

d'aigua extrets de la riera de Gavarresa, d'acord amb els valors PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015), i que es poden consultar en els models hidràulics.

Taula 12. Condicions de contorn aigües avall, pel model 1D.

Riu	Nivell làmina aigua per TMCO	Nivell làmina aigua per T100	Nivell làmina aigua per T500
Torrent de les Tàpies	250.57	252.44	252.92
Torrent de les Torres	255.95	257.15	257.7

3 RESULTATS

3.1 Aspectes generals

Els resultats es poden consultar a l'apartat de plànols que inclouen la delimitació dels límits inundables per als períodes de retorn de MCO, 100 i 500 anys (plànol 1), les zones de classificació de la perillositat d'inundació per al període de retorn de 100 anys (plànol 2) i 500 anys (plànol 3), la zona de flux preferent (plànol 4) i els plànols de calats d'inundació per 100 i 500 anys (plànols 5 i 6), a escala 1:5.000.

En relació als torrents modelitzats en el present estudi, no hi ha zona urbana o urbanitzable afectada per la zona de flux preferent (ZFP), però cal destacar que hi ha àrees urbanes en zona inundable (ZI) pel desbordament del torrent de l'Institut, a l'entrada de la canalització soterrada, que es descriuen en detall en l'apartat de punts singulars.

En el cas del torrent del Mig i el torrent de Can Vila, en els trams que transcorren per sòl rústic, es produeixen desbordaments lleus a ambdues bandes del canal, en els marges dels camps de cultiu que toquen al canal. Aquests cursos transcorren per una zona molt plana, la llera presenta petites dimensions, fent que les immediateses dels camps es puguin veure afectats. Tanmateix, es tracta de desbordaments lleus, de poca amplada.

El torrent del Mig circula entre les edificacions de la Granja de la Paloma i tot i la presència de dos tubs per canalitzar les aigües, el flux acaba desbordament i circulant en superfície, en part, per la manca de profunditat de la llera, tal i com van expressar els veïns de la zona. Tot i així, les tres edificacions del marge dret es troben a cota superior respecte el canal i pràcticament no presentarien afecció, mentre que la nau del marge esquerra, a menor cota, és la que presentaria major afecció amb calats en els seus voltants d'uns 30cm per T100 anys i d'uns 40cm per T500 anys.

Referent a la resta de cursos estudiats, torrent de les Tàpies, torrent de Sant Hilari, torrent de les Torres i torrent de Malla aquests no presenten desbordaments. Les estructures hidràuliques dels torrents de Tàpies i de Sant Hilari presenten capacitat per tots els períodes de retorn, a excepció del culvert que es troba en el camí d'accés a les cases de Sant Hilari, el qual, ja en estudis previs, s'havia detectat la seva manca de capacitat. Tot i així, aquesta manca de capacitat no afecta a les edificacions del recinte de Sant Hilari que es troben a major cota, i únicament una parcel·la de cultiu del marge esquerra del canal, al cantó d'una edificació destinada als animals i farratges, es troba afectada pels tres cabals. En relació al petit tram estudiat del torrent de Malla, durant la visita de camp no es va poder detectar l'obra

de drenatge d'entrada a la canalització soterrada per sota el carrer Lleida. Tanmateix, en base informes de l'ACA previs, i els resultats del model hidràulic, el tub d'entrada presentaria capacitat pels diferents cabals, sent la conca d'aportació força petita.

En relació a la riera de Gavarresa i Malrubí, estudiades dins el projecte PEFCAT, en l'àmbit del terme municipal, aquestes no presenten afeccions significatives en zona urbana, únicament en el tram de la riera de Malrubí que transcorre paral·lel a les Manufactures Berenguer s'observa afeccions molt lleus a les edificacions més pròximes a la riera, per T100 i T500 anys, tractant-se de desbordaments puntuals.

Respecte a les canalitzacions soterrades presents en l'àmbit d'estudi, pel cas de la canalització del torrent del Mig aquesta presenta capacitat suficient per tots els períodes de retorn, per absorbir les aigües dels tres torrents, del Mig, Can Vila i de l'Institut.

Referent al torrent de Malla, com ja s'ha comentat prèviament, aquest torrent es troba soterrat pràcticament en tot el seu recorregut, actuant també com a col·lector d'aigües residuals del municipi. Per tant, l'aportació de la conca associada al torrent de Malla s'ha incorporat per sota l'estació de bombament, punt on quedarien concentrades totes les aigües provinents de l'àmbit de la conca del torrent de Malla i de la canalització soterrada.

En el cas del torrent de l'Institut, s'ha realitzat una estimació prèvia de la capacitat de la boca d'entrada de l'endegament, mitjançant la fórmula de Manning-Strickler, i en base la informació recopilada. Aplicant la secció d'entrada rectangular, un coeficient de rugositat de 0.025 i un pendent longitudinal aproximat d'un 4%, sembla que la canalització presentaria capacitat per tots els períodes de retorn. Tanmateix, aquest càlcul únicament incorpora les característiques de l'estructura en si, no tenint en compte les característiques orogràfiques de l'entorn.

3.2 Límits inundables, ZFP i ZI

En el present apartat es mostren les figures dels límits inundables per TMCO, T100 i T500 anys, la zonificació de la perillositat per T100 i T500 anys, i la zona de flux preferent en l'àmbit d'estudi.

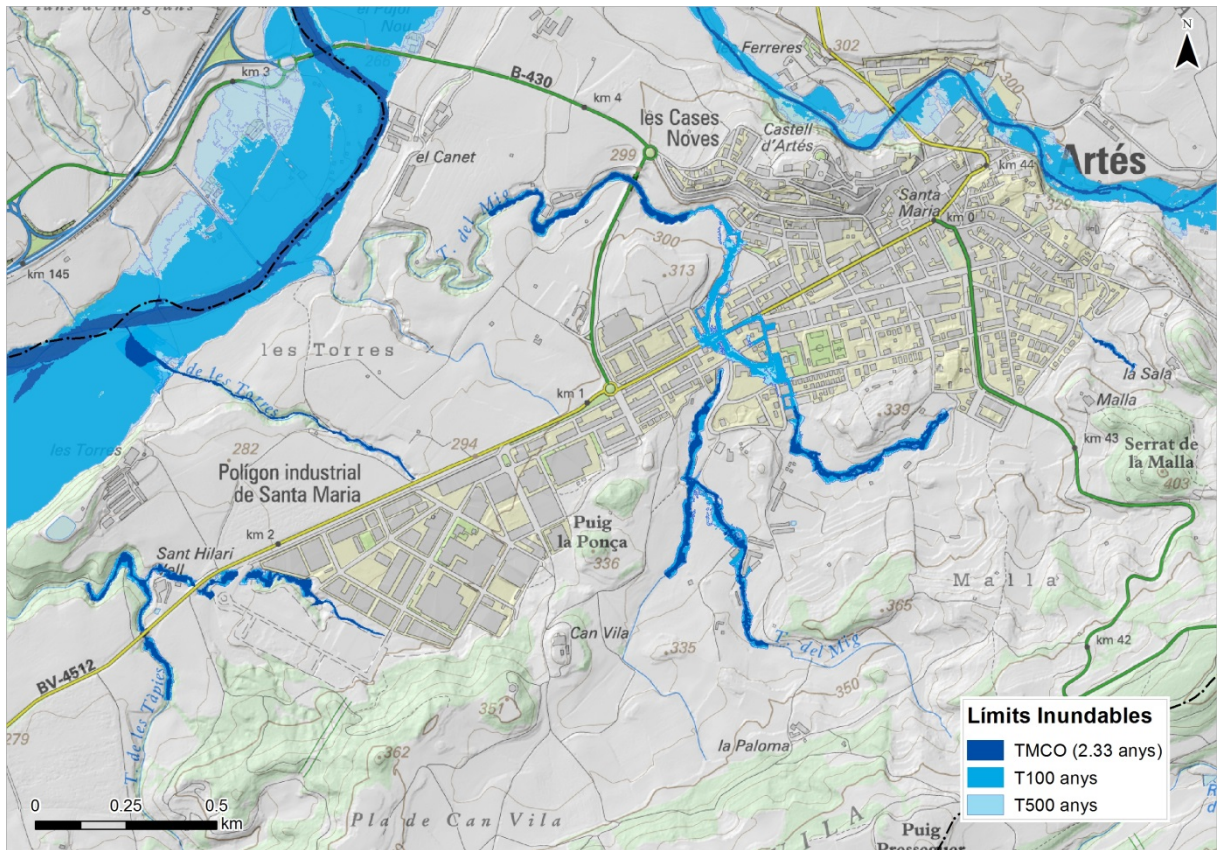


Figura 34. Esquema del mapa de zones inundables en el municipi d'Artés. Base topogràfica ICGC 1:25.000.

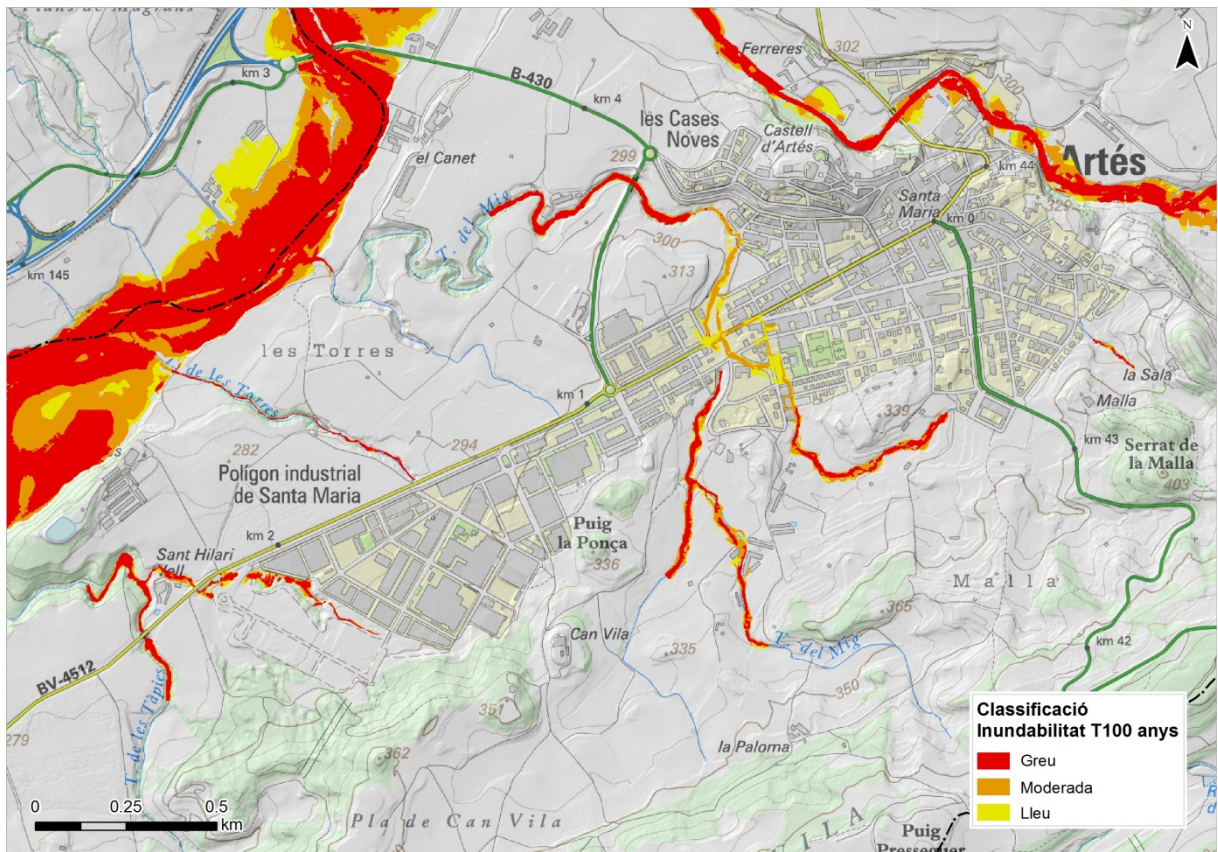


Figura 35. Esquema del mapa de classificació de la inundabilitat per T100 anyen el municipi d'Artés. Base topogràfica ICGC 1:25.000.

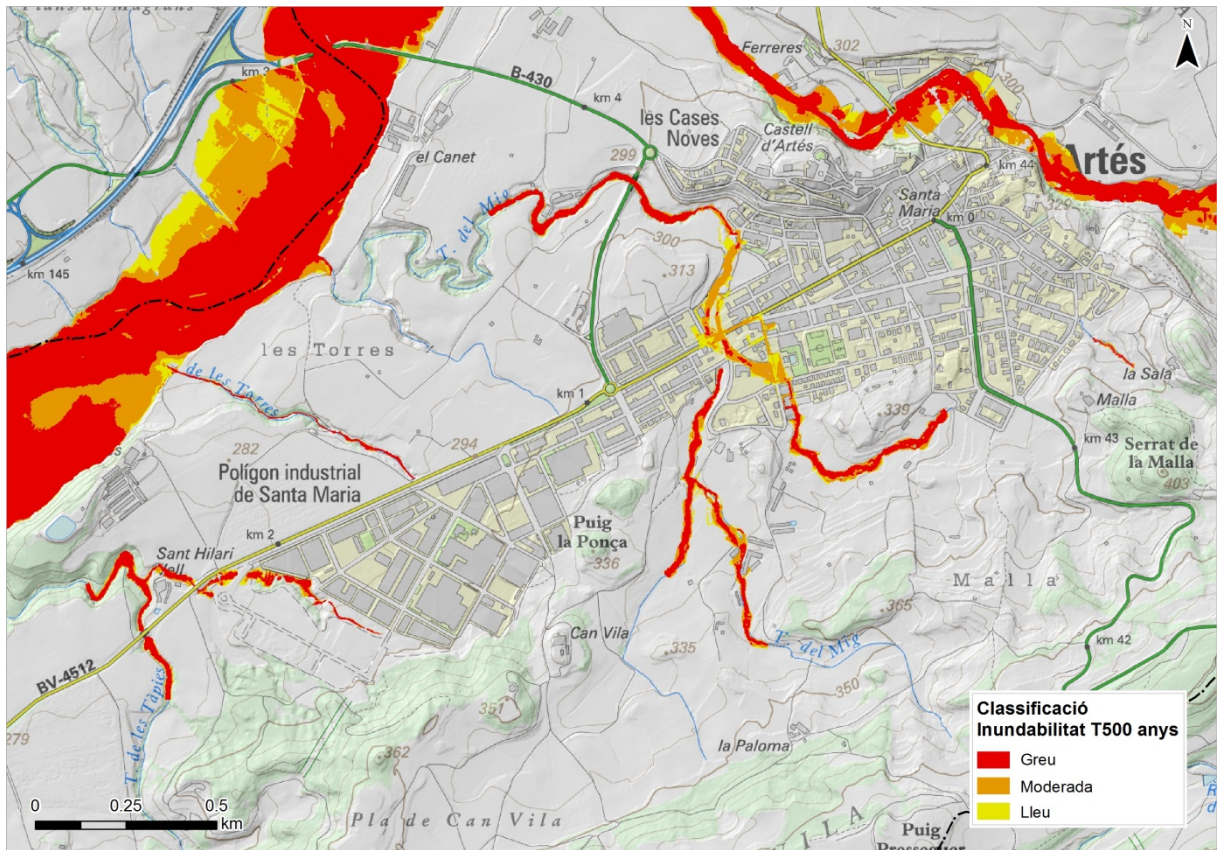


Figura 36. Esquema del mapa de classificació de la inundabilitat per T500 any en el municipi d'Artés. Base topogràfica ICGC 1:25.000.

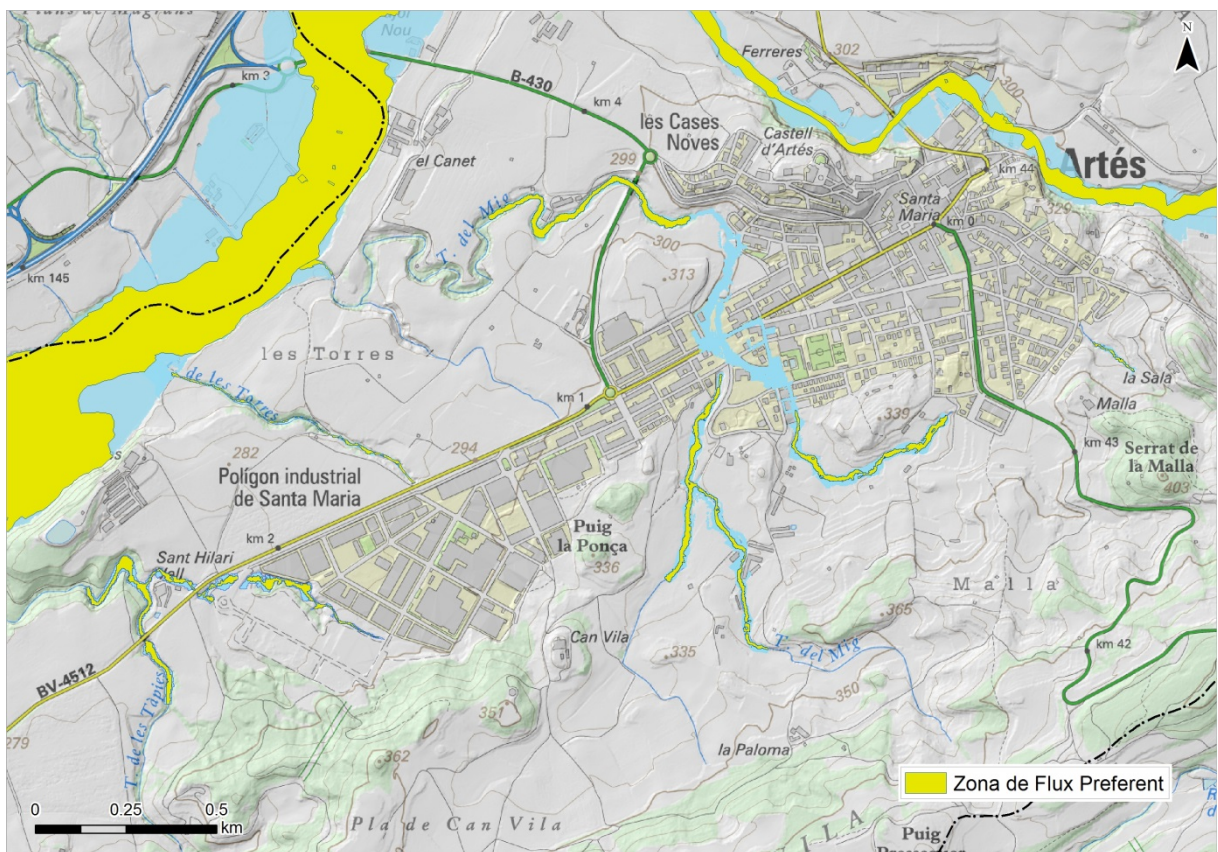


Figura 37. Esquema del mapa de la zona de flux preferent en el municipi d'Artés. Base topogràfica ICGC 1:25.000.

3.3 Punts singulars

Els voltants de l'Institut Miquel Bosch i Jover queden inclosos en zona inundable (ZI) pel torrent de l'Institut, per les afeccions dels períodes de retorn de T100 i T500 anys. Aquests desbordaments es donen en gran part un cop arriba a zona urbana, pel marge esquerra del canal, que es troba a una cota inferior que el marge oposat. Tal i com es pot veure en la següent figura, la plana esquerra on s'assenta l'institut presenta poc desnivell i molt suau respecte la base del canal, on en alguns punts no supera el 1m de diferència, fet que afavoreix que en el cas de desbordament, el flux es vagi desplaçant per la zona d'horts.

Cal tenir en compte també que la cota del marge esquerra es troba per sota la clau de la secció d'entrada, per tant, tot i que l'estructura pugui presentar suficient capacitat, el flux ja desborda prèviament per punts més baixos del marge esquerra.



Figura 38. Imatge del canal del torrent de l'Institut, just per sobre l'entrada al canal soterrat. (Les fletxes vermelles indicarien possibles punts de desbordament).

En base als resultats s'observa que el flux ja ve desbordat en el tram d'aigües amunt de l'institut, quan el curs circula entre camps de cultius, i on la plana és més oberta (Figura 39, Figura 40). Quan arriba a l'àmbit de l'institut, com ja s'ha comentat prèviament, la llera presenta poc pendent, i per alguns punts del talús esquerra desborda abans d'arribar a l'entrada de la canalització soterrada i llavors comença a circular pel lateral, per la zona dels horts i per sota dels porxos, i d'aquí cap als carrers seguint el pendent. Per evitar l'afecció a l'edifici de l'institut es podria protegir el propi institut amb paraments simples col·locats a les

tanques metàl·liques exteriors, o bé constrenyir el flux amb un muret lateral que condueixi l'aigua cap a l'entrada de l'estructura de desguàs. En la següent figura es mostra una imatge de les línies de flux en el model de càlcul, pel cabal dels 100 anys.



Figura 39. Vista general de les línies de flux pel cabal dels 100 anys (sobre la malla de càlcul) en els torrents del Mig, de Can Vila i l'Institut. (En vermell, s'indica la localització de l'institut).



Figura 40. Detall dels límits inundables en l'àmbit de l'Institut.

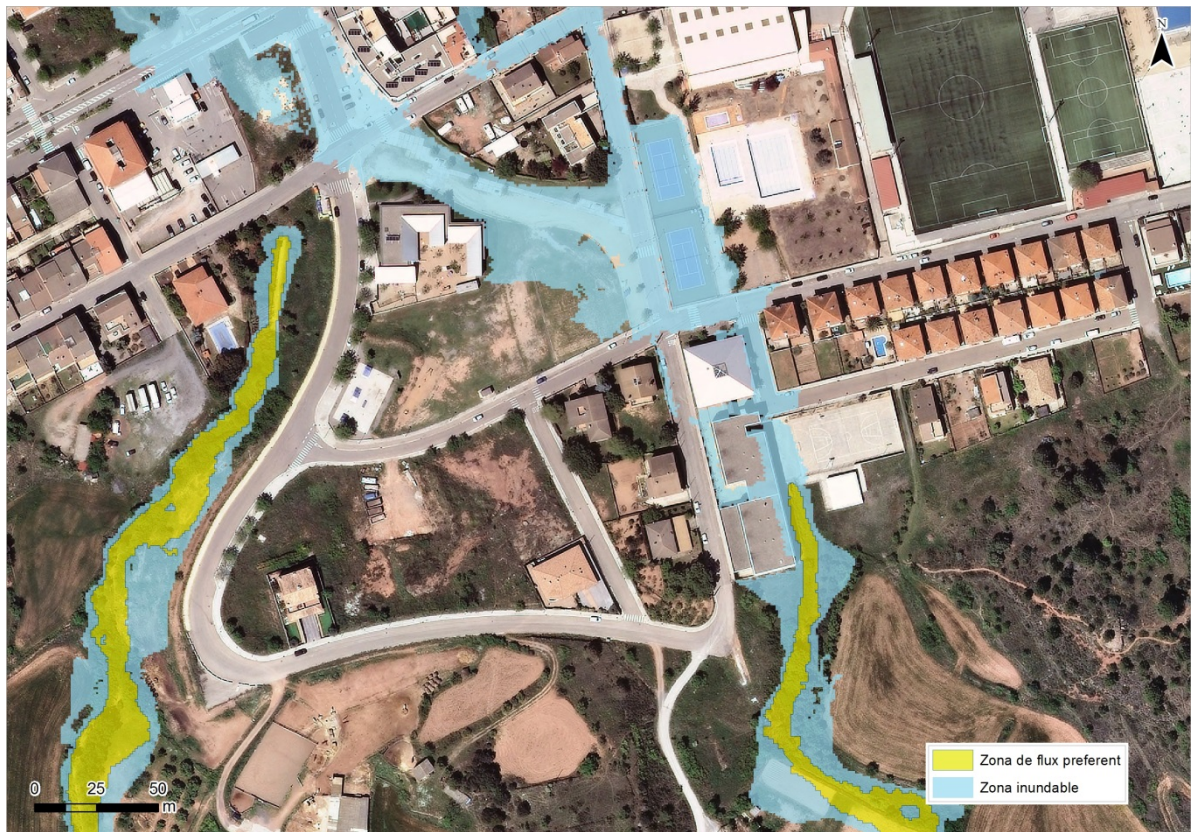


Figura 41. Detall de la zona de flux preferent en l'àmbit de l'Institut.

Un cop el flux desborda pels marges de l'institut, el flux es desplaça pels principals carrers que actuen com a vies d'escolament, fins que les aigües tornen cap al canal principal. En base als resultats, s'observa que els calats (profunditat de la làmina d'aigua) que es donen pels carrers són relativament baixos, i que part d'aquests volums podrien ser absorbits per la xarxa de drenatge urbà. Pel cas del cabal dels 100 anys, aigües avall de les pistes de tennis del complex esportiu municipal, es donen calats inferiors als 15-20cm, mentre que pel cabals dels 500 anys es donen calats inferiors als 35-40 cm (tonalitats blaves de les Figura 42, Figura 44). Tal i com es pot observar en les imatges de classificació de la inundabilitat per T100 i T500 anys, en els carrers d'aigües avall de l'Institut s'assoleixen perillositats en terme mig de moderada, perquè tot i que els calats són baixos per ambdós períodes de retorn, els pendents dels carrers afavoreixen velocitats superiors als 0.5m²/seg principalment pel carrer de la Ronda del Torrent.

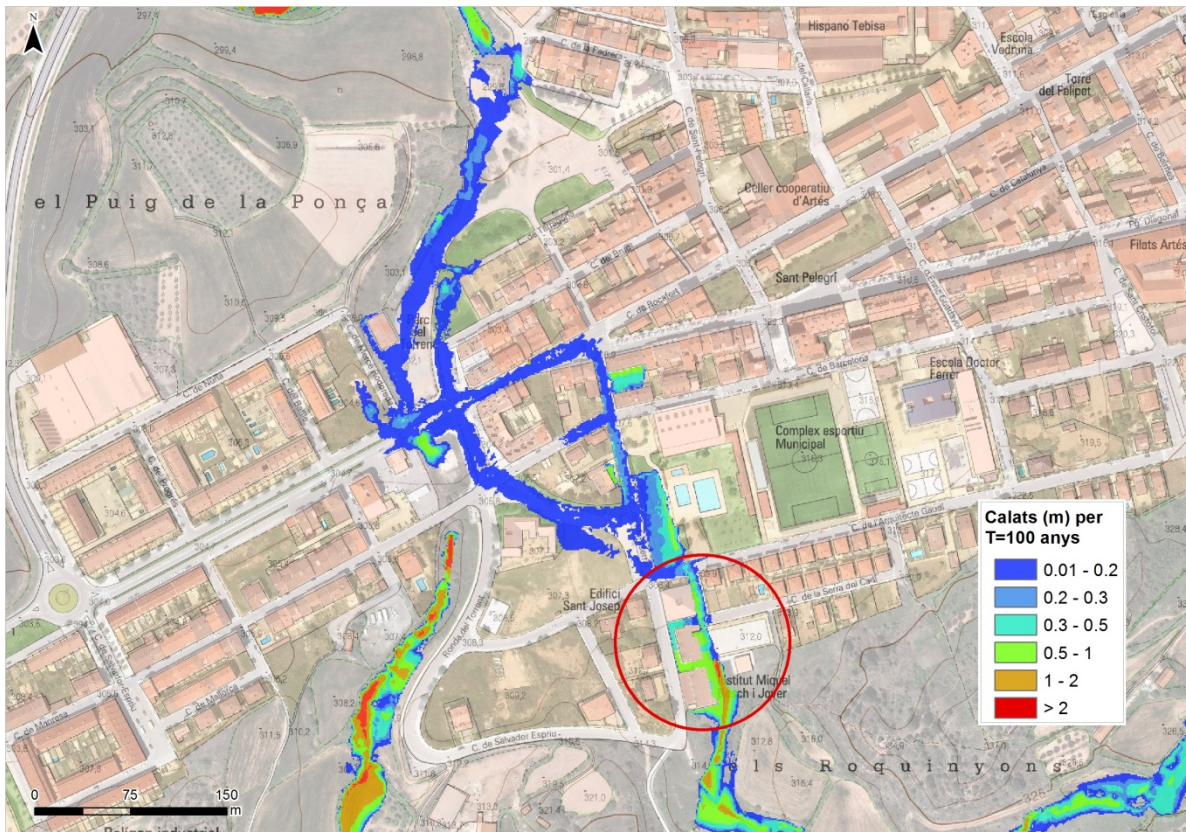


Figura 42. Classificació dels calats per T100 anys, en l'àmbit del torrent de l'Institut i els carrers propis (La línia vermella indica la localització de l'Institut).

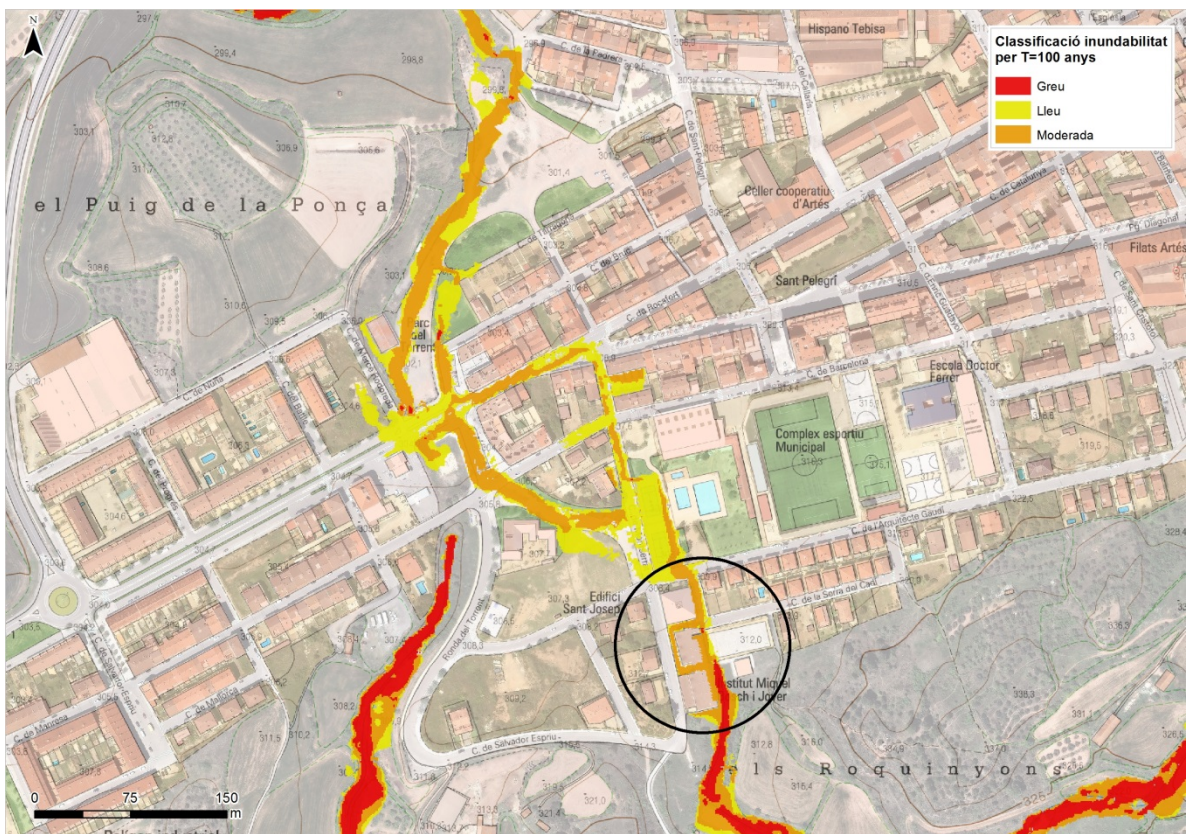


Figura 43. Classificació de la inundabilitat per T100 anys, en l'àmbit del torrent de l'Institut i els carrers propis (La línia negra indica la localització de l'Institut).

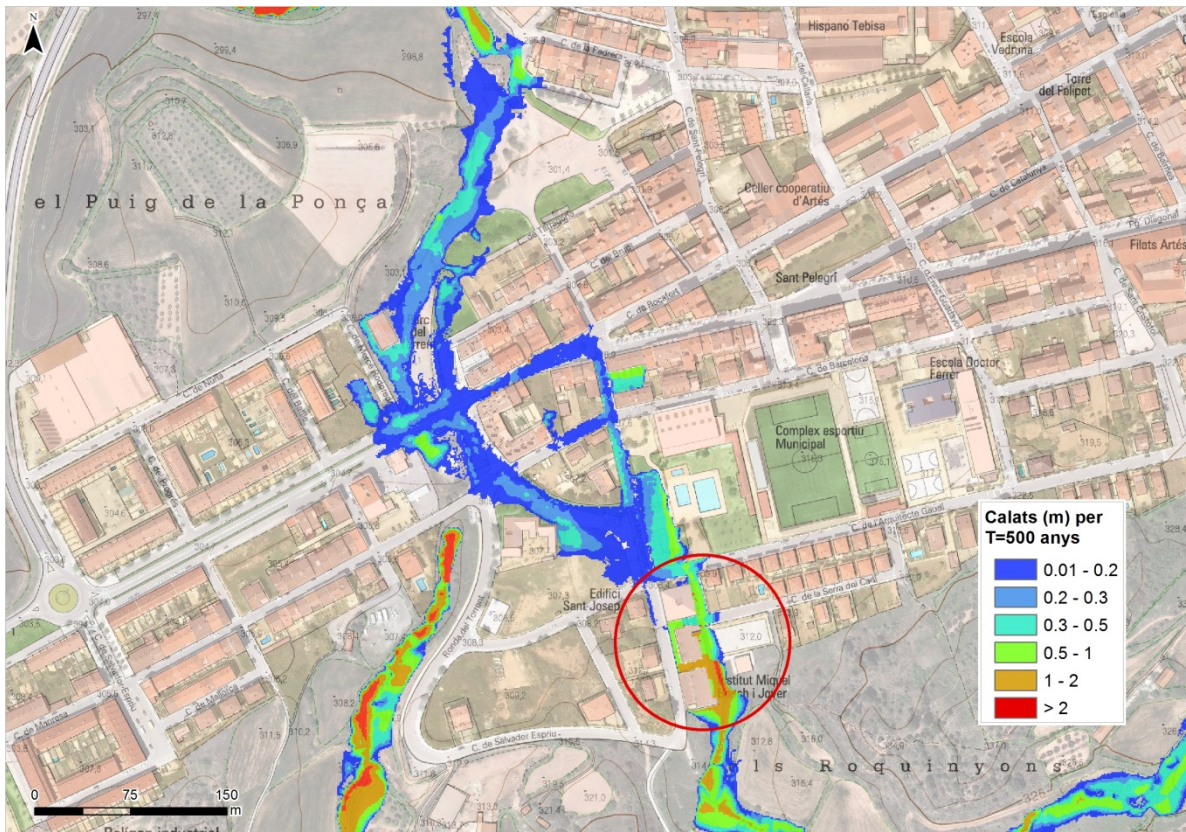


Figura 44. Classificació dels calats per T500 anys, en l'àmbit del torrent de l'Institut i els carrers propis (La línia vermella indica la localització de l'Institut).

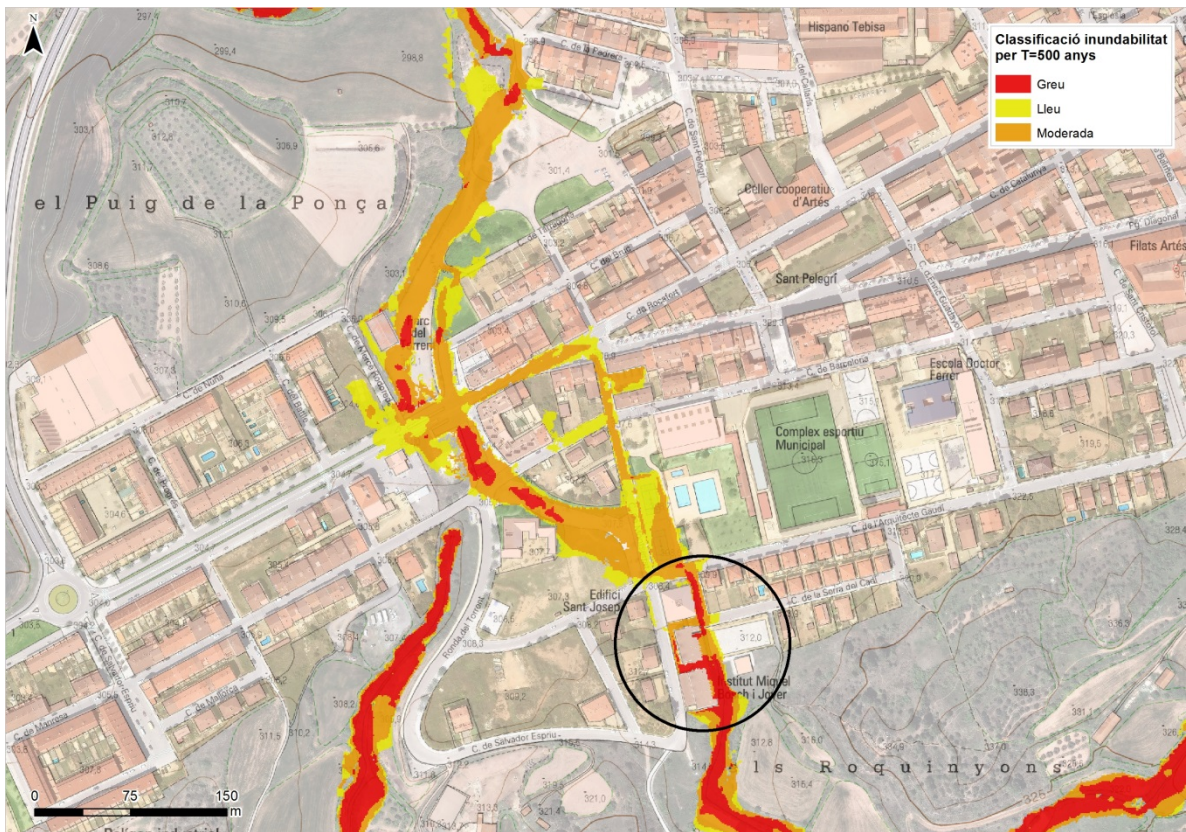


Figura 45. Classificació de la inundabilitat per T500 anys, en l'àmbit del torrent de l'Institut i els carrers propis (La línia negra indica la localització de l'Institut).

4 RESUM I CONSIDERACIONS FINALS

S'ha estudiat la inundabilitat dels torrents que circulen per zona urbana i/o urbanitzable en el municipi d'Artés, corresponents al torrent de les Tàpies, torrent de Sant Hilari, torrent de les Torres, torrent del Mig, torrent de Can Vila, torrent de l'Institut i torrent de Malla. Pel cas del torrent del Mig, el torrent de Can Vila i el torrent de l'Institut s'analitzen com un model conjunt, integrant les canalitzacions soterrades per analitzar-ne les seves capacitats i de l'entorn proper.

Les rieres de la Gavarresa i Malrubí ja han estat estudiades en el projecte PEFCAT de la conca del Llobregat i Cardener (ACA, 2015).

En referència a la delimitació de les zones inundables, els voltants de l'Institut Miquel Bosch i Jover queden inclosos en zona inundable (ZI) pel torrent de l'Institut. S'observen desbordaments i afeccions, pels períodes de retorn de $T=100$ i $T=500$ anys, fet que també provoca afeccions als carrers propers, que acaben actuant com a vies d'escolament. Els desbordaments es produeixen uns metres més amunt de l'entrada a la canalització soterrada, en part per la manca de capacitat de la llera, on la cota del marge esquerra es troba per sota la clau de l'estructura, provocant que part del flux ja no arribi a l'entrada del soterrament.

4.1 Consideracions finals

En base als resultats obtinguts, tota modificació o aprofitament urbanístic que es trobi en àmbit de la zonificació del RDPH haurà de tenir en compte les limitacions de usos aplicables a nivell estatal, segons els articles 9bis, 9ter, 9quàter i 14bis del decret 638/2016, de 9 de desembre, pel qual es modifica el RDPH, decret 849/1986, d'11 d'abril) (RDPH) i les no afeccions a tercers (veure Annex VI).

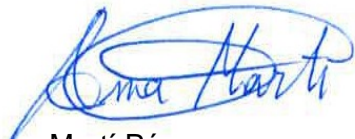
La metodologia emprada en el càlcul hidràulic, segons la *Guia tècnica de recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local*, publicat per l'ACA (2003), no inclou l'estudi de la capacitat erosiva dels torrents ni el transports de materials sòlids en suspensió o per càrrega de fons.

En aquest estudi no es té en compte la xarxa de clavegueram de la zona consolidada, ja que no és l'objectiu d'aquest estudi, assumint que tot el volum d'escolament es queda en superfície. Tot i així, per períodes de retorn baixos, com TMCO, una part del volum podria ser absorbit per la xarxa de drenatge, sempre que es trobi en bon estat de conservació per mantenir la seva capacitat real.

Remarcar que, per tal d'assegurar que les estructures no perdin la seva capacitat de desguàs, es necessari un manteniment periòdic per eliminar possibles obstruccions. Aquesta recomanació és extensible també a tots els col·lectors del nucli urbà.

Els resultats obtinguts en aquest estudi es deriven d'unes dades i hipòtesis de càlcul determinades, que en cas de veure's modificades, podrien fer variar els resultats finals.

Barcelona, Març del 2019.



Anna Martí Pérez

Enginyera de Forests

Vist i plau:

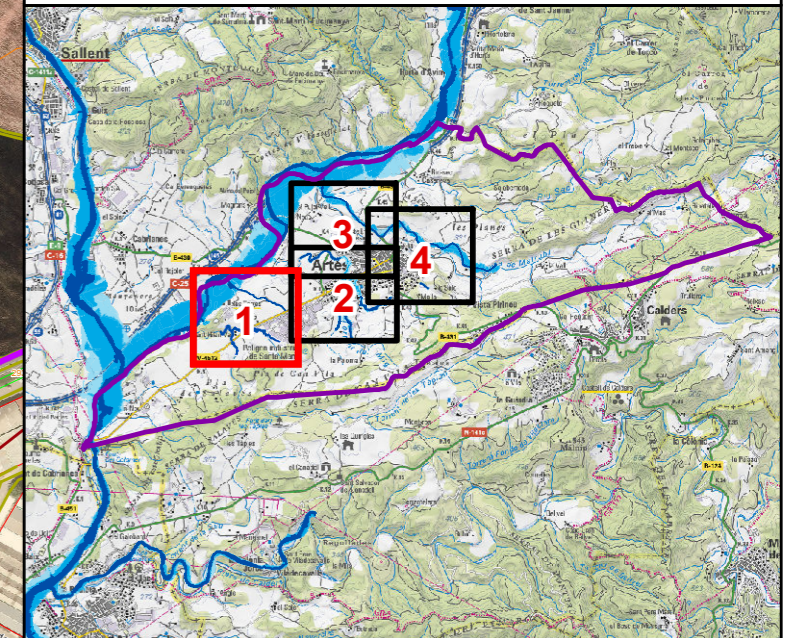
Jordi Marturià i Alavedra

Cap de la Unitat de Previsió
de Riscos Geològics






PLÀNOLS

Tram:

Riera Gavarresa, torrent de les Tàpies, torrent de Sant Hilari, i torrent de les Torres



Delimitació zones inundables

-  Inundació corresponent a T = MCO anys
-  Inundació corresponent a T = 100 anys
-  Inundació corresponent a T = 500 anys
-  Possible vessament lateral
-  Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

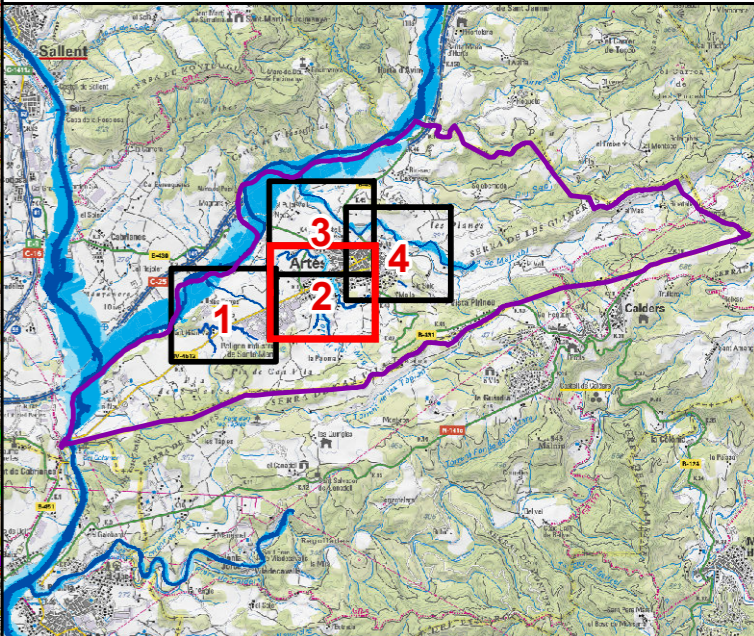
Originals en DIN-A3



Codi: AI - 0001 / 19

Data: Març 2019

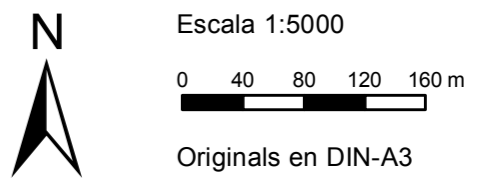
Tram:
Torrent del Mig, torrent de Can Vila i torrent de l'Institut



Delimitació zones inundables

- Inundació corresponent a T = MCO anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

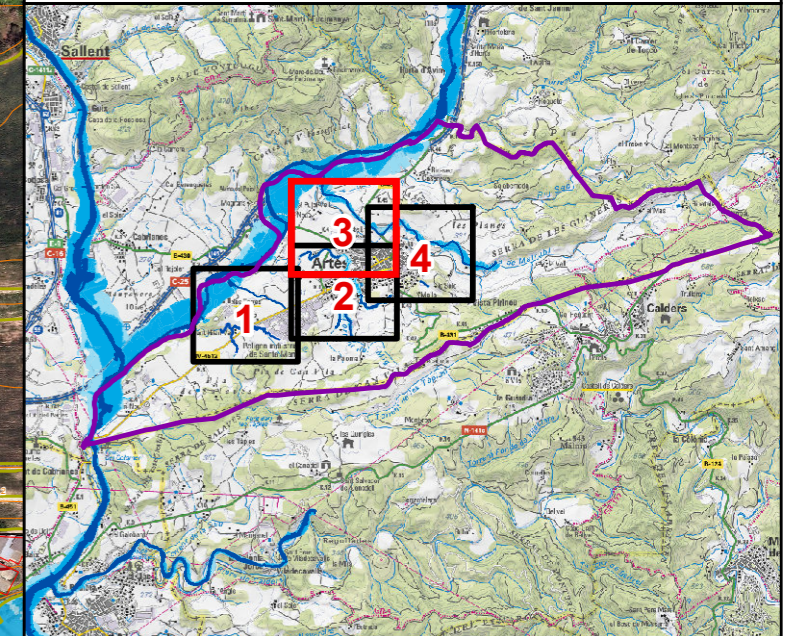
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Estudi d'inundabilitat en el municipi d'Artés (Bages)

Tram:

Riera de Malrubí i torrent del Mig



Delimitació zones inundables

- Inundació corresponent a T = MCO anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



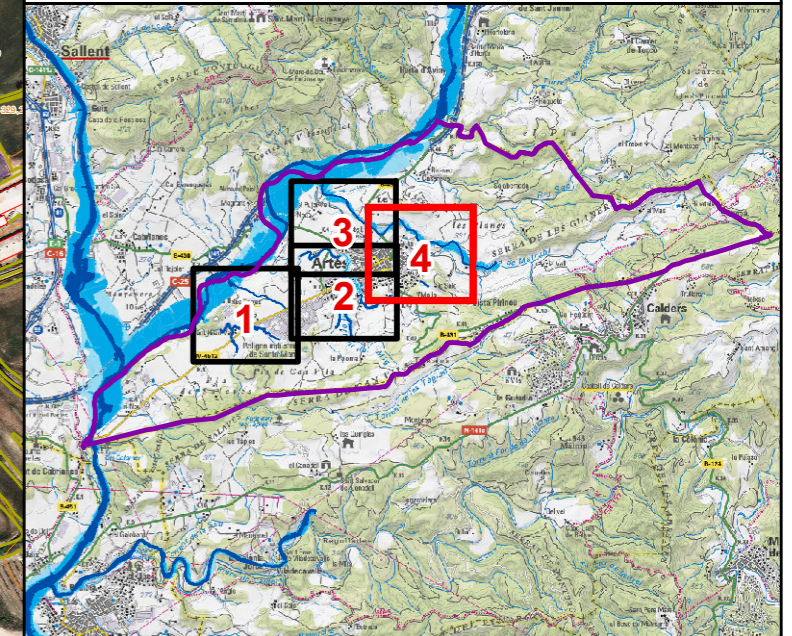
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3

Tram:

Riera de Malrubí i torrent de Malla



Delimitació zones inundables

- Inundació corresponent a T = MCO anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



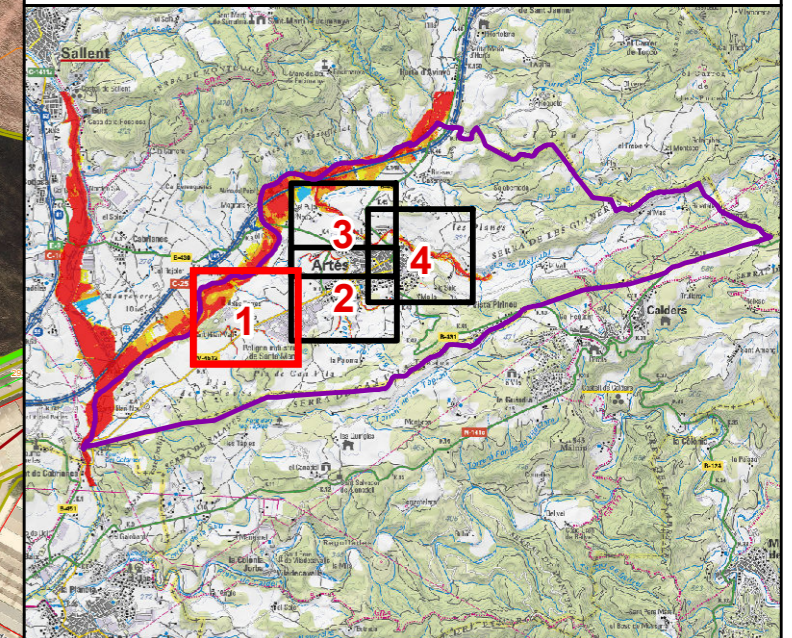
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3

Tram:

Riera Gavarresa, torrent de les Tàpies, torrent de Sant Hilari, i torrent de les Torres



Classificació zones inundables T=100 anys

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



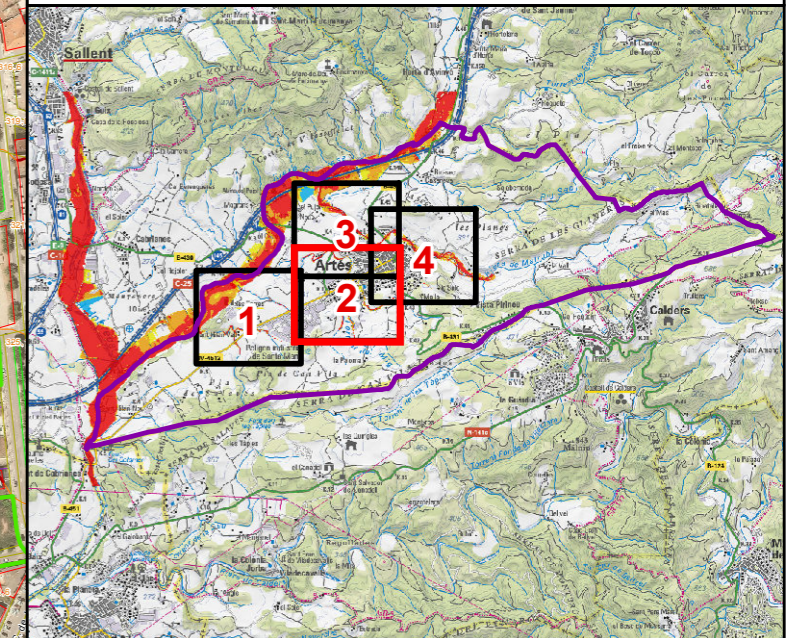
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3

Tram:

Torrent del Mig, torrent de Can Vila i torrent de l'Institut



Classificació zones inundables T=100 anys

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Escala 1:5000

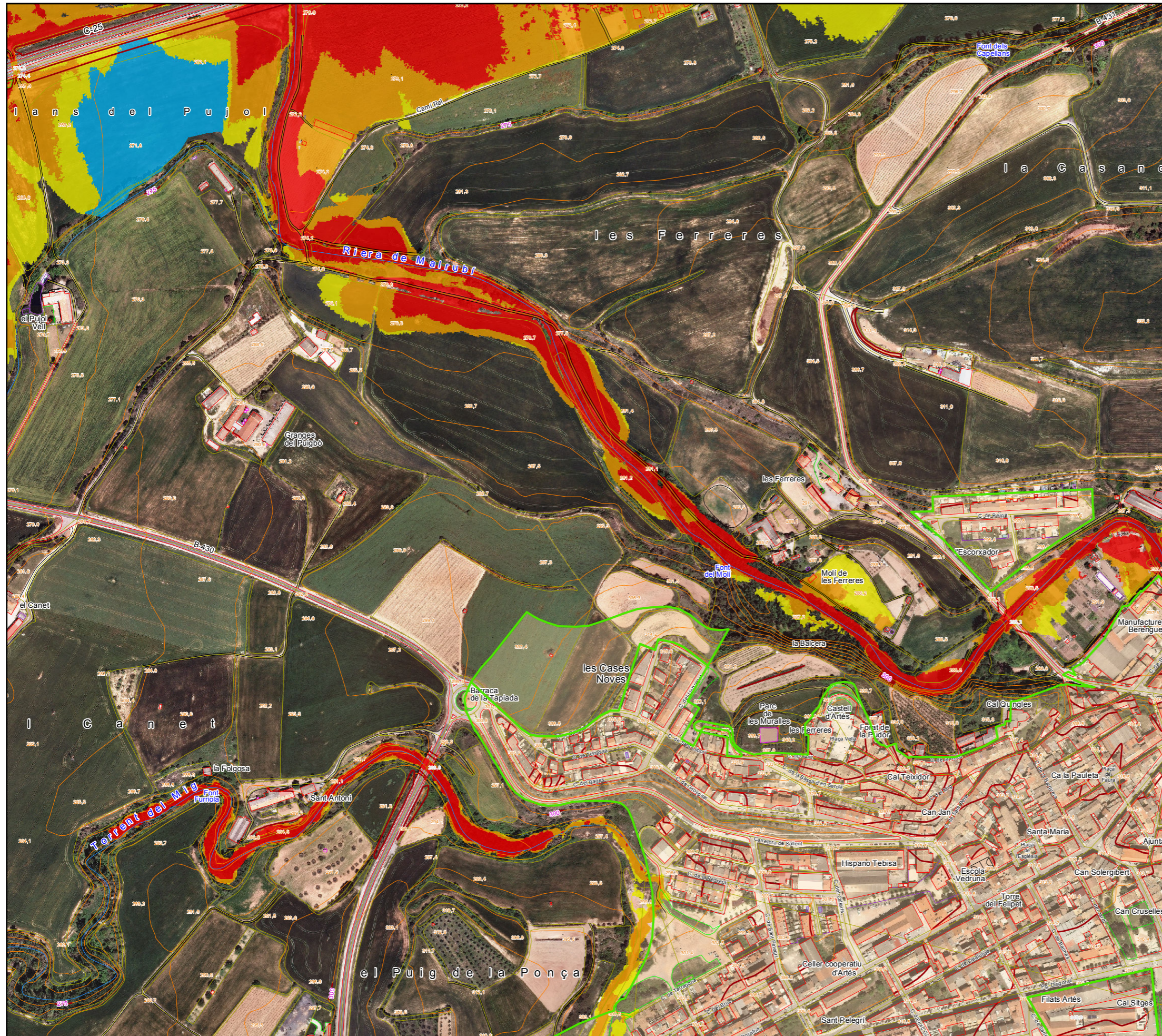
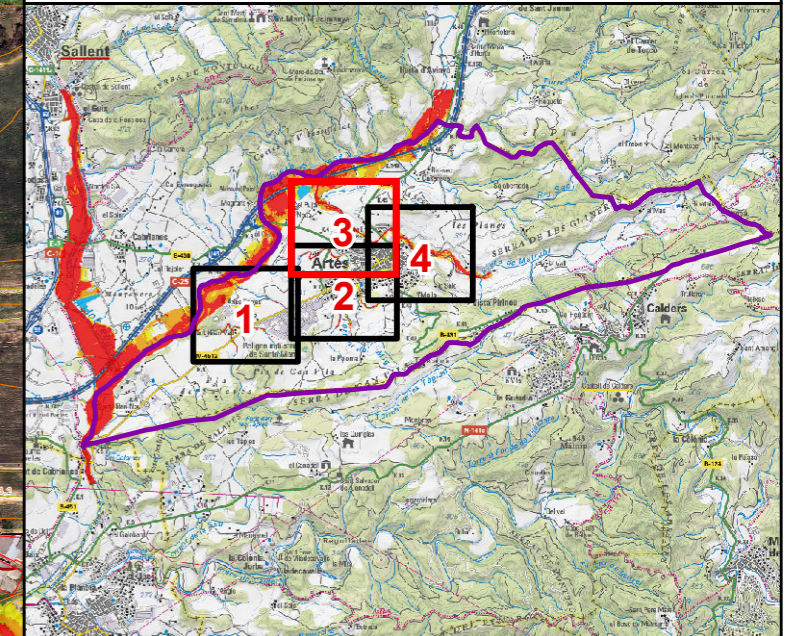
0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3



Tram:

Riera de Malrubí i torrent del Mig



Classificació zones inundables T=100 anys

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu
- Zona inundable per T = 100 anys
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



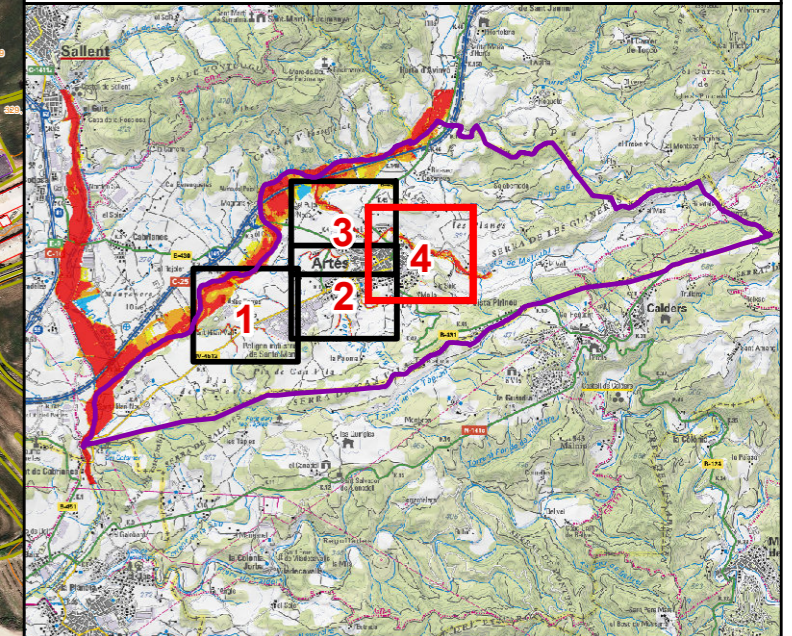
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m





Originals en DIN-A3

Tram:

Riera de Malrubí i torrent de Malla



Classificació zones inundables T=100 anys

-  Zona inundable amb perillositat lleu
-  Zona inundable amb perillositat moderada
-  Zona inundable amb perillositat greu
-  Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

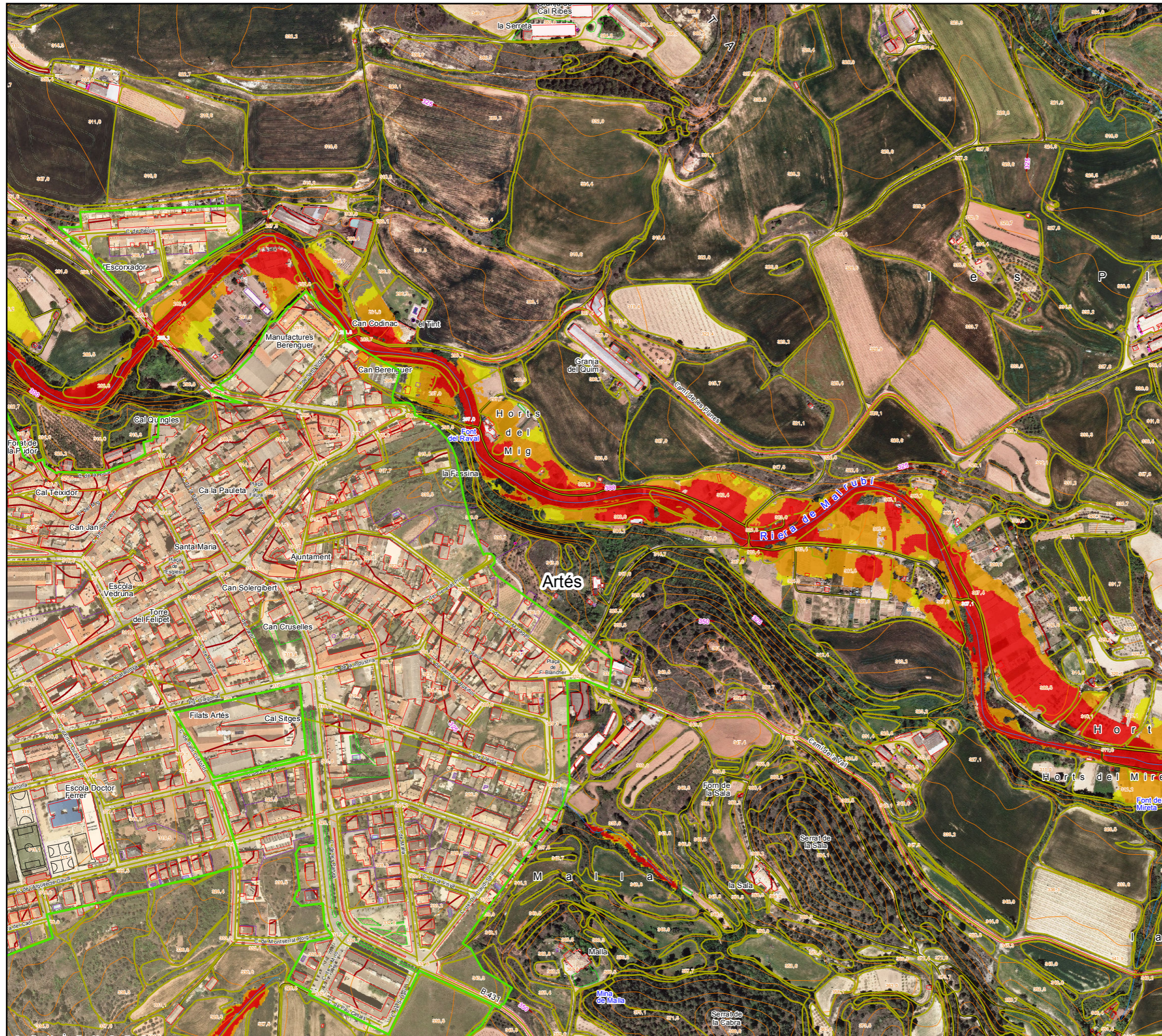
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Escala 1:5000

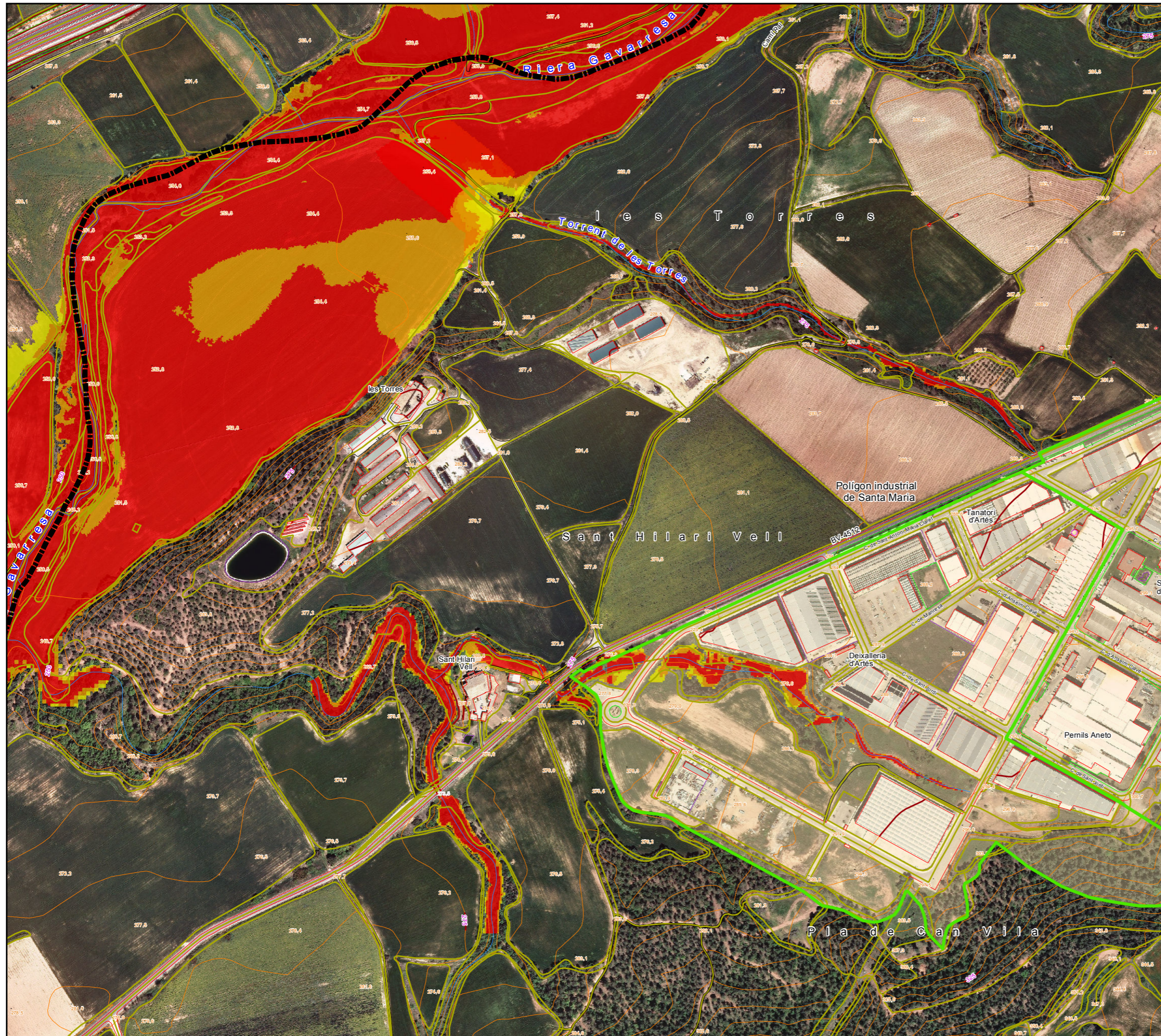
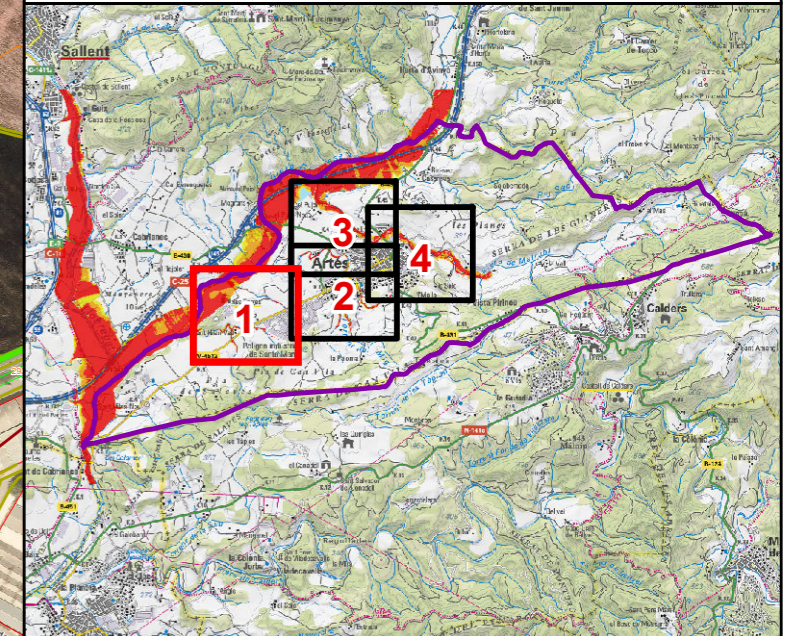
0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3



Tram:

Riera Gavarresa, torrent de les Tàpies, torrent de Sant Hilari, i torrent de les Torres



Classificació zones inundables T=500 anys

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

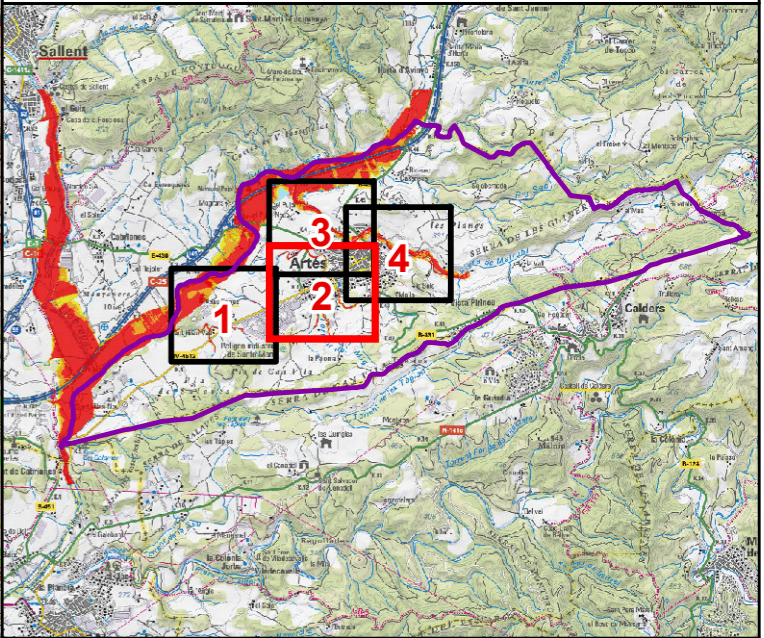
Originals en DIN-A3



Codi: AI - 0001 / 19

Data: Març 2019

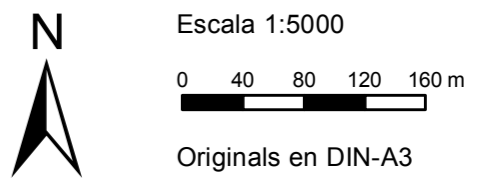
Tram:
Torrent del Mig, torrent de Can Vila i torrent de l'Institut



Classificació zones inundables T=500 anys

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

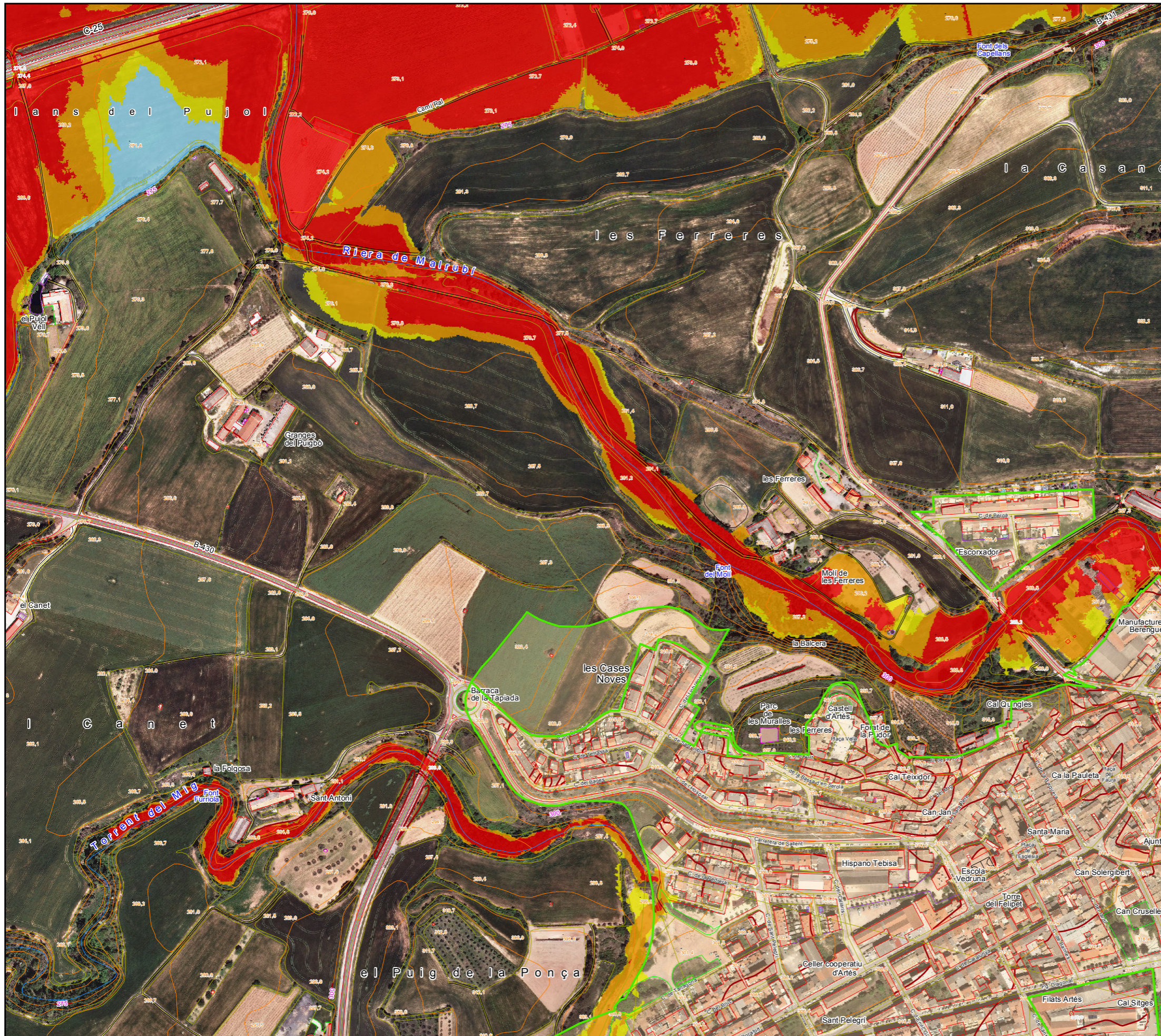
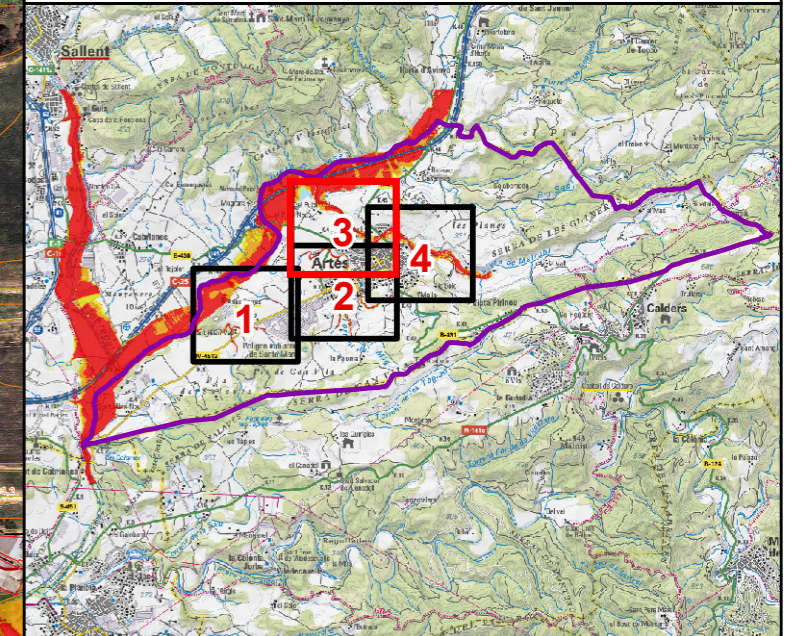
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Estudi d'inundabilitat en el municipi d'Artés (Bages)

Tram:

Riera de Malrubí i torrent del Mig



Classificació zones inundables T=500 anys

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu
- Zona inundable per T = 500 anys
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



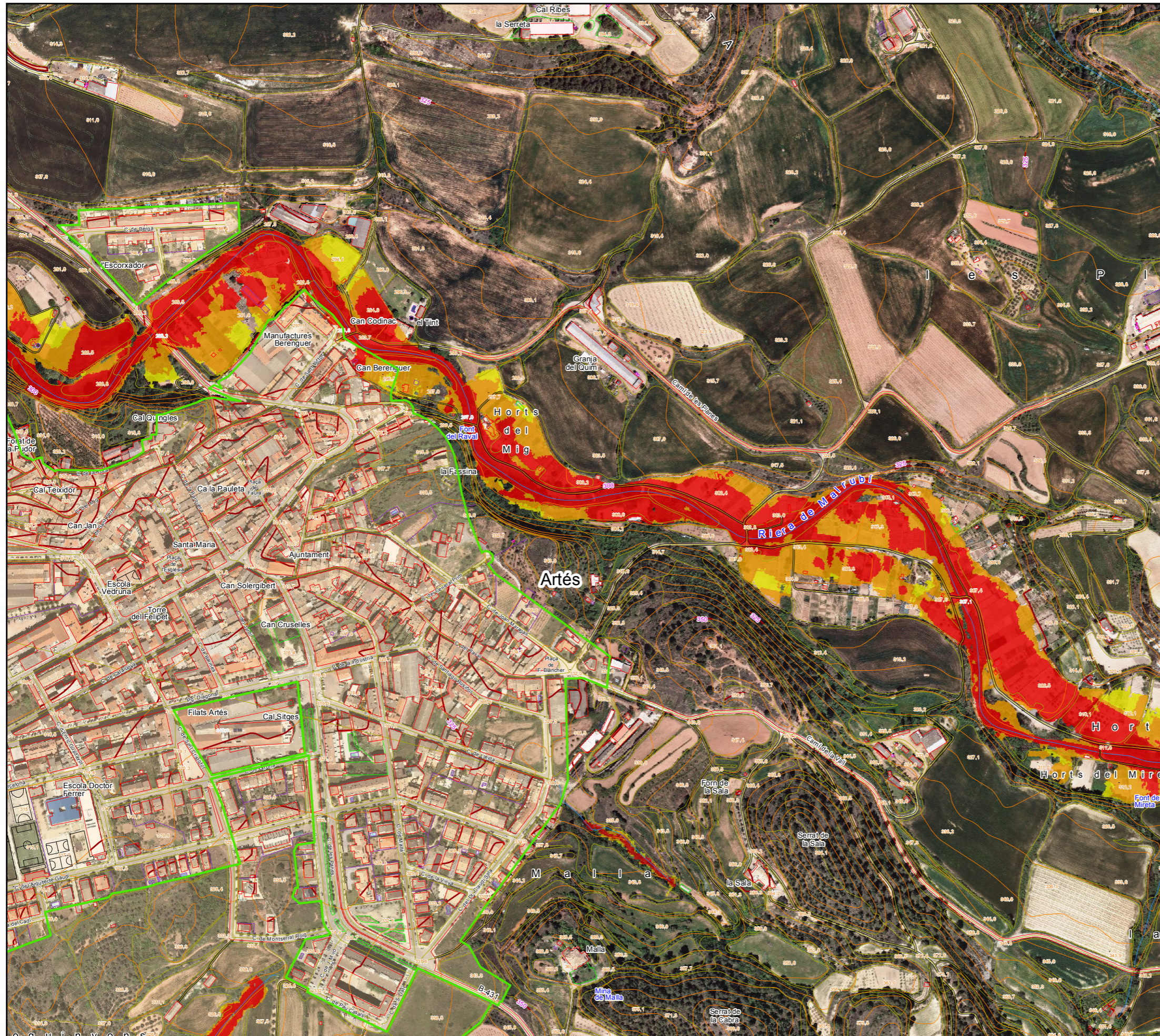
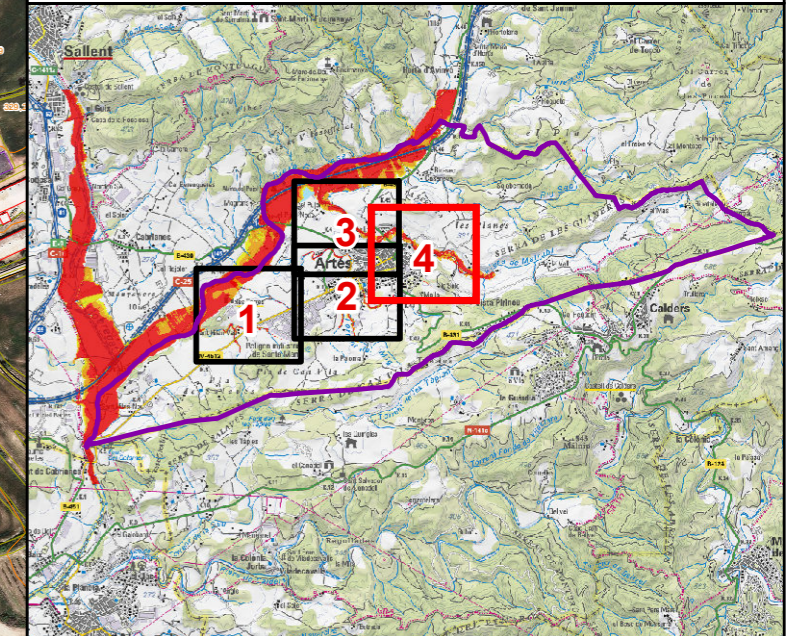
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3

Tram:

Riera de Malrubí i torrent de Malla



Classificació zones inundables T=500 anys

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



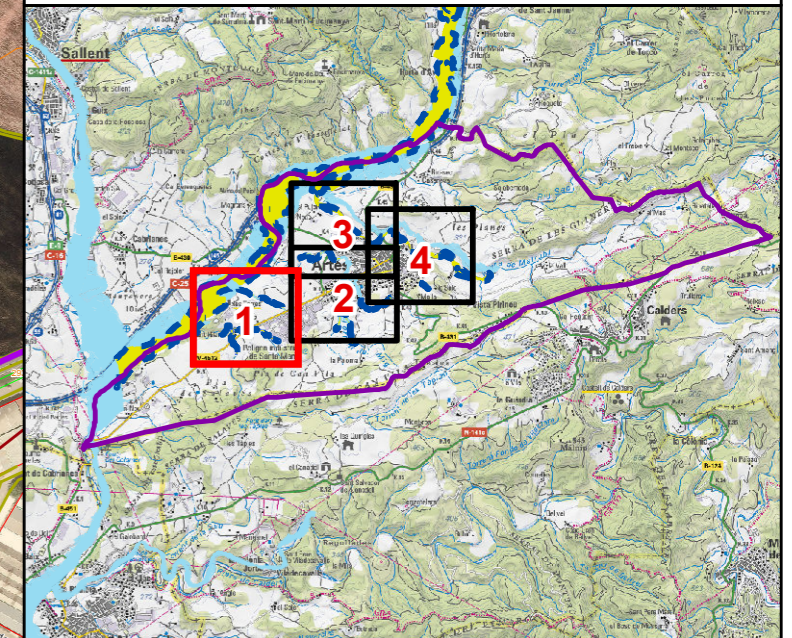
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3

Tram:

Riera Gavarresa, torrent de les Tàpies, torrent de Sant Hilari, i torrent de les Torres



Zonificació segons RDPH

- Zona de Flux Preferent (ZFP)
- Zona inundable per T500 anys (ZI)
- Límit de Zona de Flux Preferent
- Límit de Zona Inundable
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



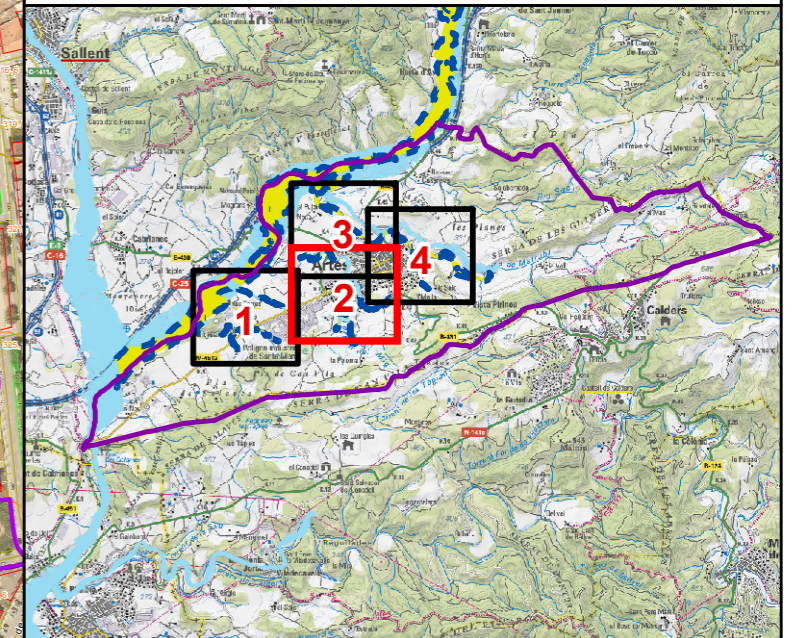
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m






Originals en DIN-A3

Tram:

Torrent del Mig, torrent de Can Vila i torrent de l'Institut



Zonificació segons RDPH

-  Zona de Flux Preferent (ZFP)
-  Zona inundable per T500 anys (ZI)
-  Límit de Zona de Flux Preferent
-  Límit de Zona Inundable
-  Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

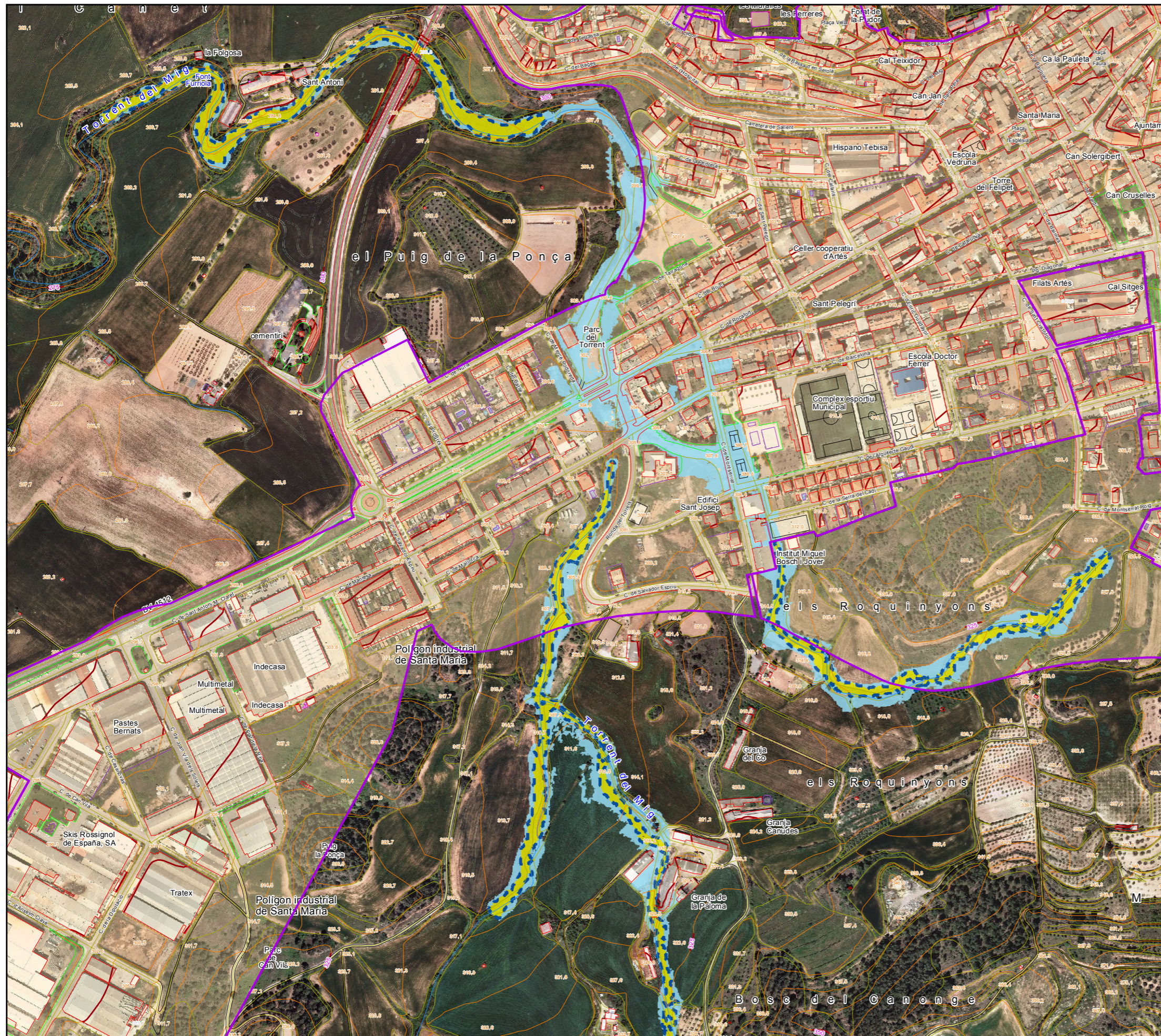
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Escala 1:5000

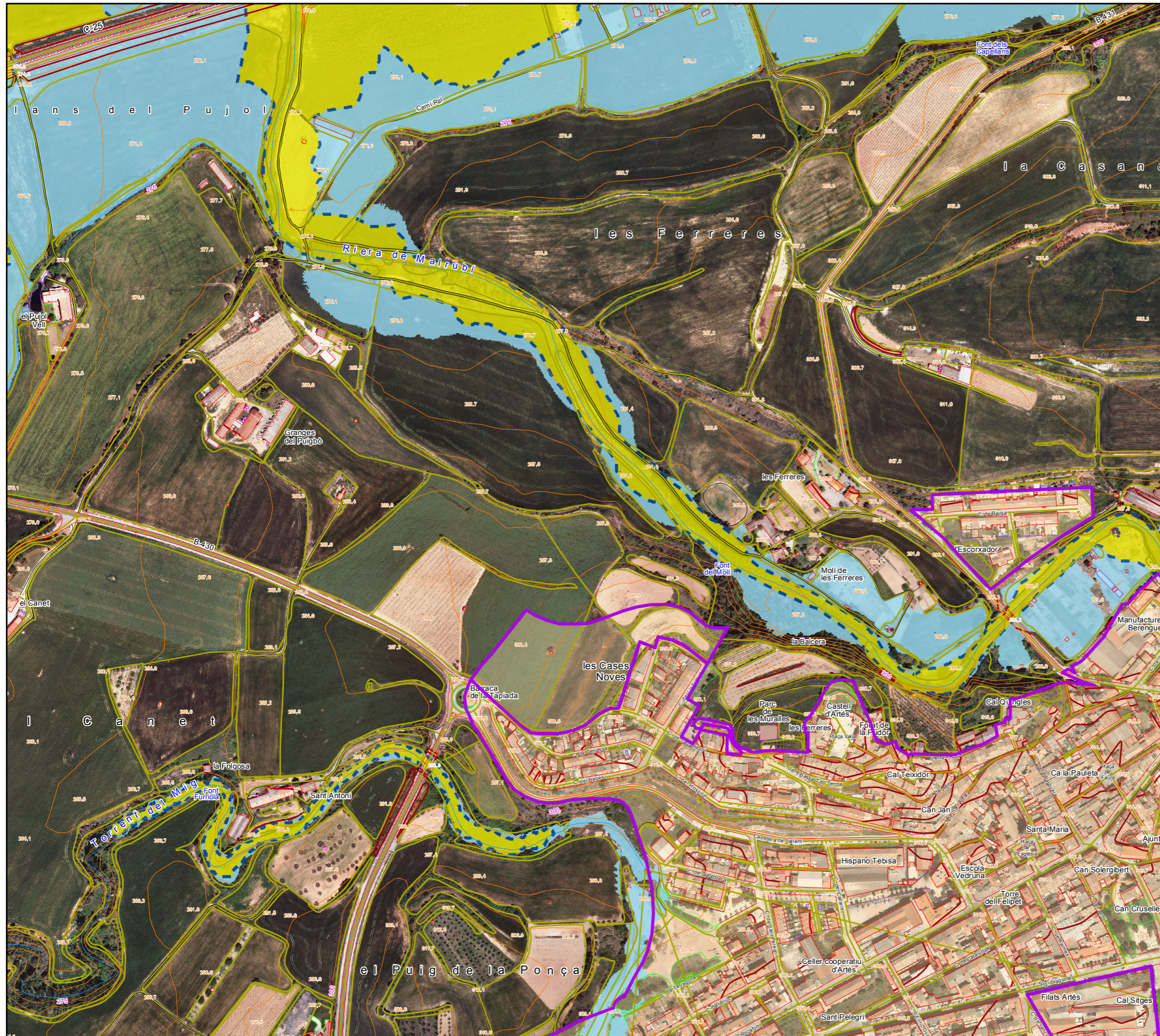
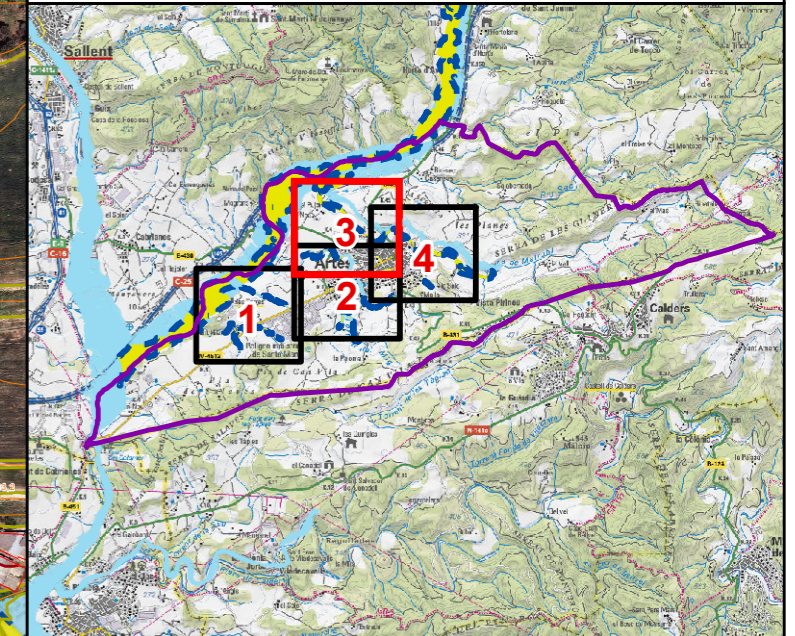
0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3



Tram:

Riera de Malrubí i torrent del Mig



Zonificació segons RDPH

- Zona de Flux Preferent (ZFP)
- Zona inundable per T500 anys (ZI)
- Límit de Zona de Flux Preferent
- Límit de Zona Inundable
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



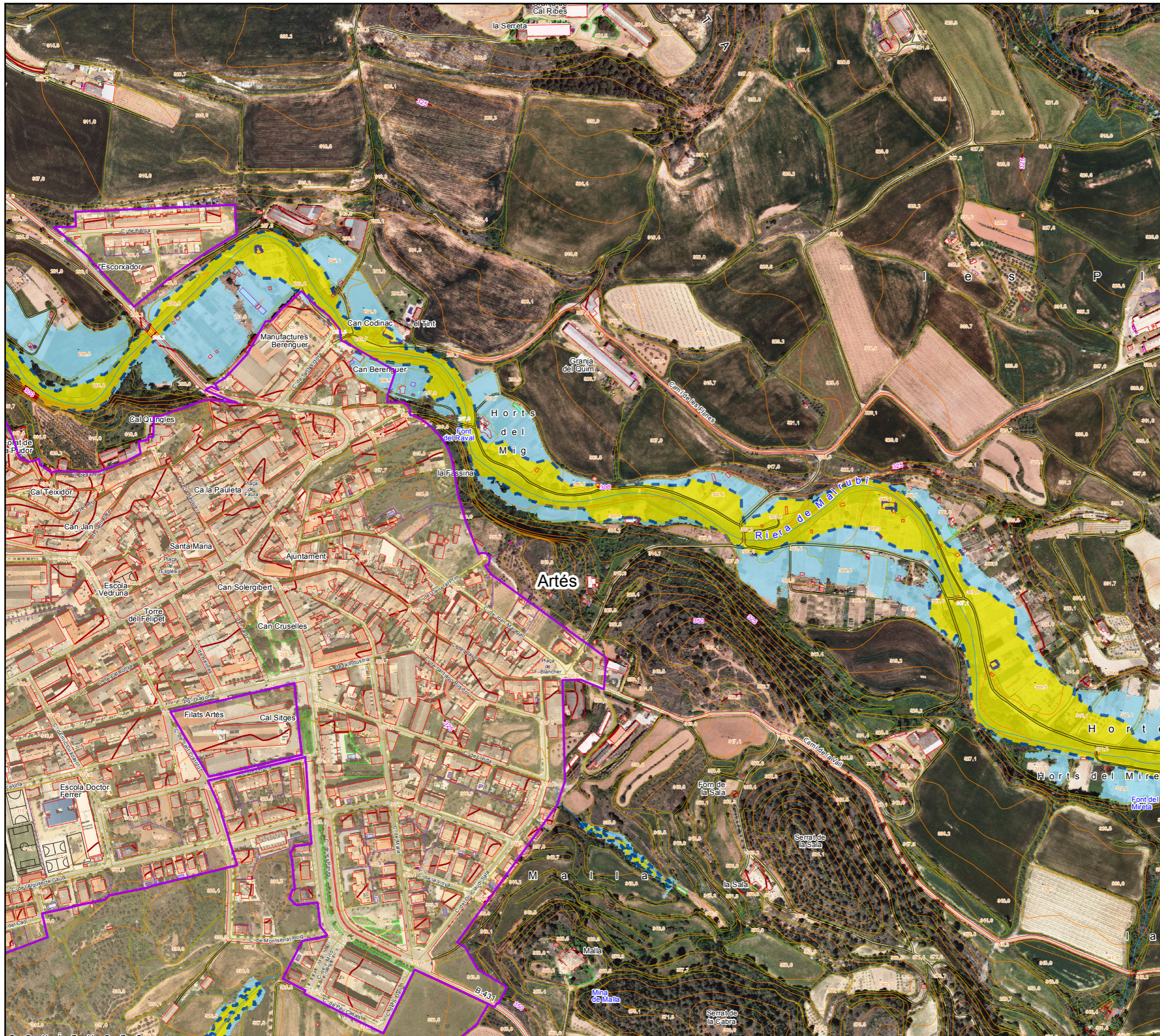
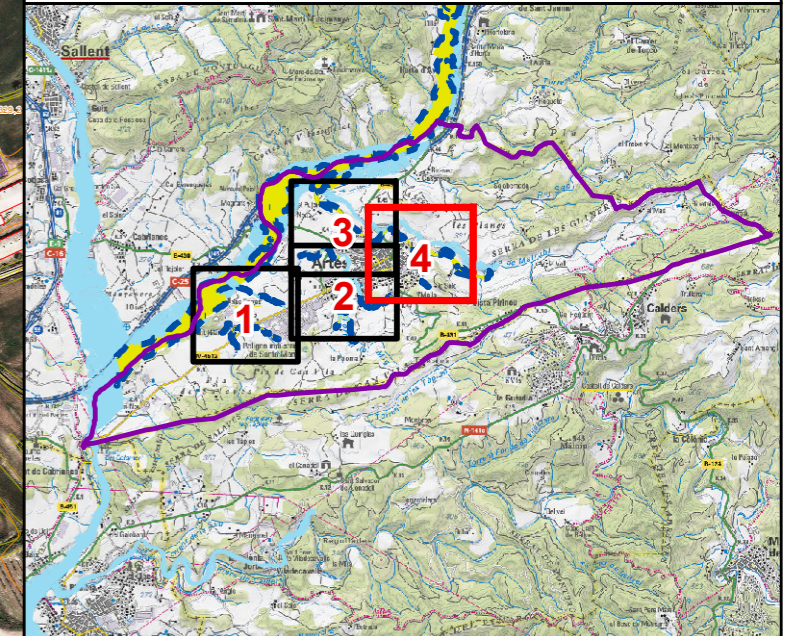
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3

Tram:

Riera de Malrubí i torrent de Malla



Zonificació segons RDPH

- Zona de Flux Preferent (ZFP)
- Zona inundable per T500 anys (ZI)
- Límit de Zona de Flux Preferent
- Límit de Zona Inundable
- Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



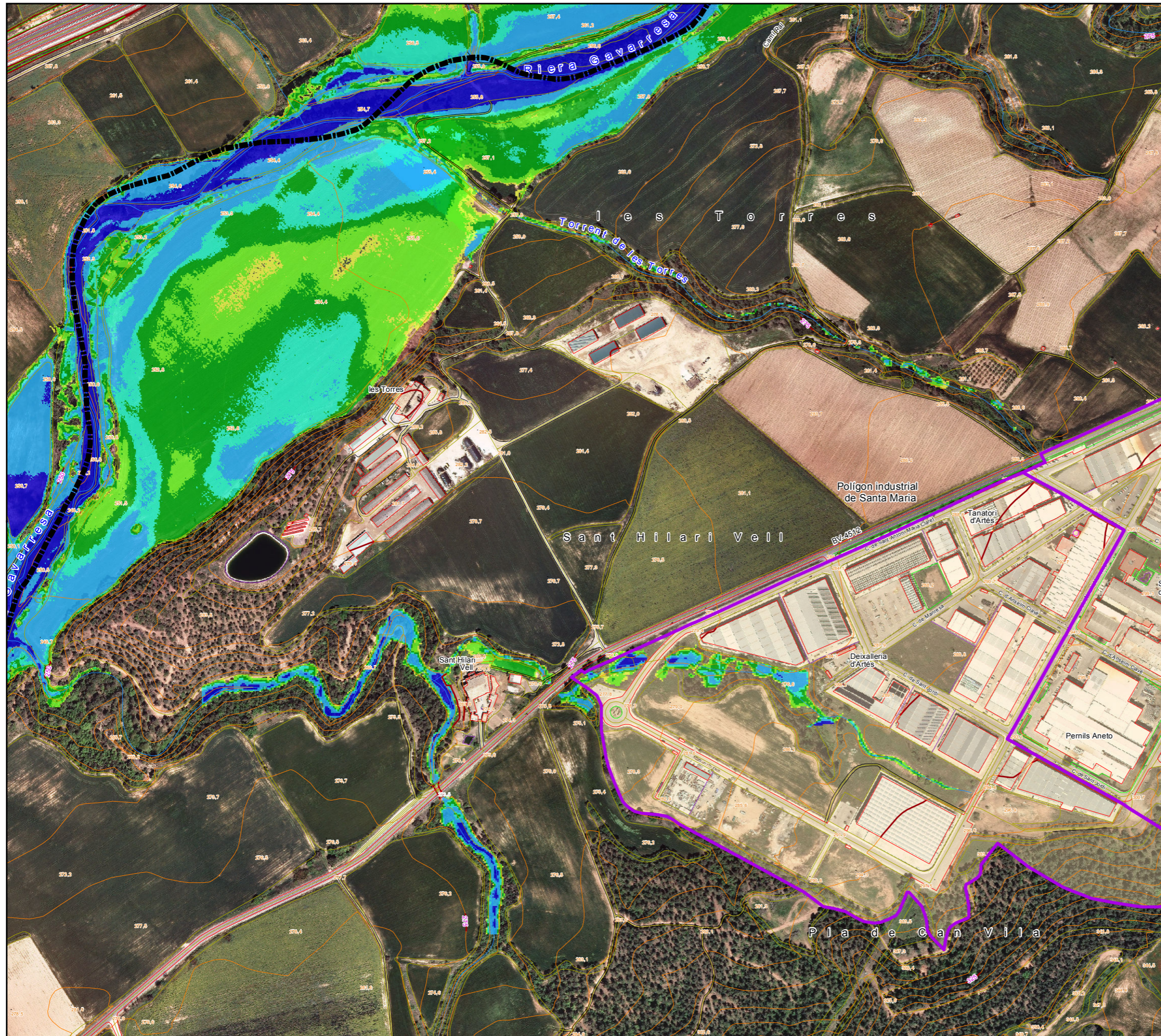
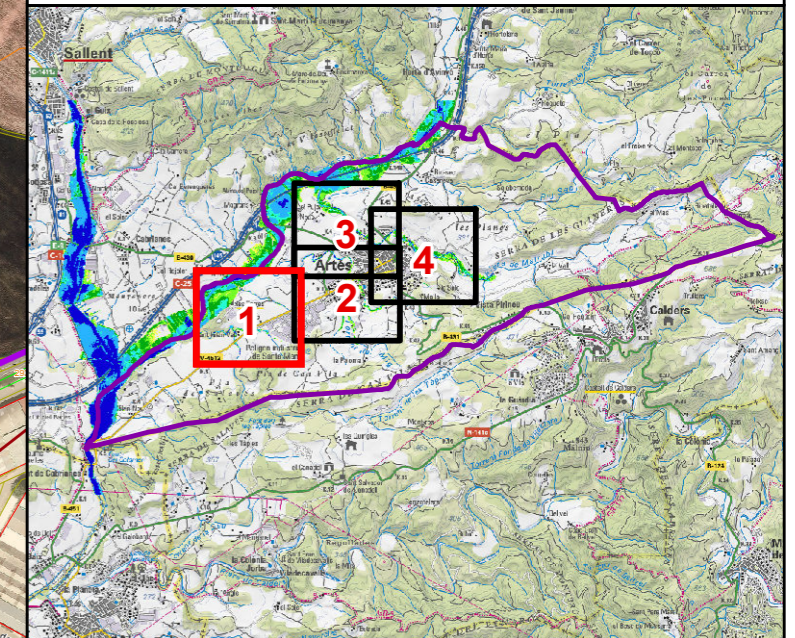
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

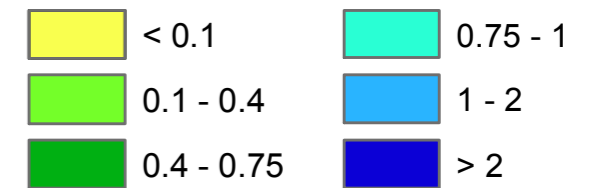
Originals en DIN-A3

Tram:

Riera Gavarresa, torrent de les Tàpies, torrent de Sant Hilari, i torrent de les Torres



Calats Inundació (m) T = 100 anys



Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



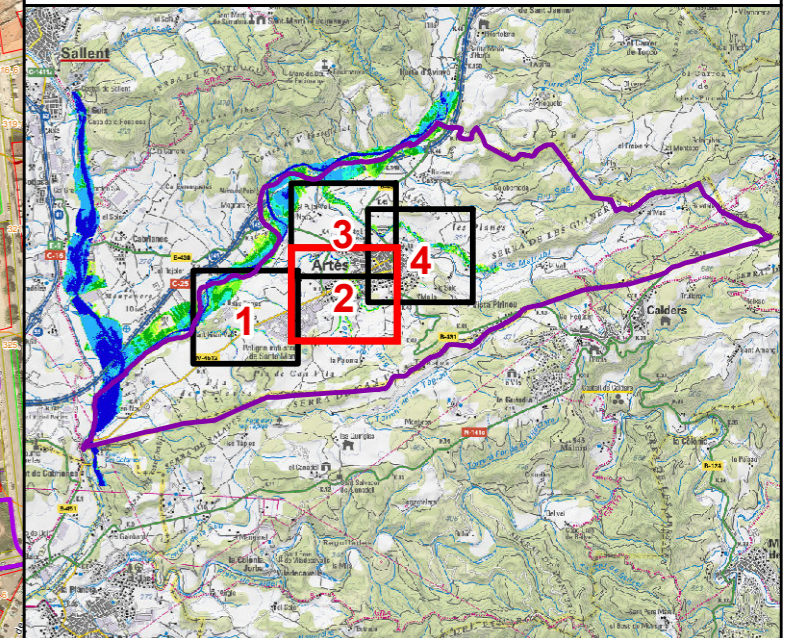
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

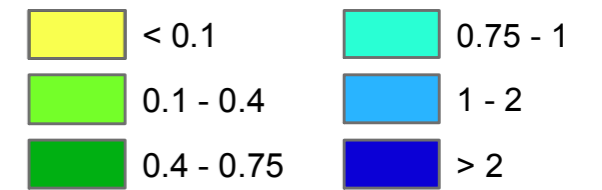
Originals en DIN-A3


Tram:

Torrent del Mig, torrent de Can Vila i torrent de l'Institut



Calats Inundació (m) T = 100 anys



 Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

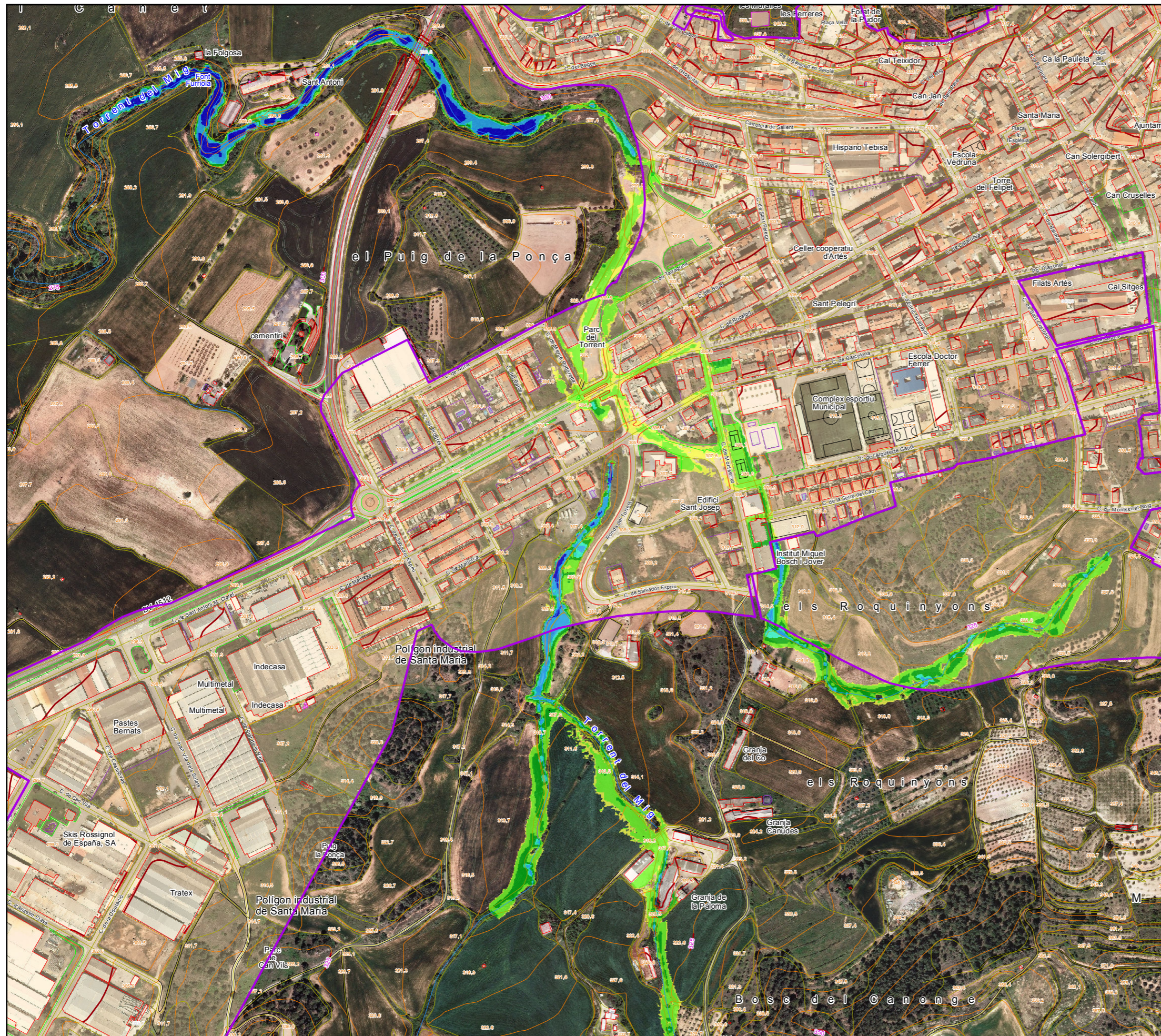
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Escala 1:5000

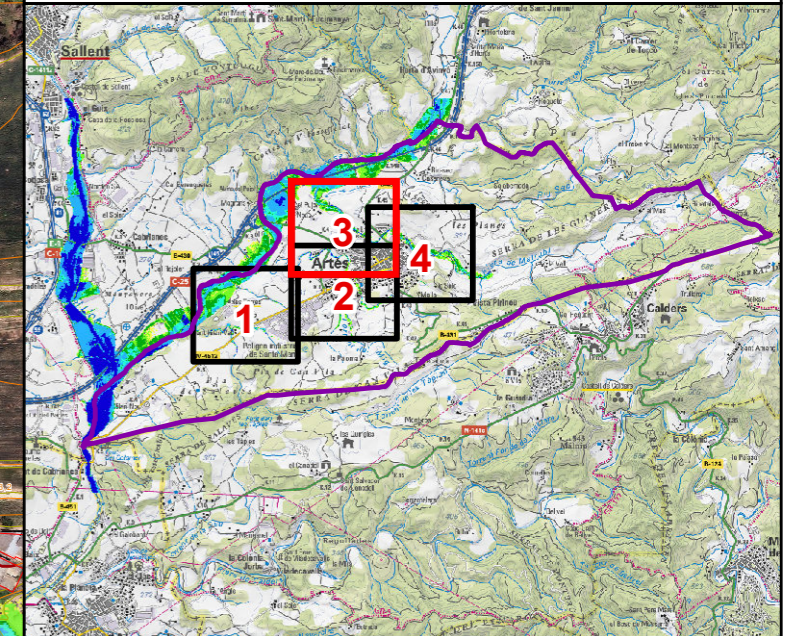
0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3

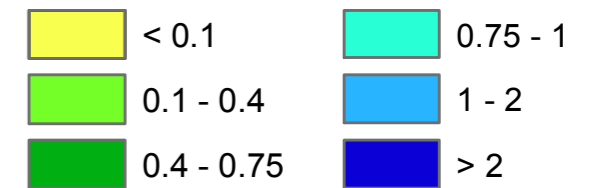


Tram:

Riera de Malrubí i torrent del Mig



Calats Inundació (m) T = 100 anys



Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



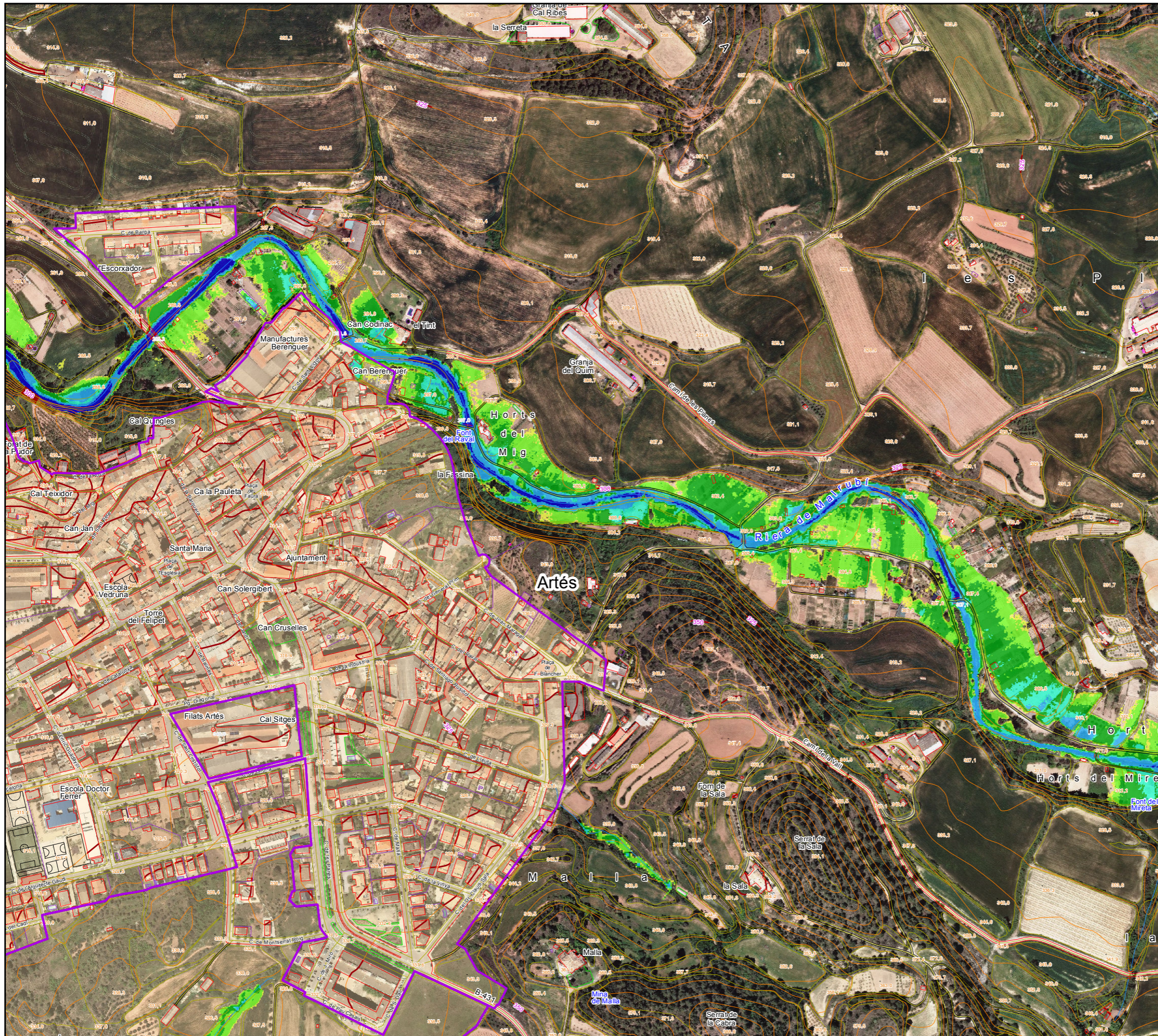
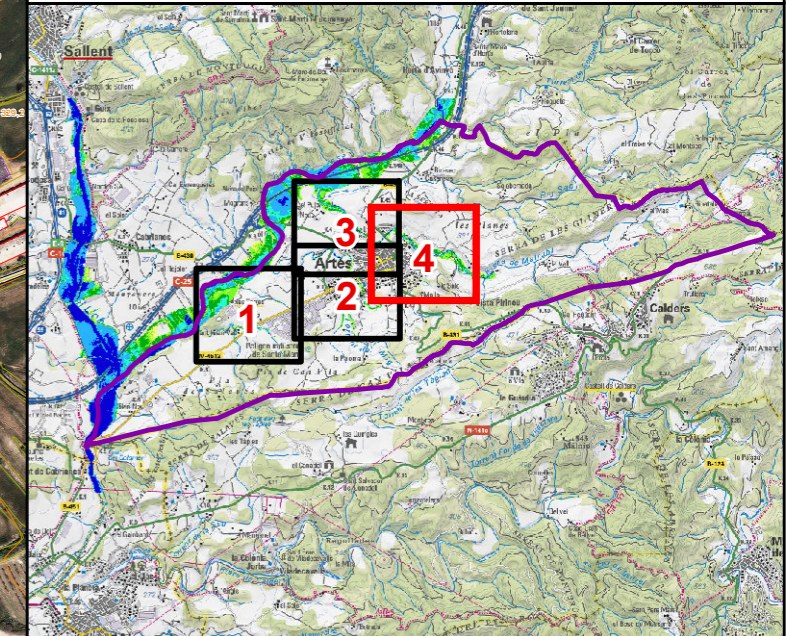
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

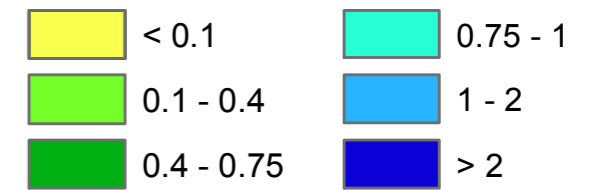
Originals en DIN-A3

Tram:

Riera de Malrubí i torrent de Malla



Calats Inundació (m) T = 100 anys



Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



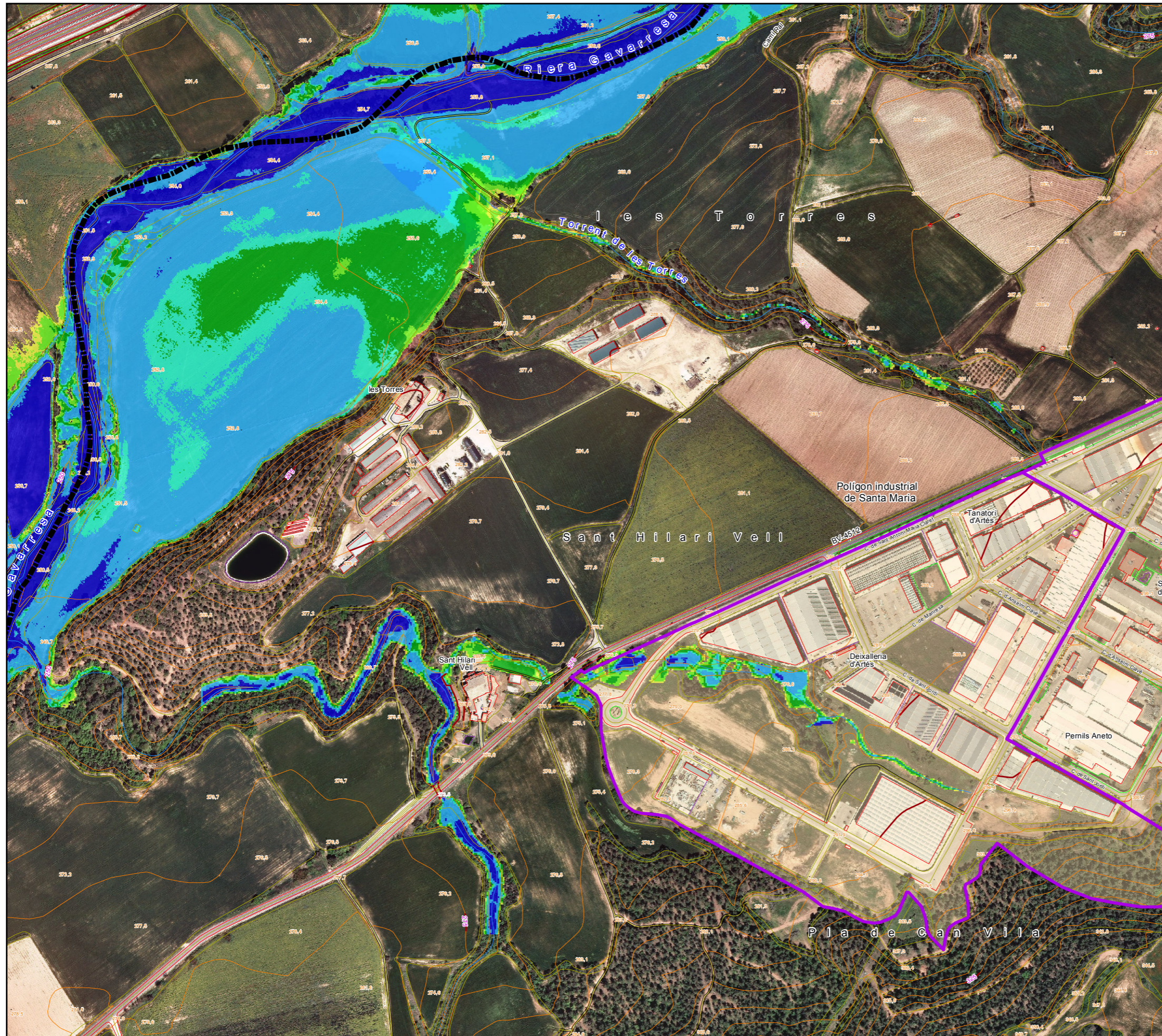
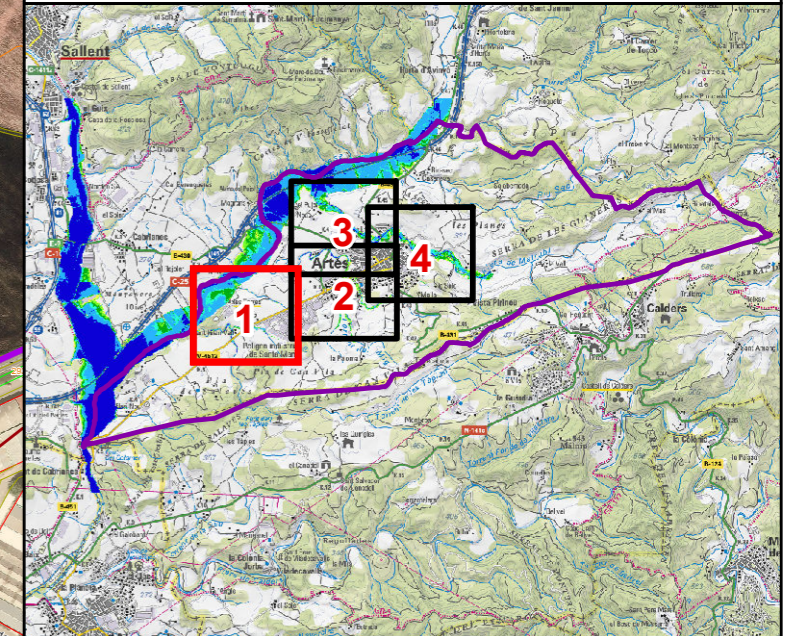
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

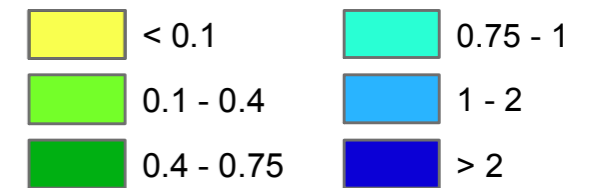
Originals en DIN-A3

Tram:

Riera Gavarresa, torrent de les Tàpies, torrent de Sant Hilari, i torrent de les Torres



Calats Inundació (m) T = 500 anys



Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

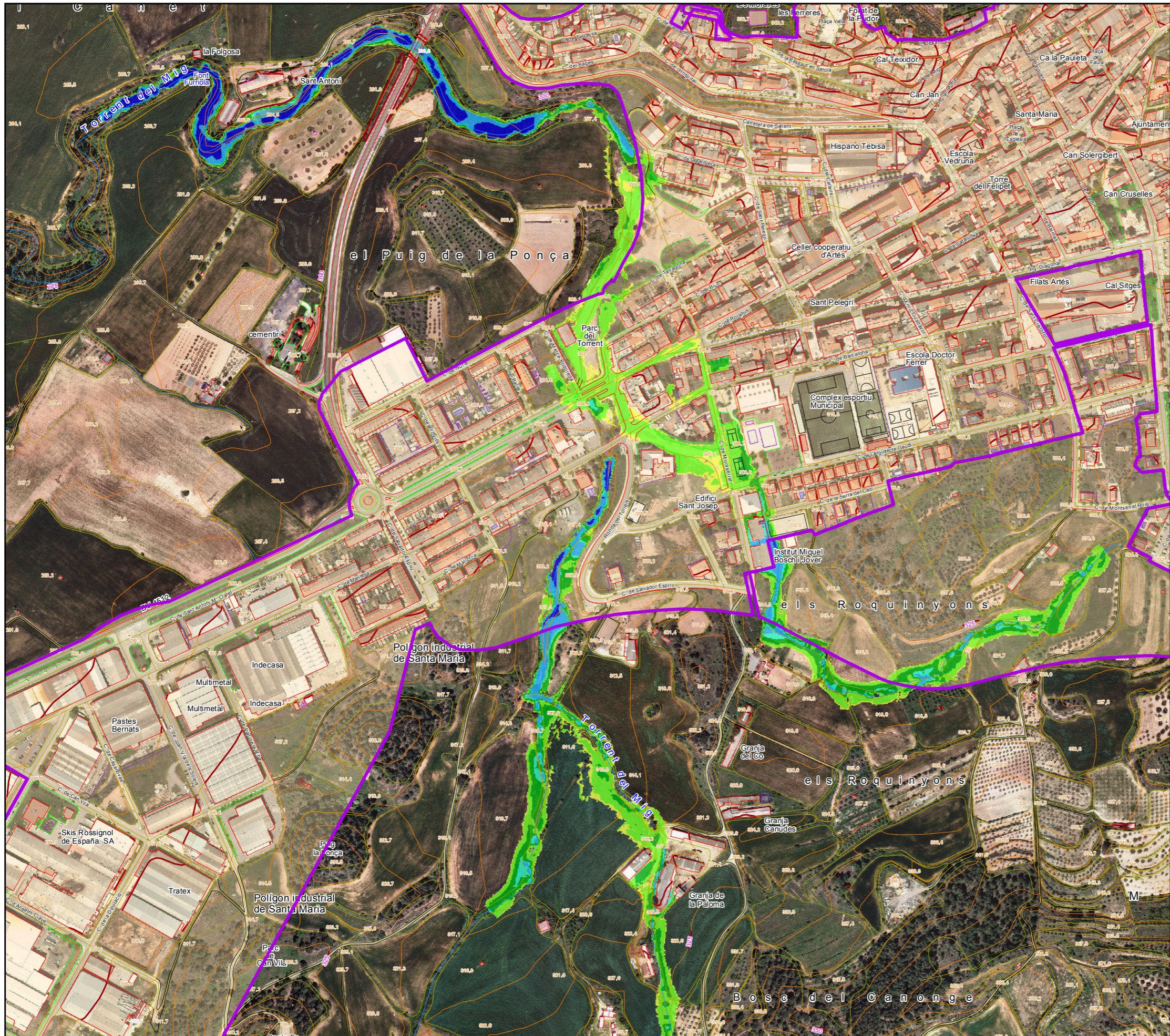
Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

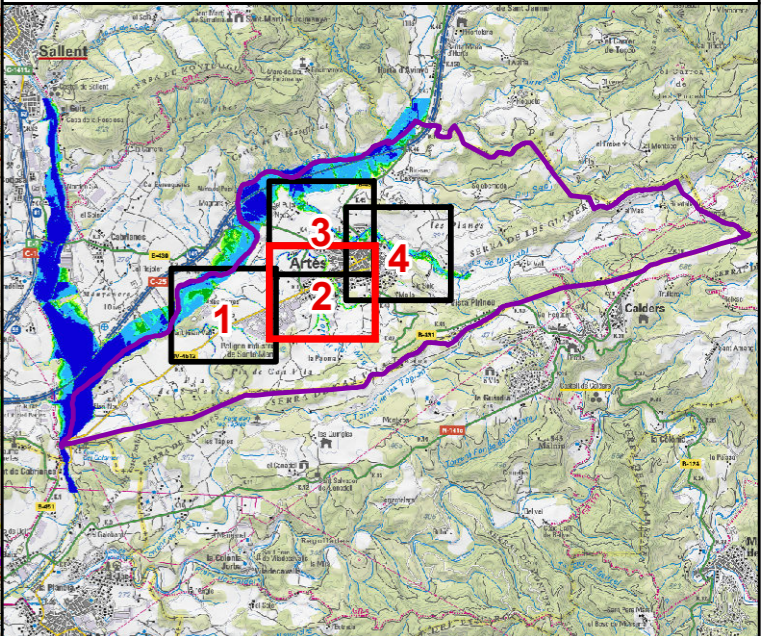
Originals en DIN-A3



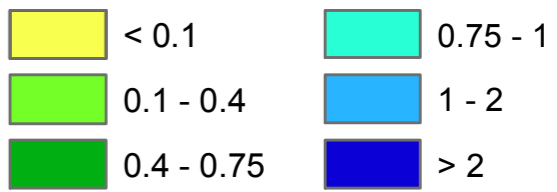
Codi: AI - 0001 / 19

Data: Març 2019

Tram:
Torrent del Mig, torrent de Can Vila i torrent de l'Institut

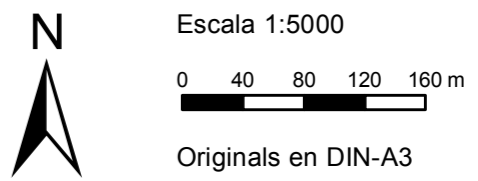


Calats Inundació (m) T = 500 anys



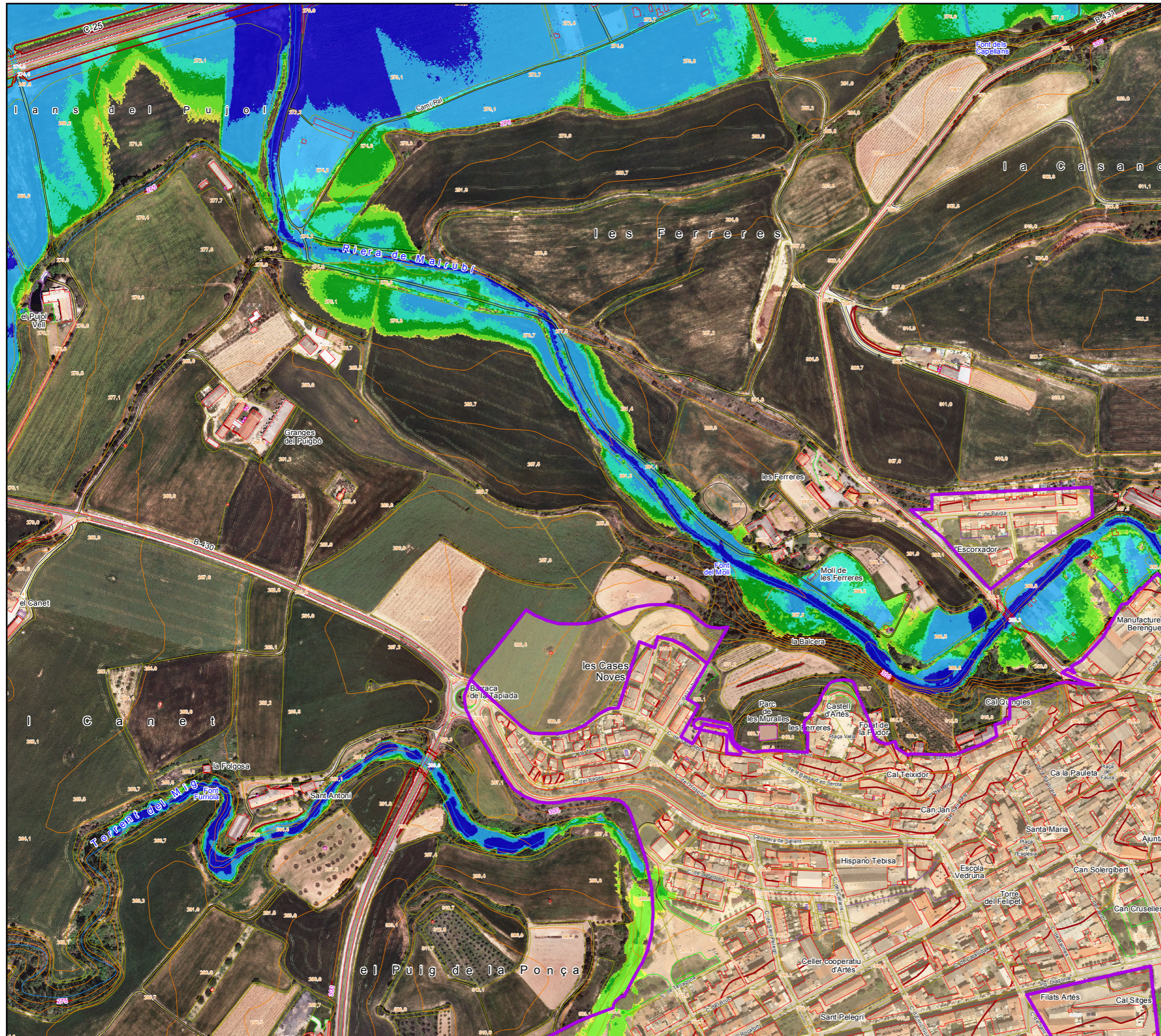
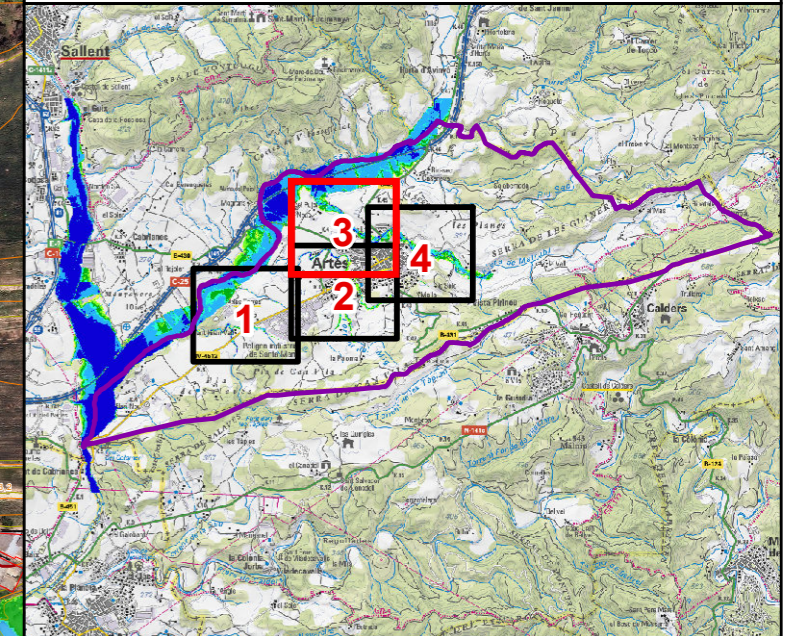
Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).

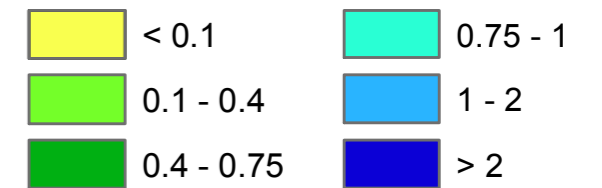


Tram:

Riera de Malrubí i torrent del Mig



Calats Inundació (m) T = 500 anys



Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



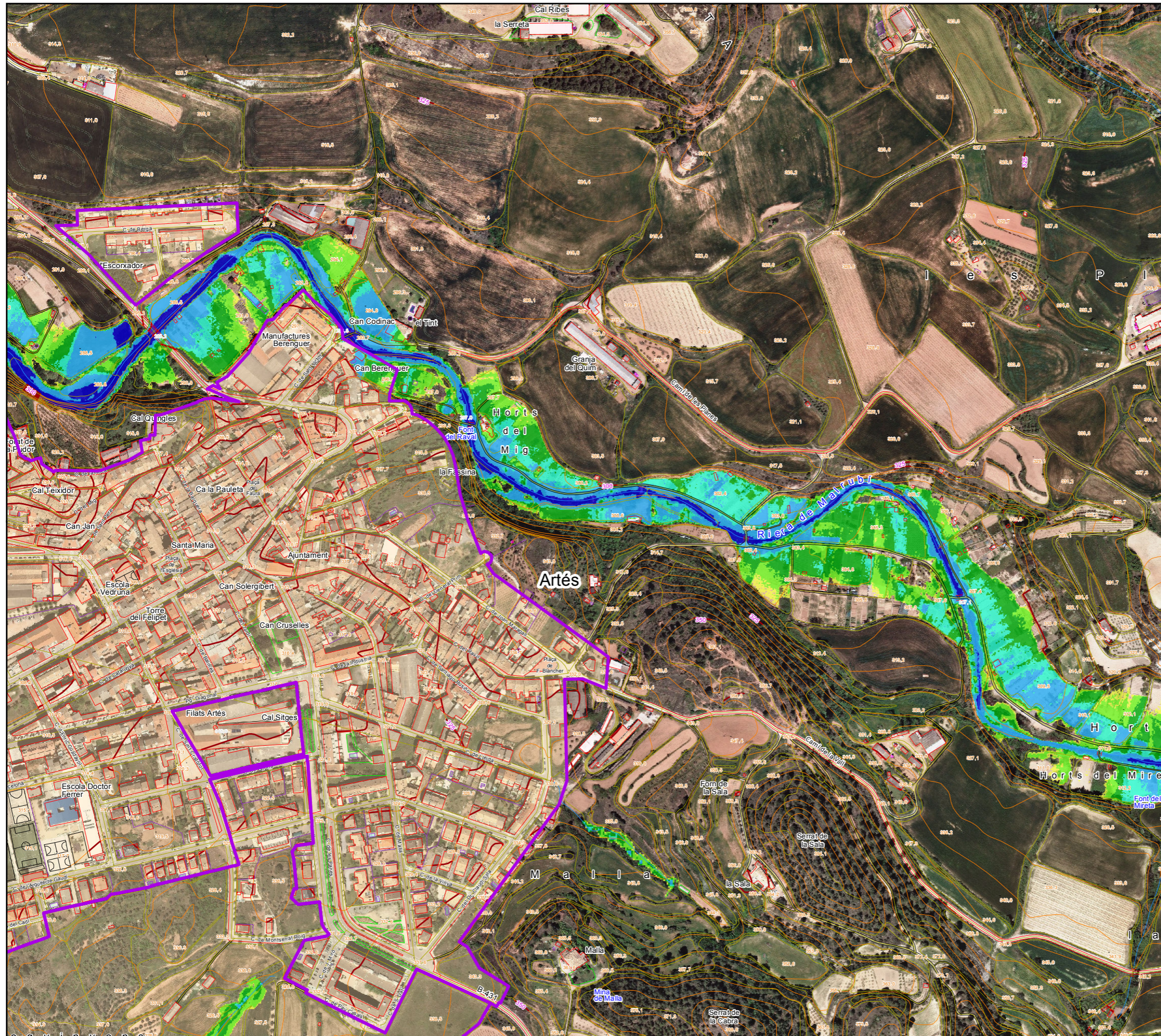
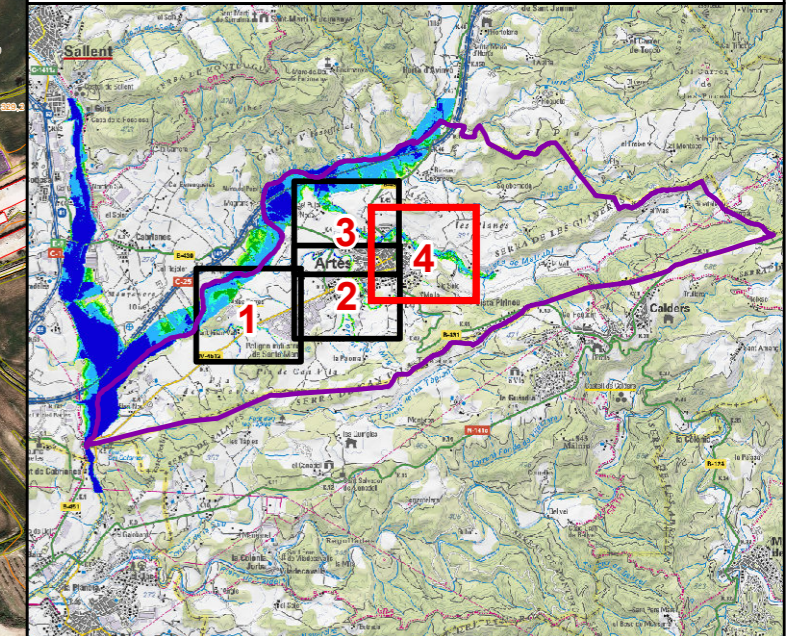
Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

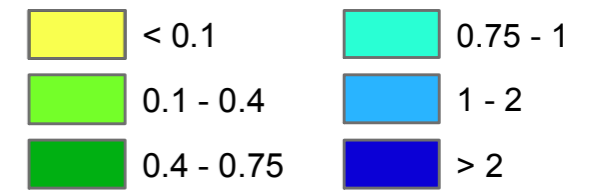
Originals en DIN-A3

Tram:

Riera de Malrubí i torrent de Malla



Calats Inundació (m) T = 500 anys



Límit Zones considerades en el POUM (sòl urbà i urbanitzable)

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant Model Digital del Terreny en format ràster amb pas de malla de 2x2 m (vol Lidar, maig 2016), i precisió DTM de 15-30 cm en altimetria, i 60-100 cm en planimetria. Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre ortofoto de l'ICGC a escala 1:2.500, versió 3.3. Les delimitacions urbanístiques s'extreuen del Mapa Urbanístic de Catalunya (MUC), amb data d'actualització de gener 2018. Els límits inundables de les rieres de Gavarresa i Malrubí s'extreuen del projecte PEFCAT Llobregat Alt i Mig, i Cardener (ACA, 2015).



Escala 1:5000

0 40 80 120 160 m

Originals en DIN-A3

ANNEXES

ANNEX I. METODOLOGIA

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

La Guia Tècnica proposa l'obtenció del cabals d'un curs fluvial mitjançant el mètode de l'Hidrograma Unitari del SCS (Soil Conservation Service, dels EUA), considerant una durada efectiva de la pluja de 24 hores discretitzada en franges de 1hora, i la seva distribució de l'àmbit en multi-conques. En aquest cas s'ha emprat el programari Hec-HMS, en la seva versió 4.0, desenvolupat pels US Army Corps of Engineers (USACE).

Pel càlcul dels hidrogrames de cabal s'ha tingut en compte: 1) pluja de disseny, 2) característiques hidromorfomètriques de la conca, i 3) característiques i usos del sòl de l'àmbit d'estudi.

1) Pluja de disseny: s'obté a partir de les dades disponibles del Ministerio de Fomento (CEDEX).

2) Informació hidro-morfomètrica (àrea de la conca, longitud del fons de vall, cota màxima i mínima, pendent, temps de concentració): s'obté a partir del model d'elevacions del terreny (MDE) de 2x2 m, de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

3) la caracterització del terreny s'ha realitzat en base a la cartografia geològica disponible de l'ICGC, el Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000, el Mapa de sòls de Catalunya 1:250.000 (pendent de publicació) i el Mapa d'usos del sòl de Catalunya 1:5.000, (MCSC) del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals de Catalunya (CREAF) de la UAB de Catalunya. Aquesta caracterització permet determinar el Nombre de Corba (NC), que defineix el grau de permeabilitat i el llinard d'escorrentiu de les conques o subconques en estudi.

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

Per la classificació dels grups hidrològics de sòl, s'aplica la classificació de sòls segons el *United States Department of Agriculture (USDA)* dels EEUU, que es mostra a l'Annex II.

2. Hidràulica

El model hidràulic permet simular el règim de funcionament de la xarxa fluvial. Les característiques geomorfològiques de cada cursi 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 complexos (2D).

Pels torrents de Mitja Vila i la Noguereia es considera que un model 1D en règim permanent es prou acurat per obtenir resultats fiables. El desenvolupament del model es detalla a l'Apartat 2 de la memòria.

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 2 m i precisió en altimetria de 15-30 cm.

En el cas del model 1D, les geometries necessàries per a la modelització hidràulica que defineixen el curs fluvial (eix fluvial del riu, límits del canal principal, línies de flux i seccions transversals) es delimiten en l'entorn SIG, i s'importen al programa Hec-Ras juntament amb els valors de cabals màxims i altres variables del curs com la seva rugositat (n), el coeficient de contracció i/o expansió, i les característiques geomètriques de les estructures hidràuliques presents en la zona de l'estudi. Les condicions de contorn de sortida venen determinades o bé pel tipus de règim (ràpid o lent), la informació a l'entorn del model i/o la distància del límit del model a la zona d'interès.

La geometria dels canals es caracteritza per un conjunt de seccions transversals de la llera principal i la plana d'inundació, aproximadament perpendiculars a la direcció del flux. El nombre de seccions necessàries depèn de consideracions físiques i de càlcul. Aquestes seccions han de ser prou properes per reproduir qualsevol variació significativa en la geometria de la llera, de manera que la hipòtesi de linealitat dels paràmetres entre seccions que estableix l'algoritme de resolució sigui vàlida. D'altra banda, el fet de tractar-se d'un model discret imposa limitacions de modelització – el nivell d'aigua és horitzontal al llarg de tota una secció transversal – que fan redundants les seccions si l'espaiament és molt petit.

La informació dels coeficients de rugositat de Manning, s'obté del MCSC del CREAM 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).

En relació a l'efecte de les estructures hidràuliques transversals (ponts, "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 urbà de les zones urbanitzades, ja que no és objecte de càlcul en un estudi de la inundabilitat, que ve donada per esorrentiu superficial, però que, en tot cas, aquesta ret de drenatge, podria assumir un cert volum del flux per períodes de retorn baixos.

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:

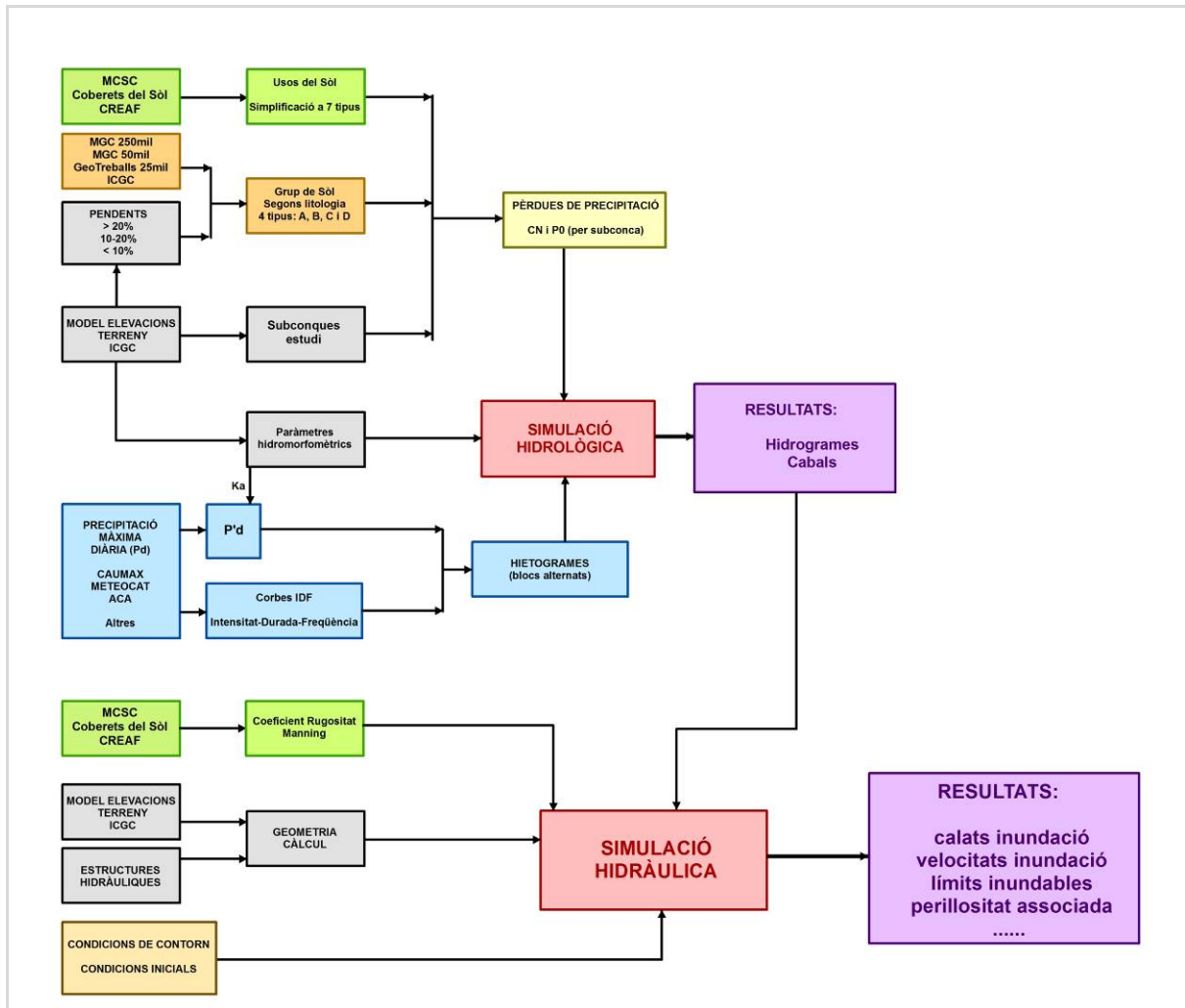
- Perillositat lleu → $Y < 0.4 \text{ m}$ i $V < 0.4 \text{ m/s}$ ó $Y \times V < 0.08 \text{ m}^2/\text{s}$
- Perillositat moderada → $Y \geq 0.4 \text{ m}$ i $V \geq 0.4 \text{ m/s}$ ó $Y \times V \geq 0.08 \text{ m}^2/\text{s}$
- Perillositat greu → $Y \geq 1 \text{ m}$ i $V \geq 1 \text{ m/s}$ ó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

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 d'esri o cad). La informació de calats d'inundació, per als models unidimensionals, es pot consultar als gràfics de les seccions transversals i a les taules de dades associades, així com als plànols de calats d'inundació per a cada període de retorn.

4. Diagrama resum del flux de treball

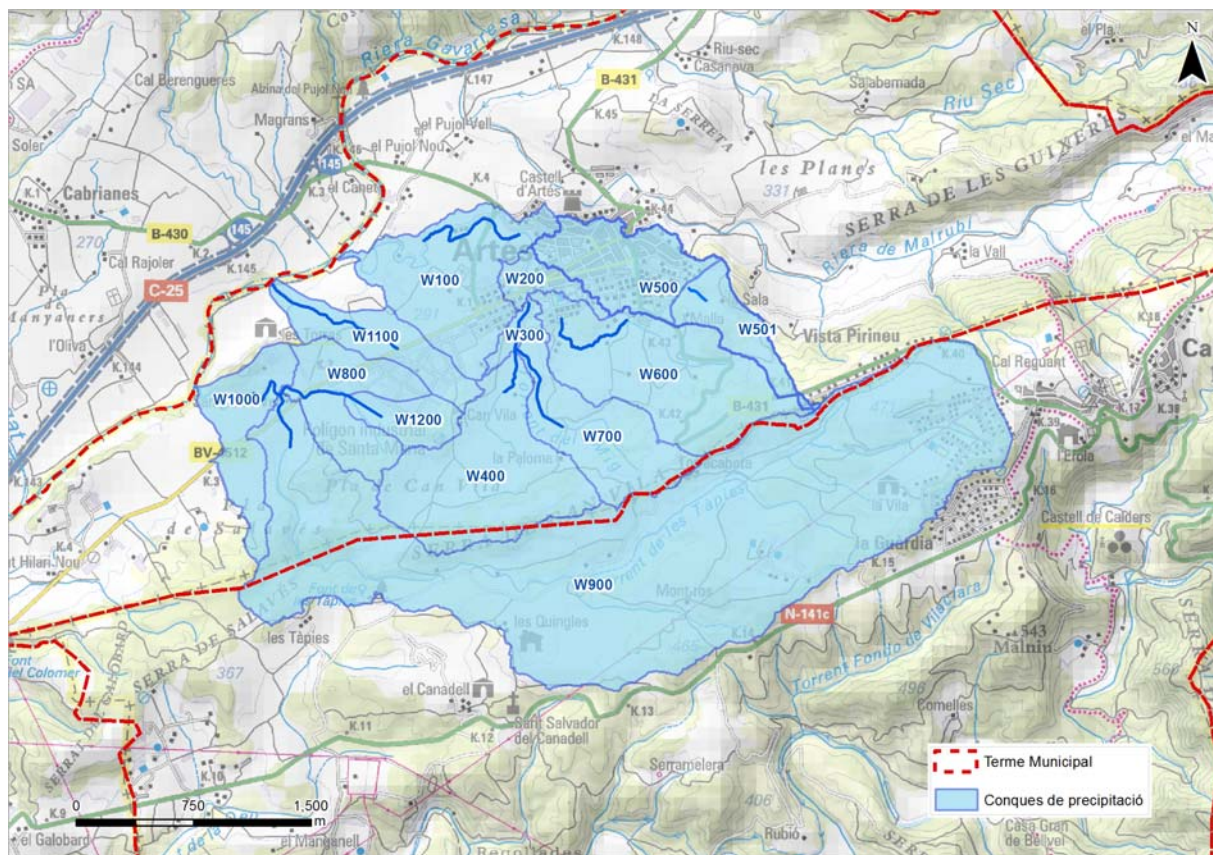
Es presenta una figura que resumeix la metodologia de treball.



ANNEX II. HIDROLOGIA

- 1. Delimitació de les conques pel càlcul de la pluja de projecte**
- 2. Taules de dades de precipitació i intensitats**
- 3. Càlcul del temps de concentració**
- 4. Taules de paràmetres hidromorfomètrics**
- 5. Hietogrames de precipitació**
- 6. Valors de nombre de corba (NC)**
- 7. Classificació USDA, dels grups de sòls**
- 8. Taules de distribució de superfícies. Usos del sòl – Grup de sòl**
- 9. Nombre de Corba**

1. Delimitació de les conques pel càlcul de la pluja de projecte



2. Taules de dades de precipitació i intensitats

En la següent taula es mostra les dades de precipitació i intensitats adoptades, que corresponen a les dades que l'ACA proporciona a través de la seva pàgina web, corregides segons el factor de correcció adimensional per cada conca. En negreta es mostra els valors aplicats en el model hidrològic.

- Càlcul de la precipitació adoptada

Els valors de precipitació obtinguts en els punts concrets de les estacions meteorològiques (Pd) es corregeixen amb un factor de correcció adimensional, K_A , l'aplicació del qual està motivada perquè, sobre una zona extensa, la precipitació mitjana és menor quan més superfície té la zona (S = superfície de la conca, expressada en km^2). En la següent taula es mostra les dades de precipitació adoptades. Coneguda la $P'd$ es calcula la intensitat de pluja mitjançant les corbes IDF, proposades per Témez, per una durada de pluja de 24 hores.

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

- Càlcul d'intensitats:

La intensitat de pluja corresponen a una durada de l'episodi de pluja de D=24 hores, i discretització del hietograma de 1hora. S'utilitzen les corbes intensitat – durada – freqüència, 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 D= 24 hores corresponent al període de retorn considerat, expressada en mm/h.
- I_1 / I_d Quocient característic de la zona d'estudi, a Catalunya es pot considerar un valor mitjà de 11, d'acord amb MOPU (1990).
- I_d Intensitat mitjana diària per al període de retorn considerat, que és el volum de precipitació recollit en un dia natural, dividit per 24 (hores). S'expressa en mm/h.
- D Durada efectiva de la pluja igual a 24 hores.

	Període de retorn	Pd ACA	Pd' (=Pd x KA) ACA	Pd' adoptada	ID (Sintètica) (Tc=24 h)
W100	TMCO	57	57	57	2.70
	T100	142	142	142	6.73
	T500	186	186	186	8.82
W200	TMCO	57	57	57	2.70
	T100	142	142	142	6.73
	T500	187	187	187	8.87
W300	TMCO	57	57	57	2.70
	T100	142	142	142	6.73
	T500	187	187	187	8.87
W400	TMCO	57	57	57	2.70
	T100	143	143	143	6.78
	T500	186	186	186	8.82
W500	TMCO	57	57	57	2.70
	T100	143	143	143	6.78
	T500	188	188	188	8.92
W501	TMCO	57	57	57	2.70
	T100	143	143	143	6.78
	T500	188	188	188	8.92

	Període de retorn	Pd ACA	Pd' (=Pd x KA) ACA	Pd' adoptada	ID (Sintètica) (Tc=24 h)
W600	TMCO	57	57	57	2.70
	T100	143	143	143	6.78
	T500	188	188	188	8.92
W700	TMCO	57	57	57	2.70
	T100	143	143	143	6.78
	T500	187	187	187	8.87
W800	TMCO	56	56	56	2.66
	T100	142	142	142	6.73
	T500	186	186	186	8.82
W900	TMCO	56	53	53	2.54
	T100	141	135	135	6.39
	T500	184	176	176	8.33
W1000	TMCO	56	56	56	2.66
	T100	141	141	141	6.69
	T500	184	184	184	8.73
W1100	TMCO	56	56	56	2.66
	T100	142	142	142	6.73
	T500	186	186	186	8.82
W1200	TMCO	56	56	56	2.66
	T100	142	142	142	6.73
	T500	186	186	186	8.82

3. Càlcul del temps de concentració

El temps de concentració T_c , que es calcula mitjançant la fórmula de J.R. Témez, és el temps que transcorre entre la finalització de l'episodi de precipitació i la sortida de la darrera gota d'escorrentiu superficial (expressat en hores).

Pel càlcul del Temps de concentració, T_c , en la Guia Tècnica es proposa diferents formulacions segons l'àrea a analitzar sigui de tipologia rural (amb menys de 4% de grau d'urbanització), urbanitzada (grau de urbanització major del 4% però amb urbanitzacions independents que tinguin un clavegueram de pluvials no unificat o complet), o urbana (grau de urbanització major del 4% amb clavegueram complet i curs principal canalitzat, impermeable i de petita rugositat).

En l'àmbit d'estudi, la conca aportant als torrents de Mitja Vila i la Noguereta, en els tram estudiats a cel obert, es considera de caràcter rústic, ja que la principal conca aportant en termes de precipitació és la conca aigües amunt del torrent de Mitja Vila, la qual és de tipologia rural.

Per tipologia rural:

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

Per tipologia urbanitzable:

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

Per tipologia urbana:

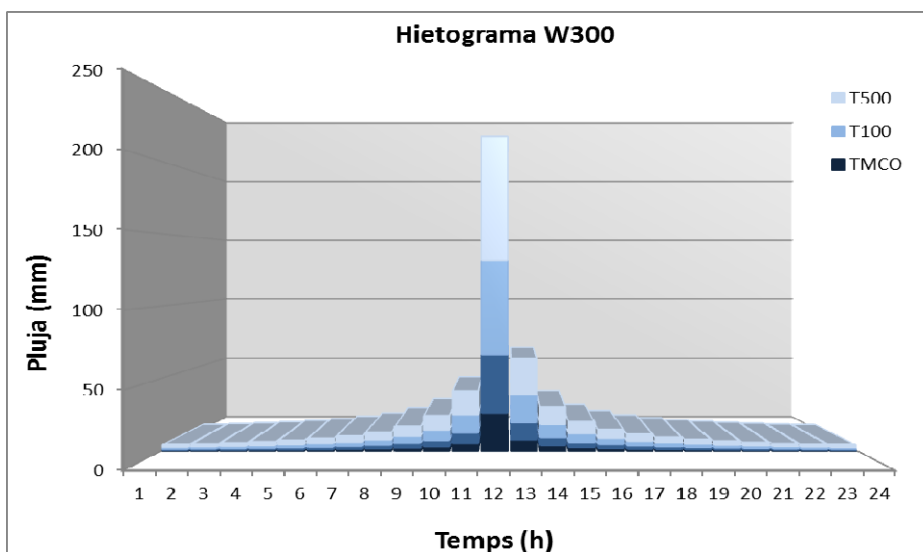
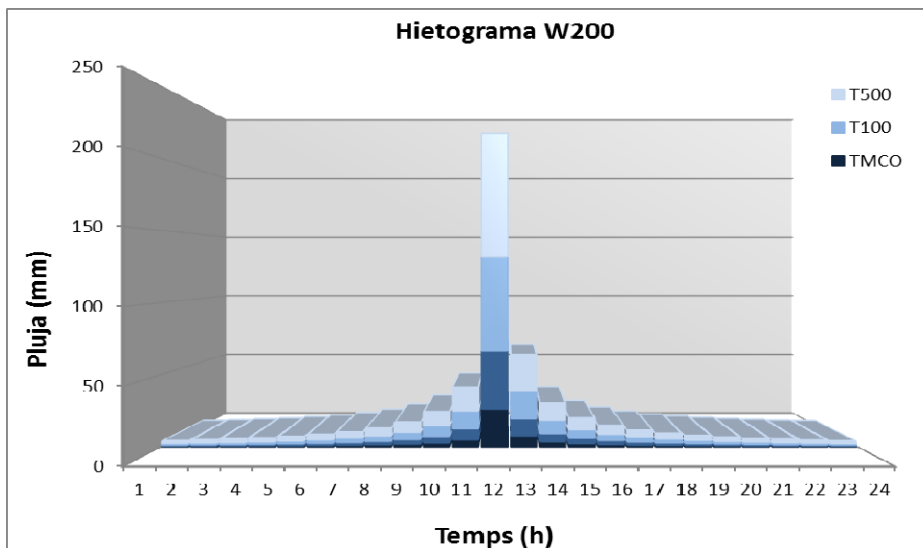
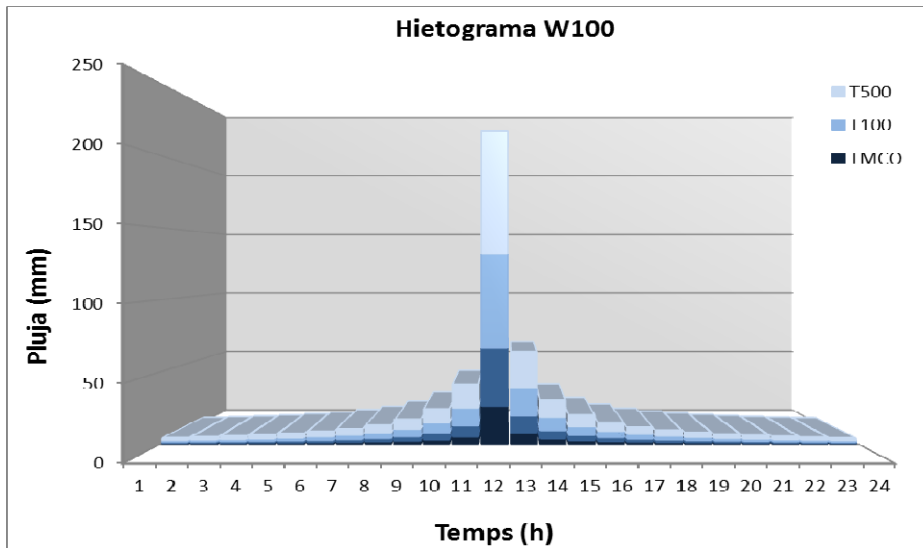
$$T_c = \frac{1}{1 + 3\sqrt{\mu(2-\mu)}} \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{L}{j^{0,25}} \right)^{0,76}$$

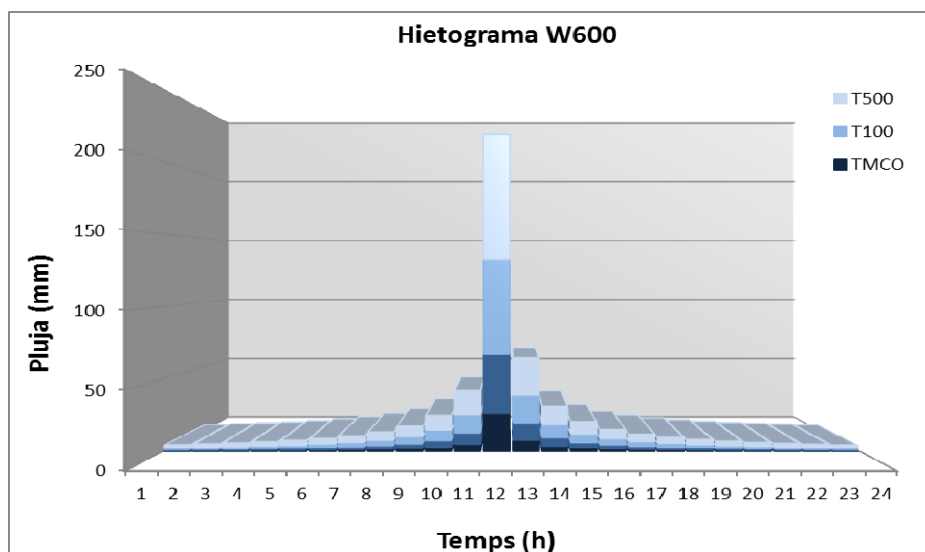
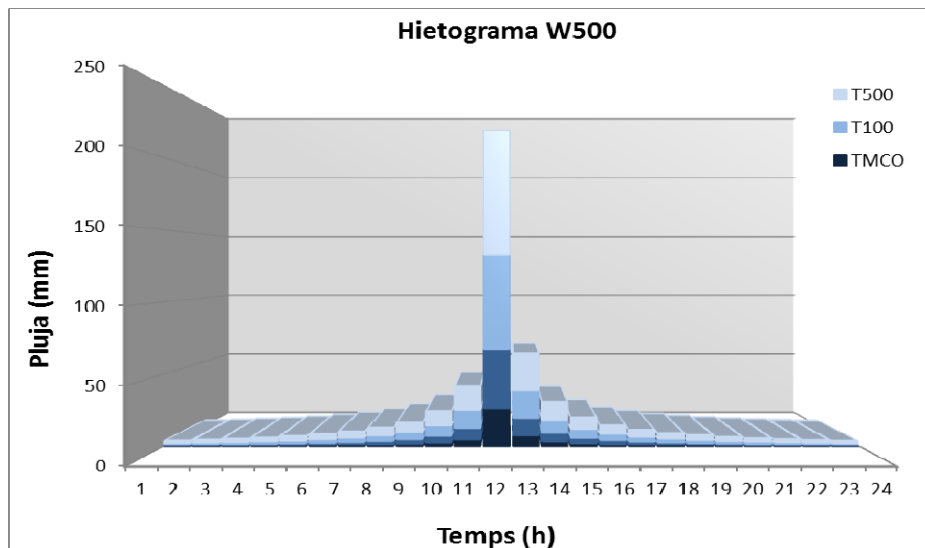
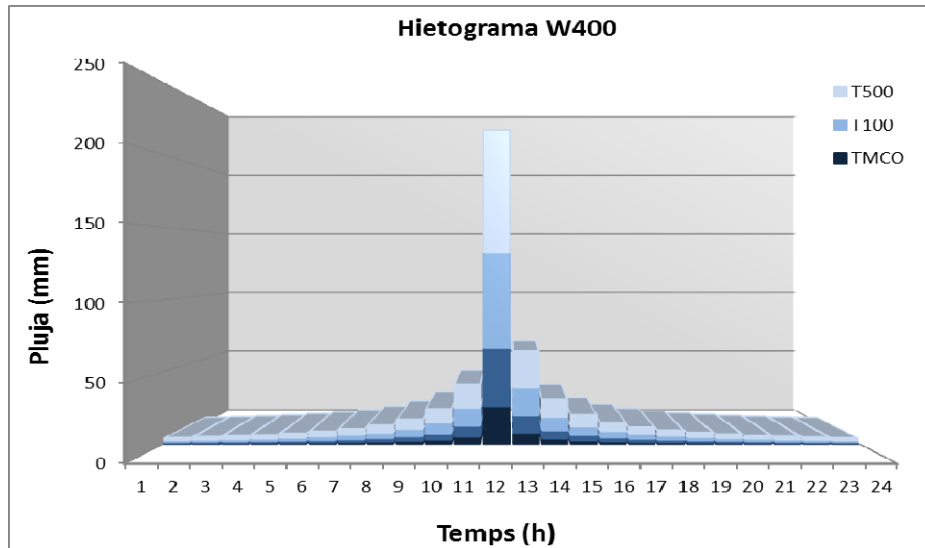
4. Taula de paràmetres hidromorfomètrics

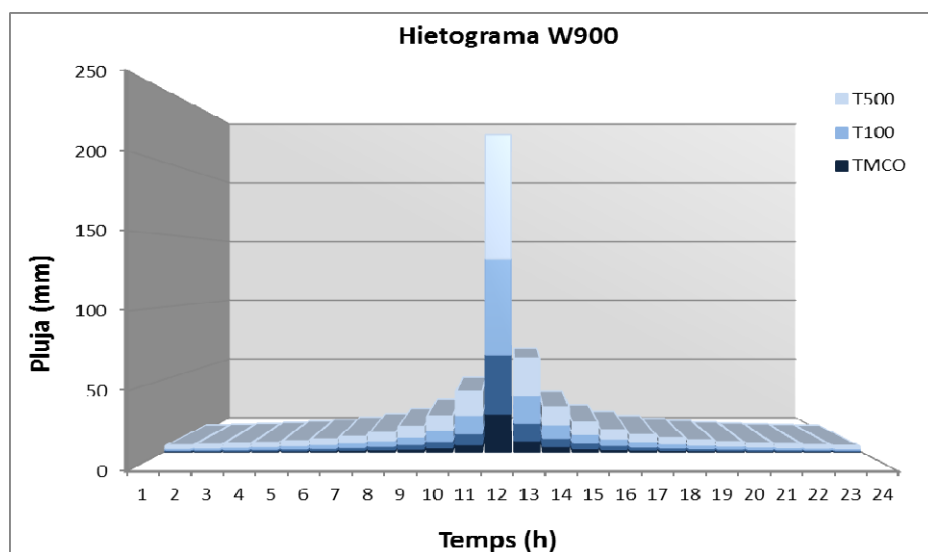
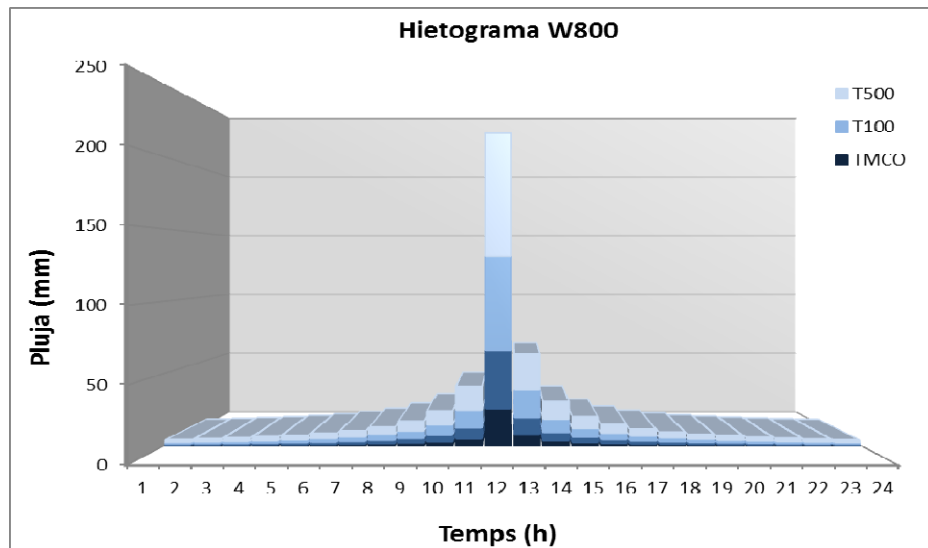
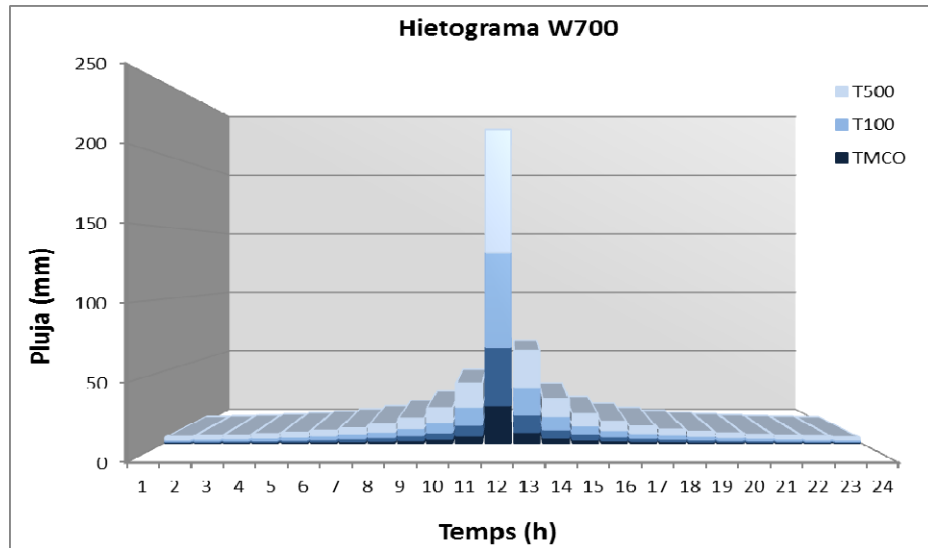
En la següent taula es mostra les diferents subconques que s'han delimitat pel càlcul de precipitacions i cabals, amb els seus valors dels paràmetres hidromorfomètrics. El temps de concentració es calcula segons el grau d'urbanització de cada subconca, tal i com s'indica en el Punt 3 d'aquests Annexes.

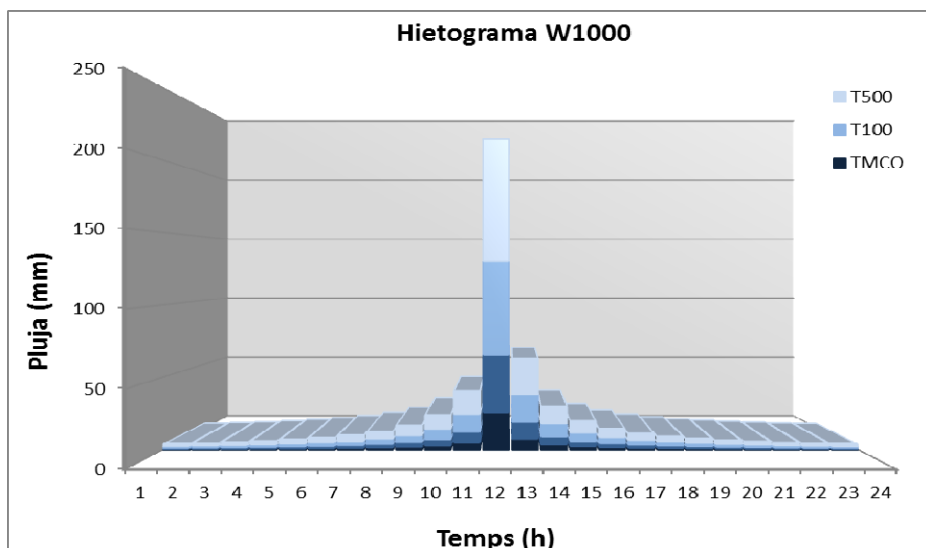
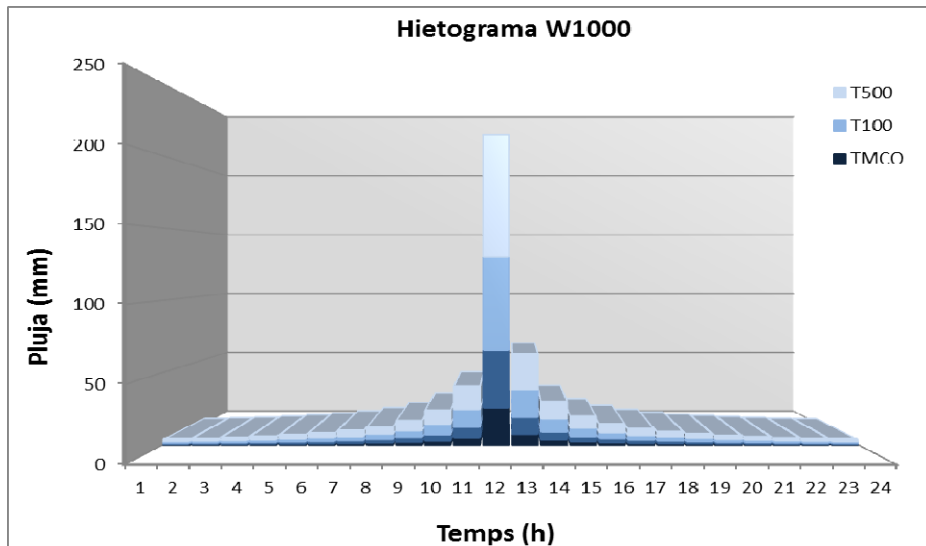
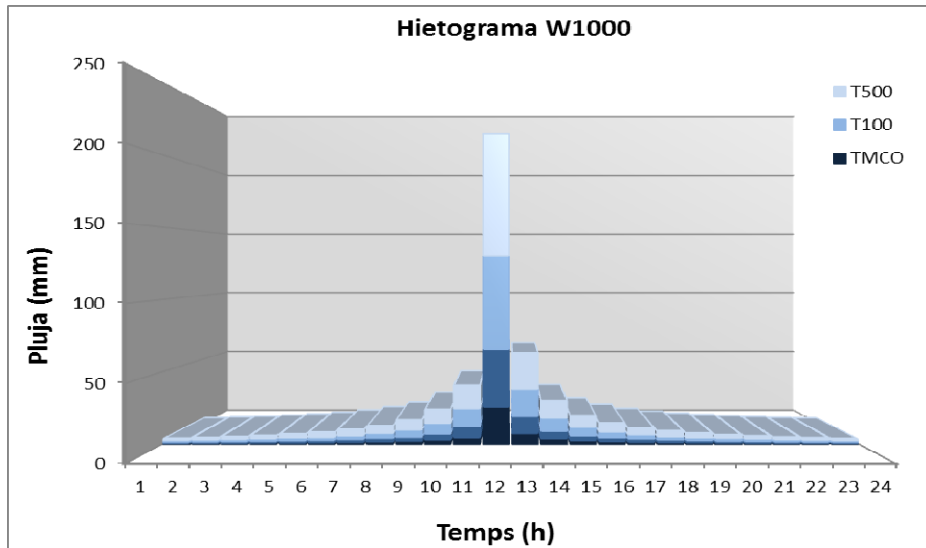
Sub - Conques	Àrea S (km2)	Cota Màx. (m)	Cota Menor (m)	Longitud (L)	Pendent J (m/m)	Temps de concentració Tc (hh:mm)	% urbanitzat	Tlag (min)
W100	0.743	333.89	257.05	2,859.78	0.027	0.93	9.7	17.2
W200	0.124	337.34	295.40	1,127.11	0.037	0.33	47.6	6.2
W300	0.072	324.74	303.54	711.54	0.030	0.45		8.4
W400	0.926	383.68	306.64	1,938.80	0.040	0.92		17.0
W500	0.446	331.00	297.50	1,450.00	0.023	0.41	94.2	7.6
W501	0.247	468.73	331.00	1,400.00	0.098	0.60		11.2
W600	0.926	468.35	303.54	2,963.00	0.056	1.19		22.1
W700	0.520	442.06	306.64	1,979.28	0.068	0.84		15.6
W800	0.435	362.50	262.76	1,200.00	0.083	0.55	23.7	6.2
W900	4.745	561.40	262.76	7,000.00	0.043	2.40		44.6
W1000	0.384	351.00	248.00	1,250.00	0.082	0.57		10.6
W1100	0.343	337.80	255.00	1,550.00	0.053	0.73	35.0	7.7
W1200	0.179	354.00	278.00	1,100.00	0.069	0.54	27.9	5.9

5. Hietogrames de precipitació









6. Valors de nombre de corba (NC)

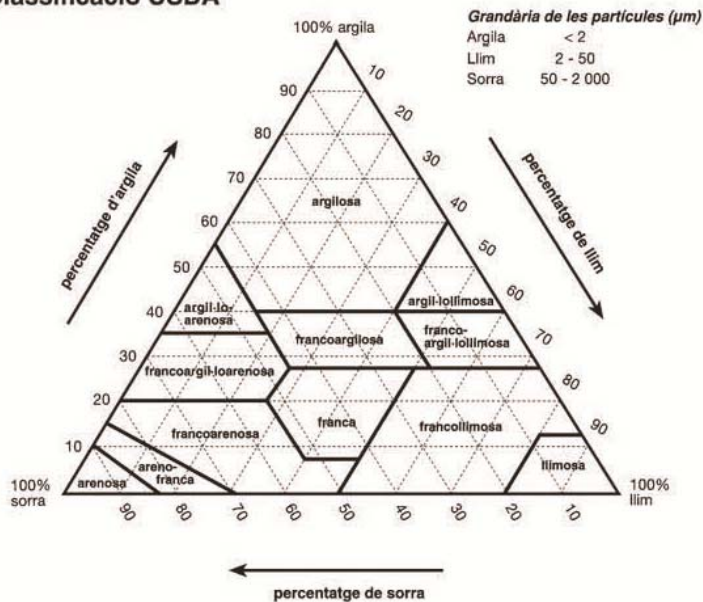
En la següent taula es mostra els valors de nombre de corba, segons el mètode del SCS, valors que s'estableixen en condicions d'humitat de tipus II.

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

7. Classificació USDA, dels grups de sòls

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

Classificació USDA



- Grup A: sòls amb potencial baix d'escorrentiu en condicions d'humitat alta. Presenten percentatges d'argila inferiors al 10% i 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.

8. Taules de distribució de superfícies. Usos del sòl – Grup de sòl

Artés - Distribució en hectàrees de superfície

Ús sòl	Grup sòl	Conca												
		W100	W200	W300	W400	W500	W501	W600	W700	W800	W900	W1000	W1100	W1200
Bosc dens	A	5.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.39	6.22	2.33	0.00
	B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C	2.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	0.15	1.09	0.00
	D	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.09	0.19	0.00
Bosc clar	A	24.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.65	1.08	6.92	16.70	0.00
	B	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.59	0.24	0.92	1.18	0.00
	D	0.00	0.00	0.00	25.66	0.00	5.59	19.96	9.06	0.00	179.96	1.47	0.00	0.00
Matollar	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	40.54	0.86	0.00	0.00
	B	0.00	0.00	0.00	0.64	0.28	1.27	9.27	9.39	0.00	20.63	0.00	0.00	0.00
	C	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.04	0.27	0.00	0.00	14.76	0.00	0.00	0.00
	D	0.00	0.00	0.00	15.57	0.37	5.85	28.85	15.34	0.00	149.70	0.11	0.00	0.00
Praderia	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.10	0.00	0.00	1.06	0.00	0.00	0.00
	B	0.00	0.00	0.00	0.30	0.41	0.82	2.59	0.21	0.00	21.89	0.05	0.00	0.00
	C	2.49	0.00	0.54	2.87	0.08	3.33	2.34	1.54	11.56	18.58	3.05	1.07	6.77
	D	0.00	0.09	0.00	0.40	0.44	0.01	0.38	0.00	0.00	0.52	0.27	0.00	0.00
Conreu	A	3.42	0.58	1.47	2.44	1.44	1.78	5.17	2.72	0.51	5.68	0.17	0.95	1.32
	B	1.50	0.66	1.10	0.15	0.30	0.00	0.67	0.00	3.48	0.76	0.27	0.77	0.59
	C	15.55	2.53	2.67	43.71	3.32	5.59	16.21	12.64	5.07	18.21	15.93	2.77	0.43
	D	1.40	0.32	0.00	0.00	2.10	0.00	0.30	0.00	0.06	0.00	0.00	0.29	0.00
Poc vegetat	A	14.72	8.16	1.43	0.79	35.87	0.29	6.26	1.06	11.56	0.53	1.91	6.99	8.79
	B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poc permeable	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Artés - Distribució percentual de superfície

Ús sòl	Grup sòl	Conca												
		W100	W200	W300	W400	W500	W501	W600	W700	W800	W900	W1000	W1100	W1200
Bosc dens	A	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.1	16.2	6.8	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.4	3.2	0.0	0.0
	D	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0
Bosc clar	A	33.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	0.2	18.0	48.7	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	2.4	3.4	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	27.7	0.0	21.6	17.4	0.0	37.9	3.8	0.0	0.0	0.0
Matollar	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	8.5	2.2	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.7	0.6	10.0	18.1	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	16.8	0.8	31.2	29.5	0.0	31.5	0.3	0.0	0.0	0.0
Praderia	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	2.8	0.4	0.0	4.6	0.1	0.0	0.0	0.0
	C	3.4	0.0	7.5	3.1	0.2	2.5	3.0	26.6	3.9	7.9	3.1	37.8	0.0
	D	0.0	0.8	0.0	0.4	1.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0
Conreu	A	4.6	4.7	20.5	2.6	3.2	5.6	5.2	1.2	1.2	0.4	2.8	7.4	0.0
	B	2.0	5.4	15.2	0.2	0.7	0.7	0.0	8.0	0.2	0.7	2.3	3.3	0.0
	C	20.9	20.5	37.0	47.2	7.4	17.5	24.3	11.7	3.8	41.5	8.1	2.4	0.0
	D	1.9	2.6	0.0	0.0	4.7	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
Poc vegetat	A	19.8	66.1	19.8	0.9	80.4	6.8	2.0	26.6	0.1	5.0	20.4	49.1	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Poc permeable	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

9. Nombre de Corba (NC)

Subconca	Estimació moderada		Estimació conservadora		Estimació mitja	
	CN	Po	CN	Po	CN	Po
W100	67	25.0	75	16.8	71	20.9
W200	86	8.2	92	4.6	89	6.4
W300	76	15.5	83	10.3	80	12.9
W400	66	26.2	74	18.0	70	22.1
W500	88	6.8	93	3.5	91	5.1
W501	63	28.8	72	19.8	68	24.3
W600	65	26.4	74	18.0	70	22.2
W700	65	27.1	73	18.5	69	22.8
W800	70	21.2	77	14.5	74	17.9
W900	57	37.0	66	25.8	62	31.4
W1000	62	30.1	70	21.1	66	25.6
W1100	64	28.6	73	18.9	68	23.7
W1200	75	17.1	81	11.8	78	14.4

Annex III. Taules de n composta per lleres.

Extrètes de “Guide for Selecting Manning’s Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains” del Servei Geològic dels Estats Units (USGS).

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

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

Bed Material	Median Size of bed material (in millimeters)	Base <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

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

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	<i>n</i> Value Adjustment ¹	Example
Degree of Irregularity (<i>n</i>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 (<i>n</i>₂)		
Channel Conditions	<i>n</i> 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 (<i>n</i>₃)		
Channel Conditions	<i>n</i> 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 (<i>n</i>₄)		
Channel Conditions	<i>n</i> 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}

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

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

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

ANNEX IV. PERFILS LONGITUDINALS HECRAS

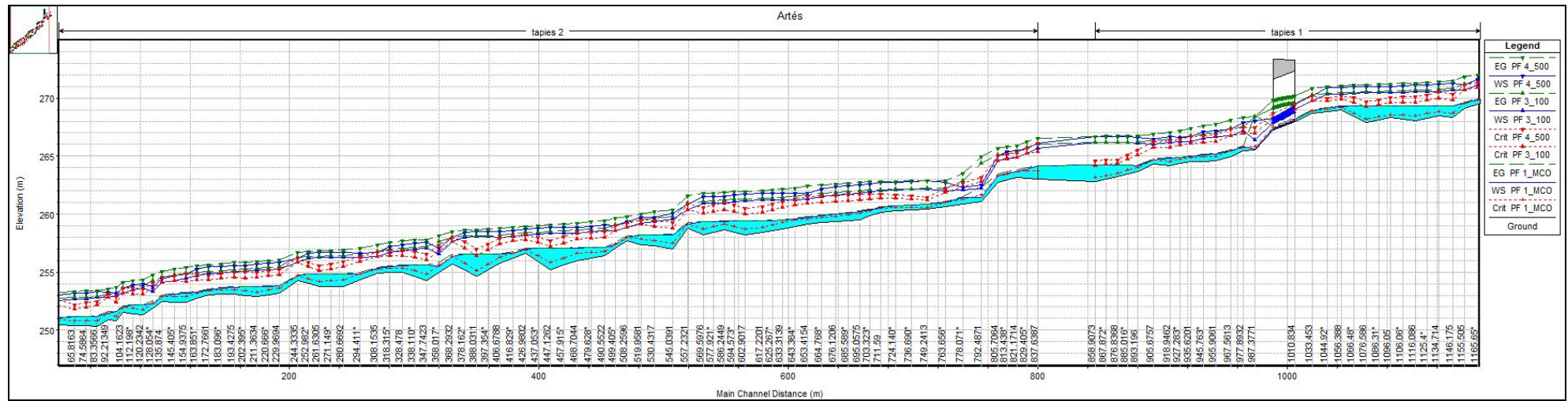
Torrent de les Tàpies

Torrent de Sant Hilari

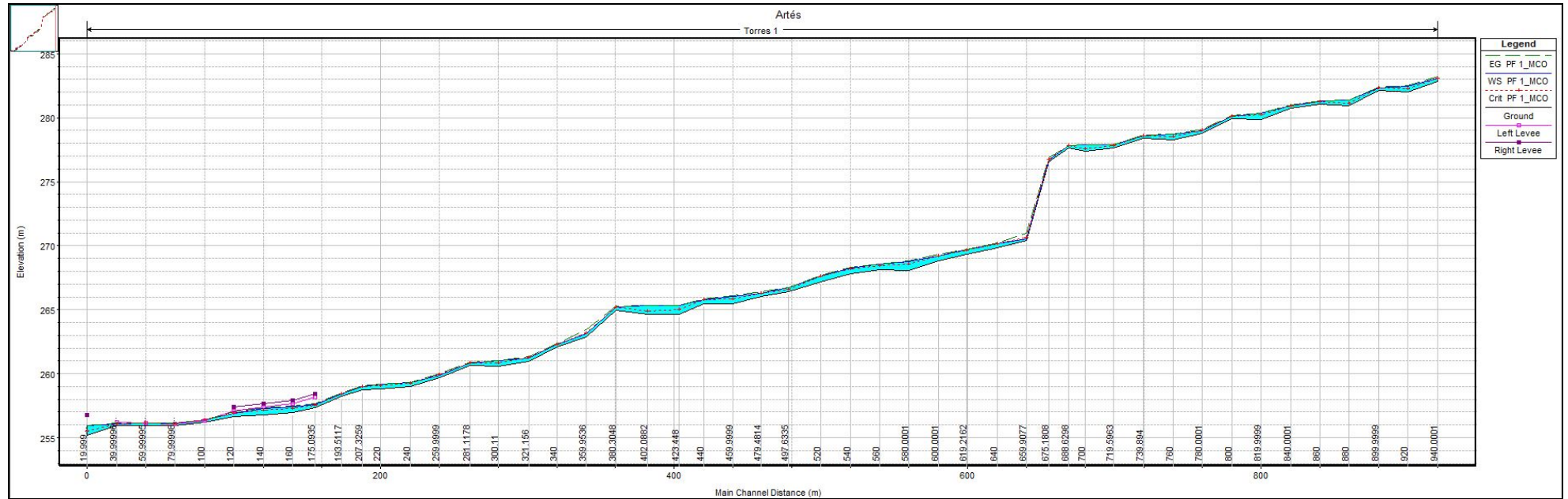
Torrent de les Torres

Torrent de Malla

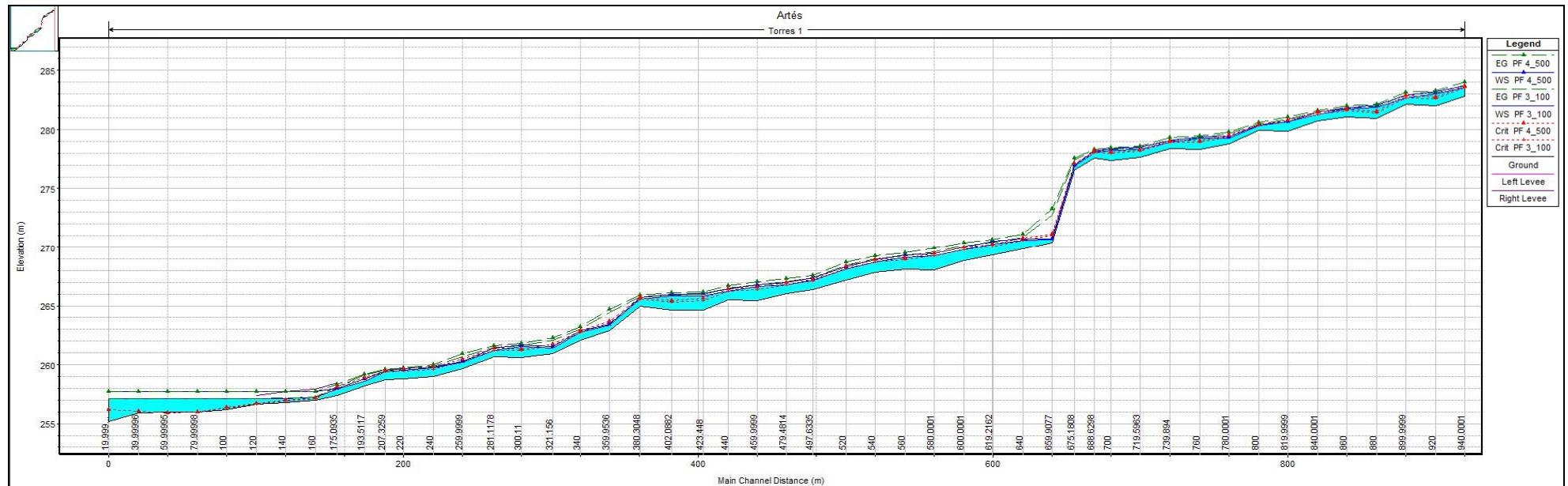
Torrent de les Tàpies



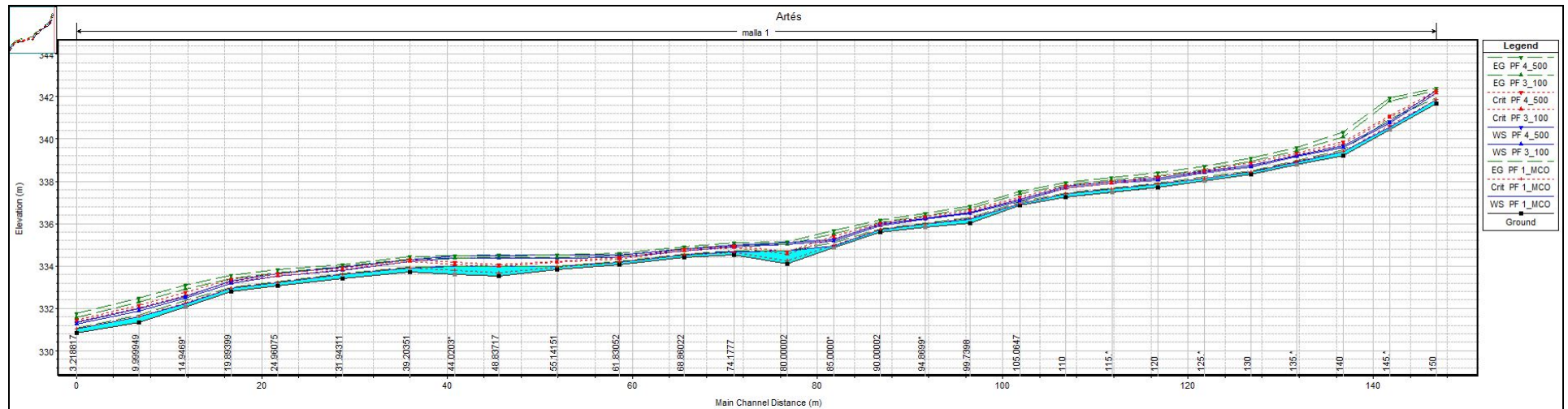
Torrent de les Torres – MCO



Torrent de les Torres – 100 i 500



Torrent de Malla



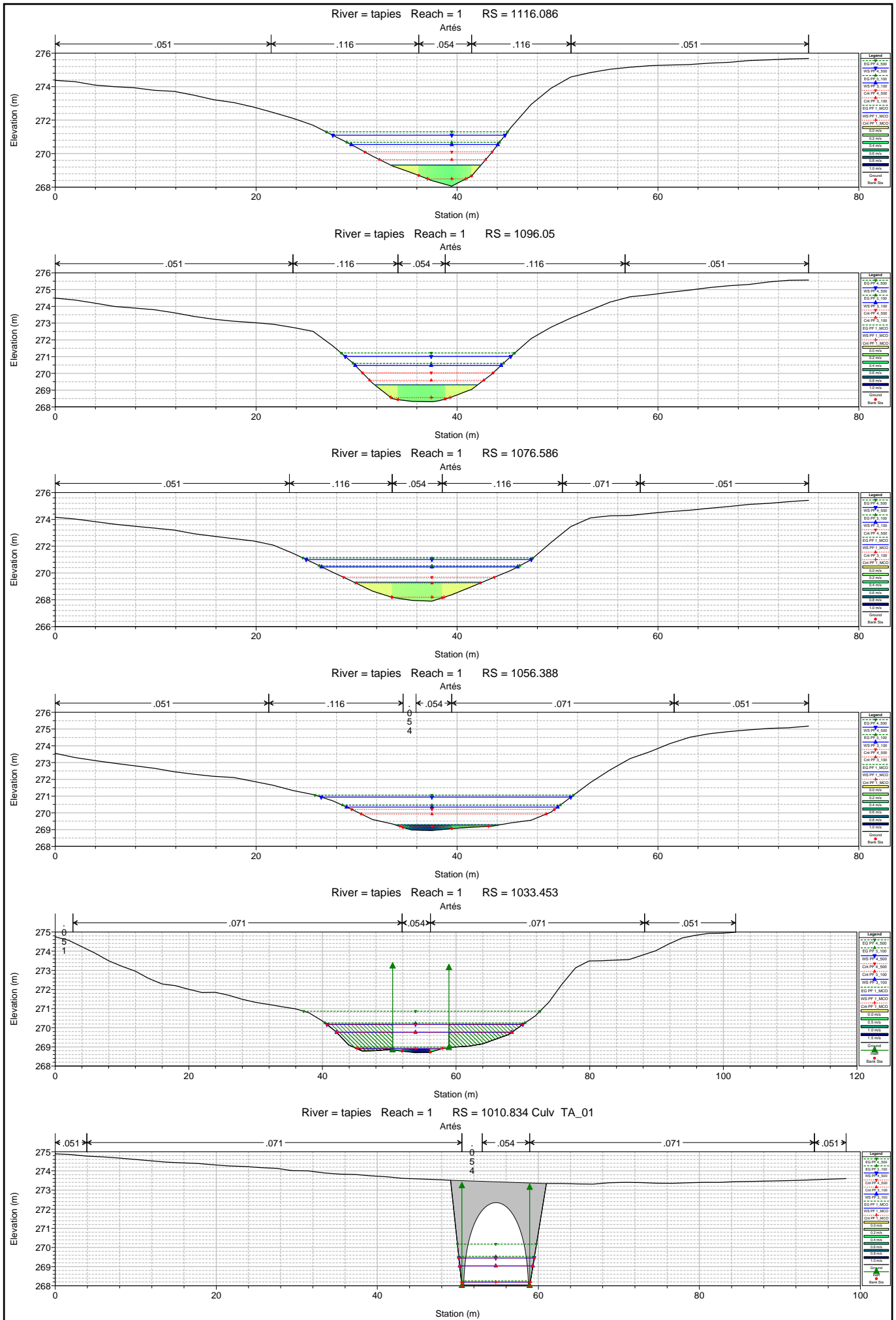
ANNEX V. PERFILS TRANSVERSALS HECRAS

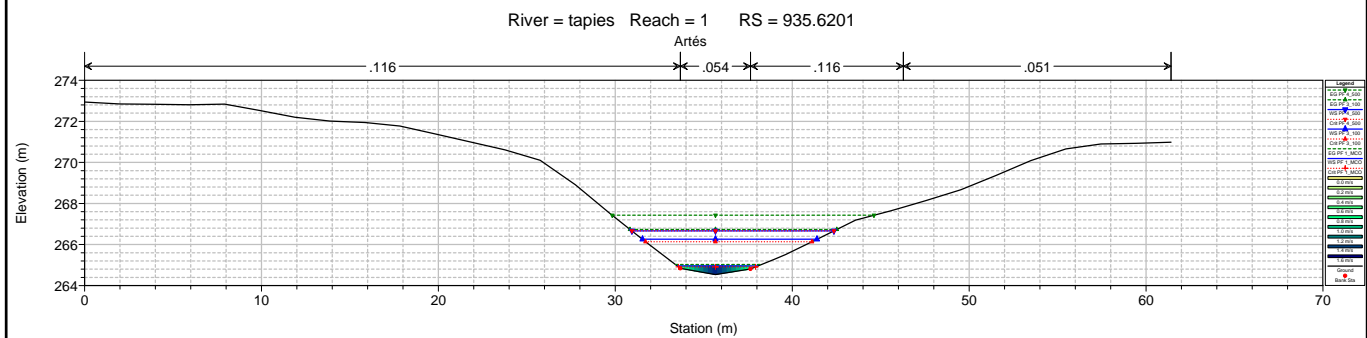
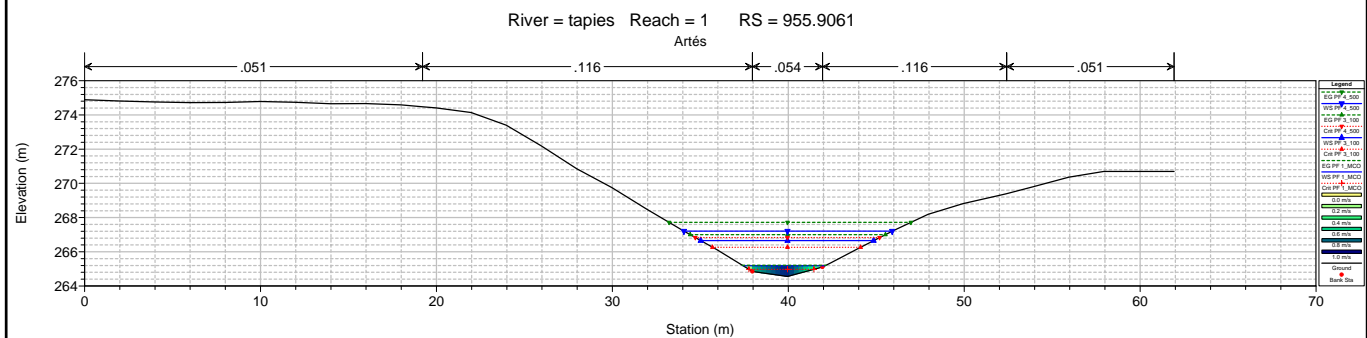
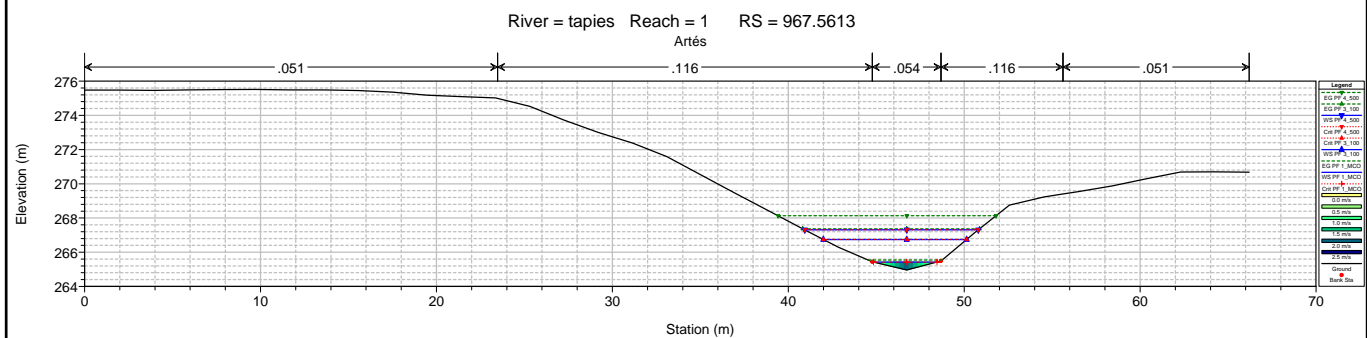
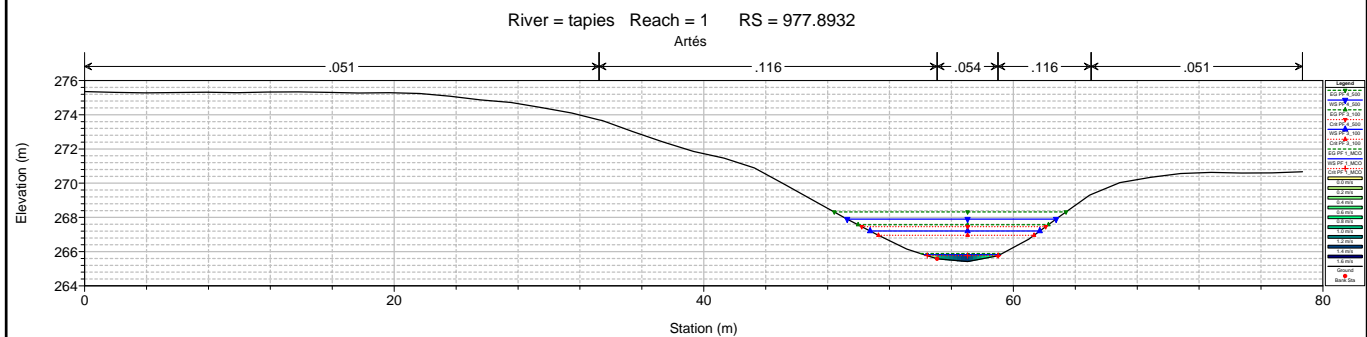
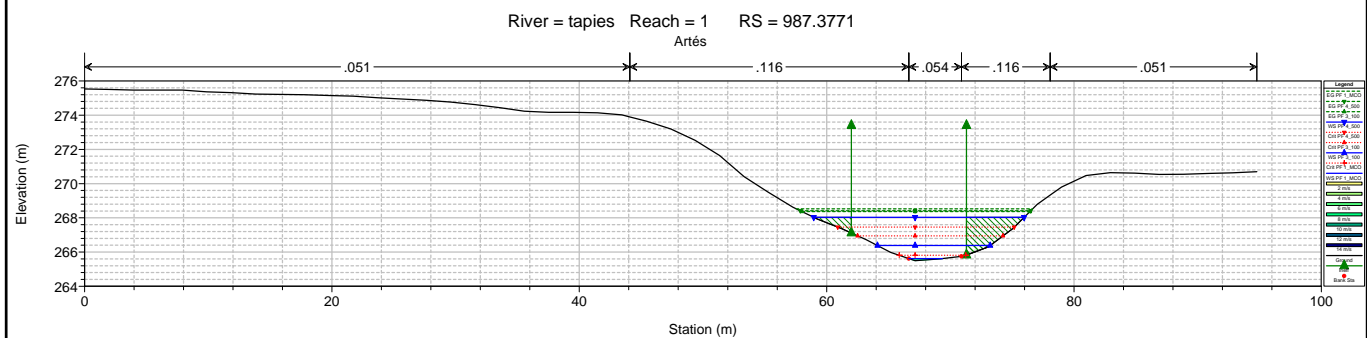
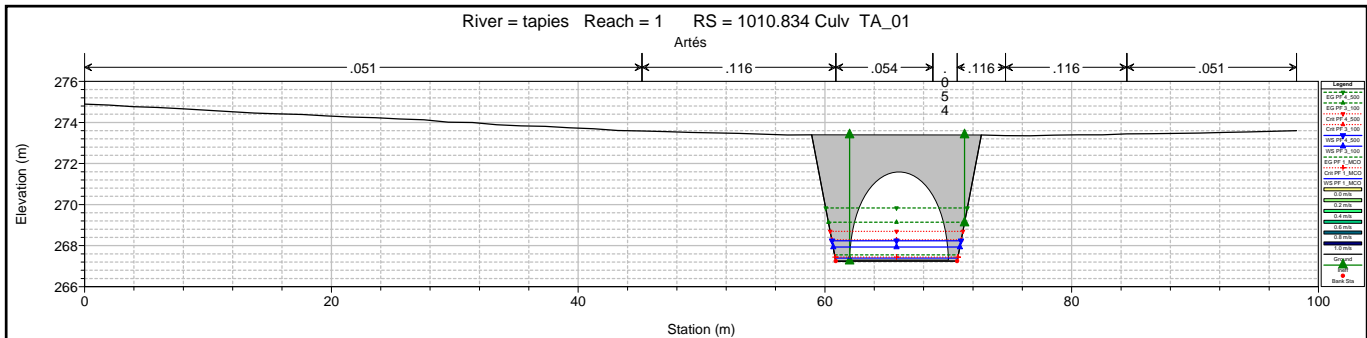
Torrent de les Tàpies

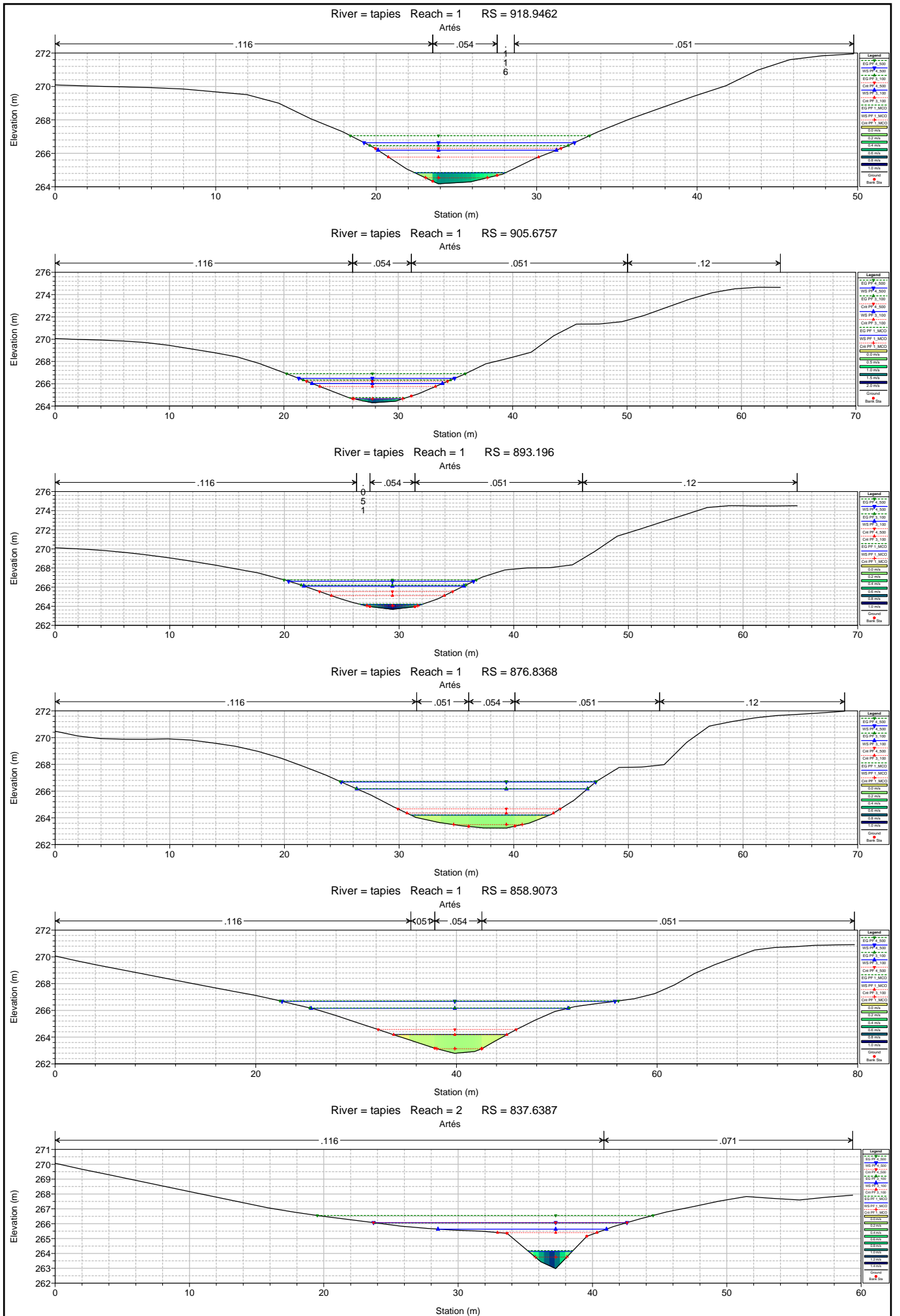
Torrent de Sant Hilari

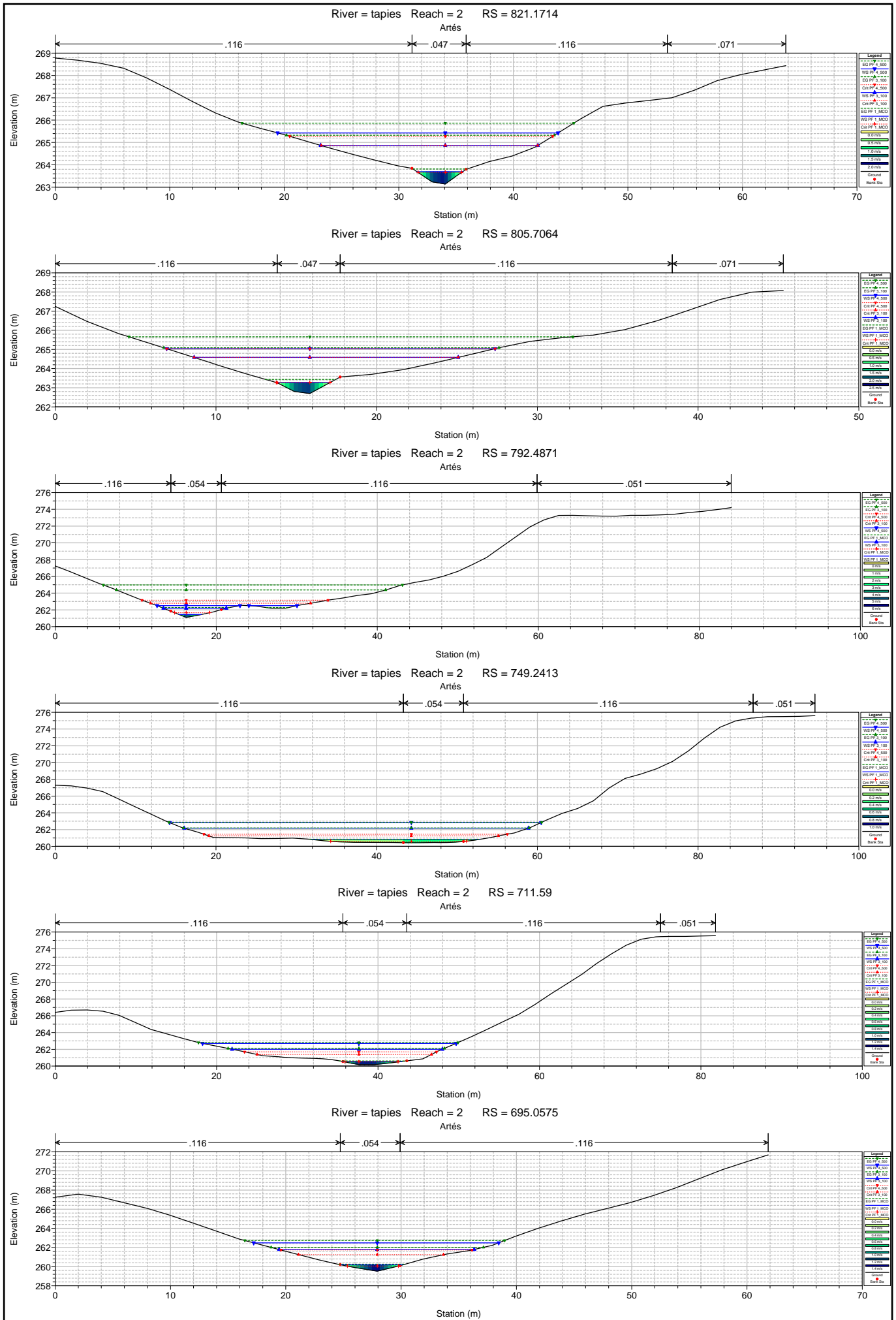
Torrent de les Torres

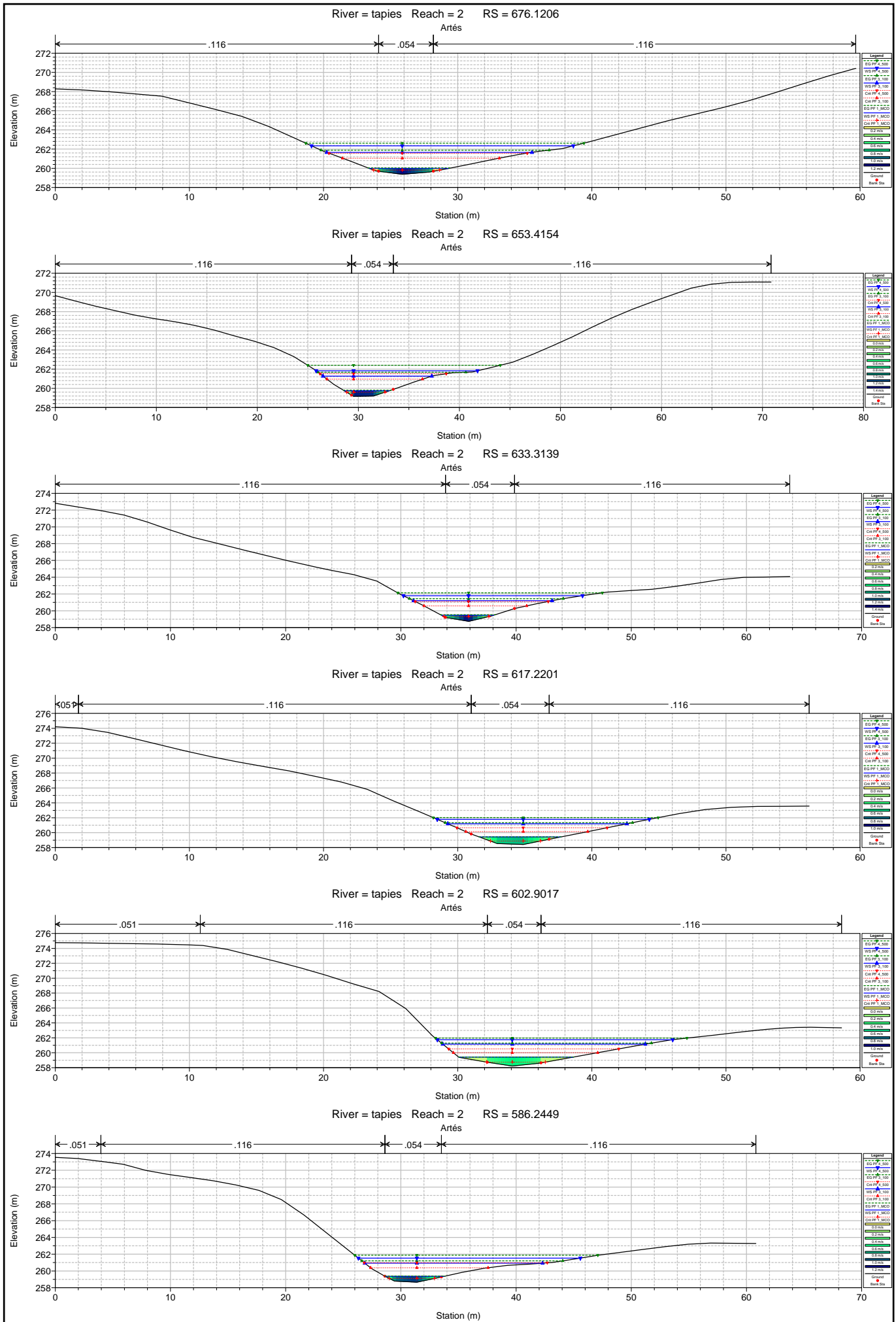
Torrent de Malla

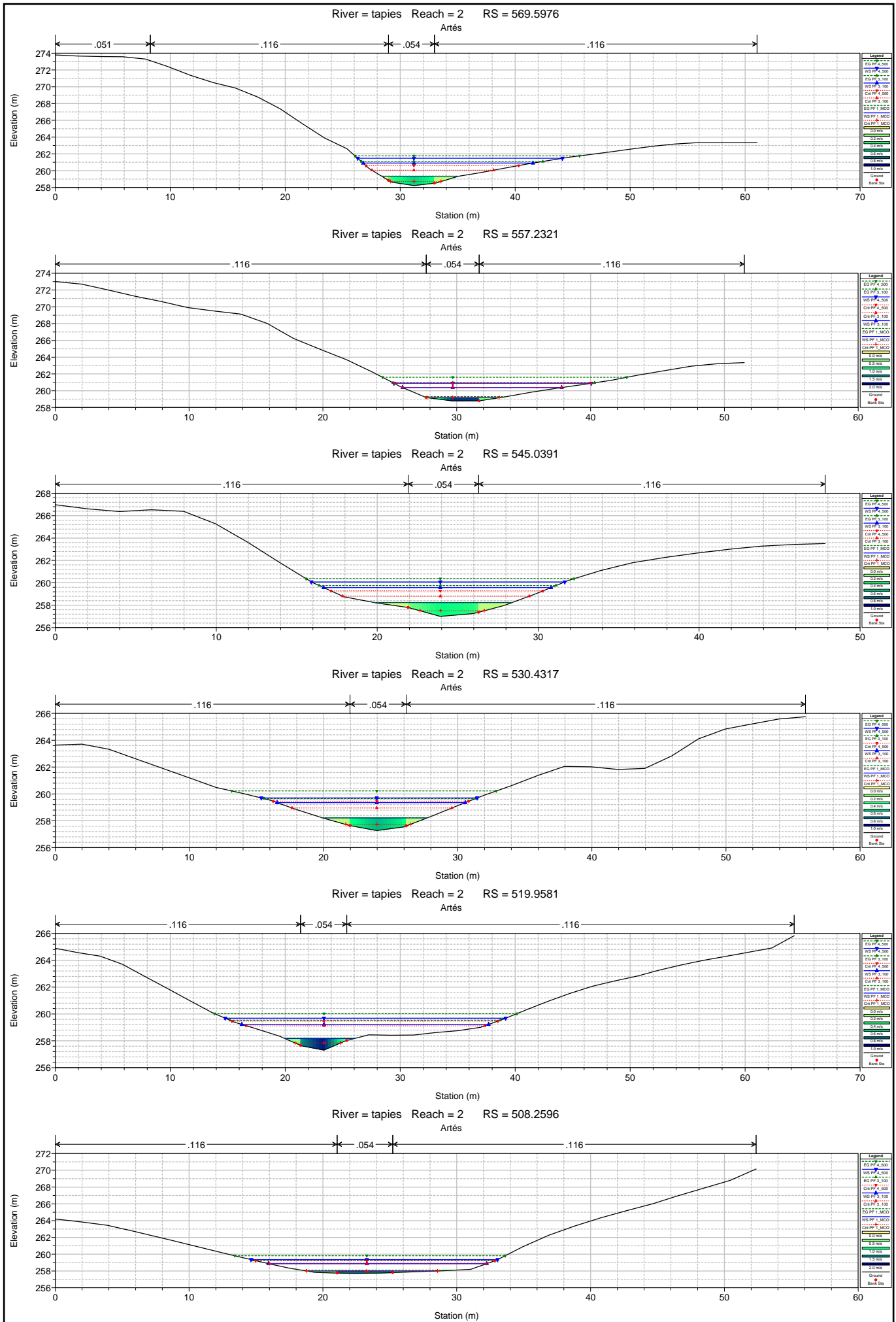


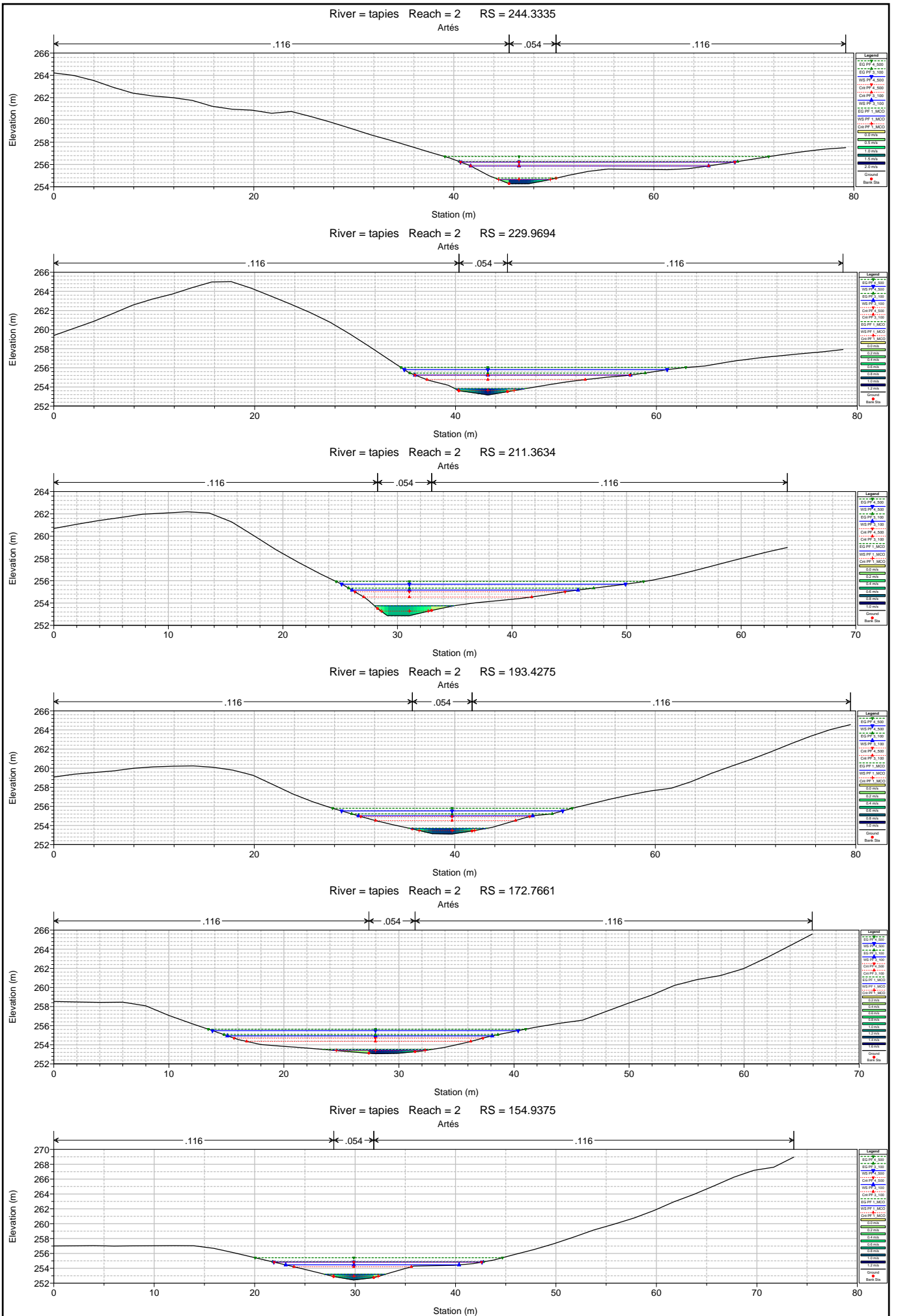


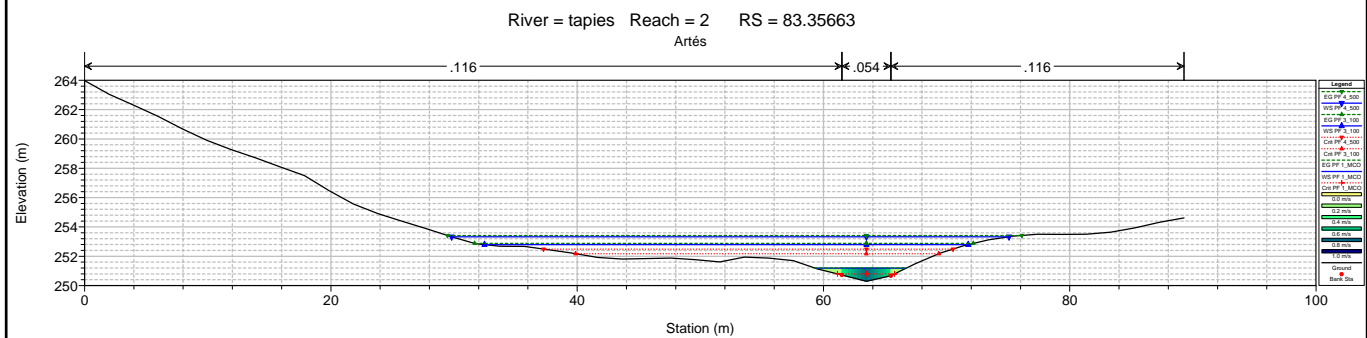
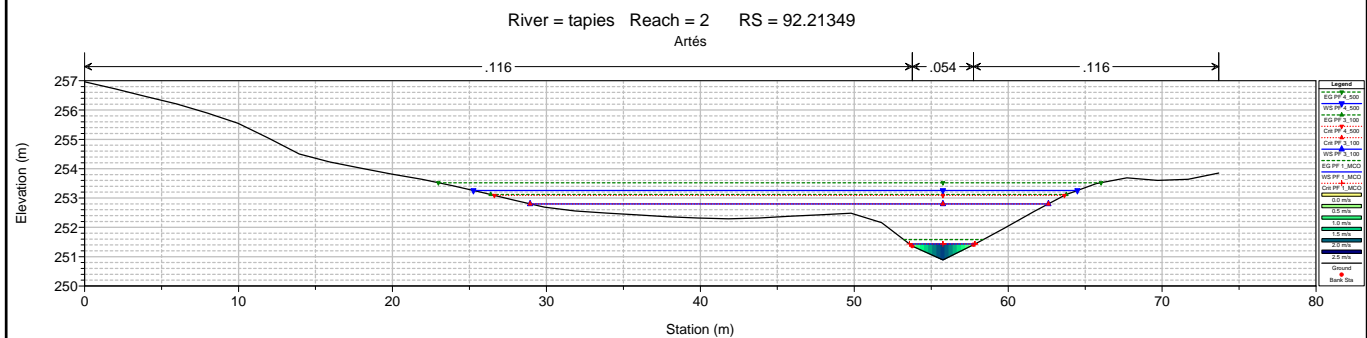
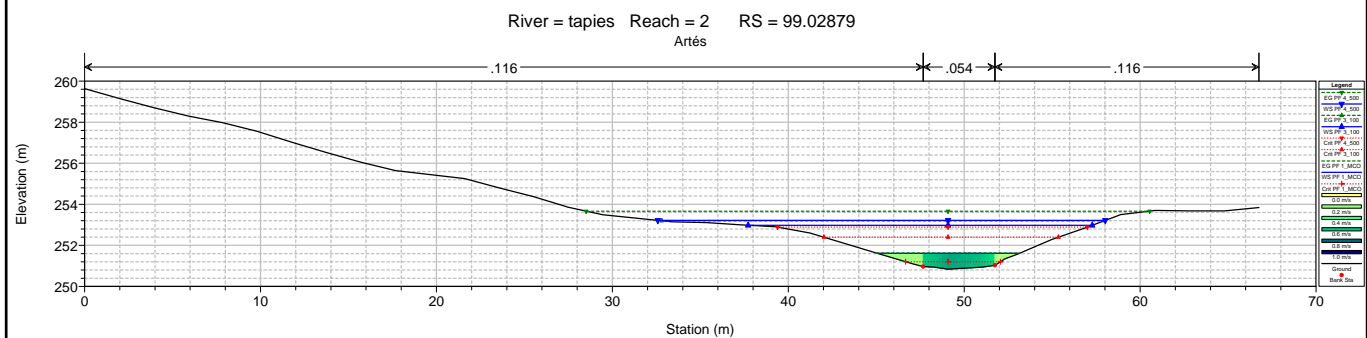
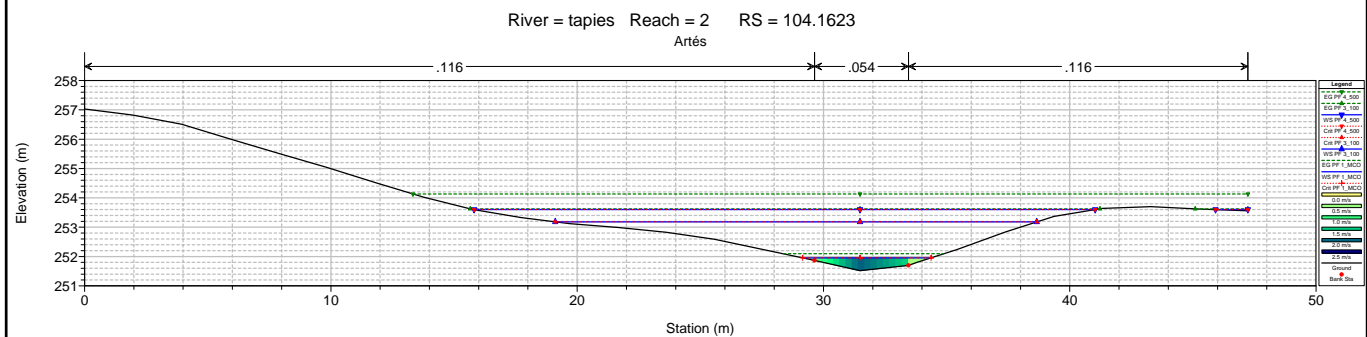
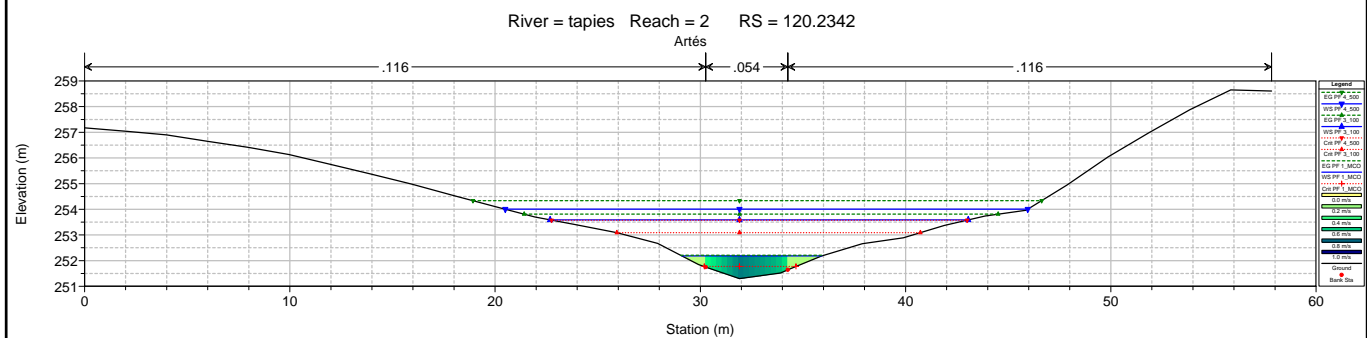
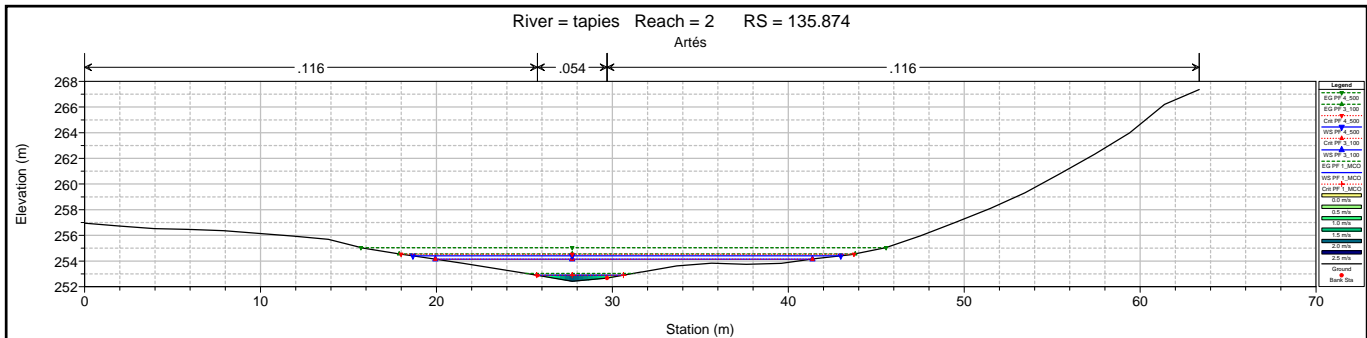






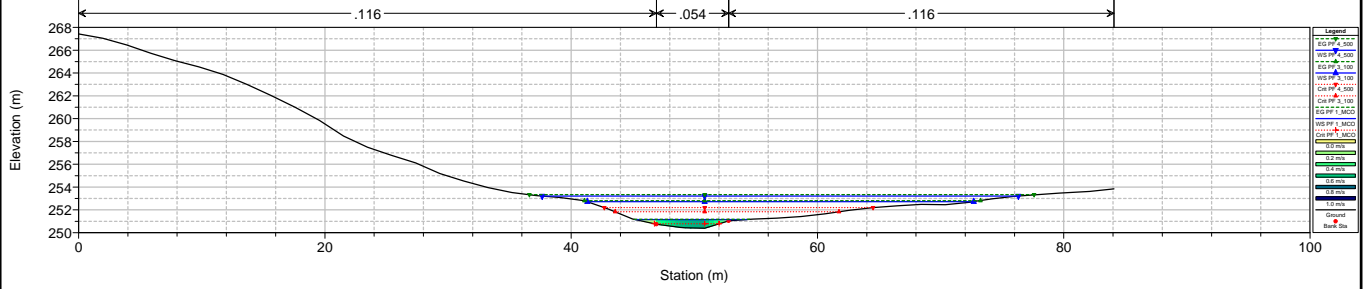






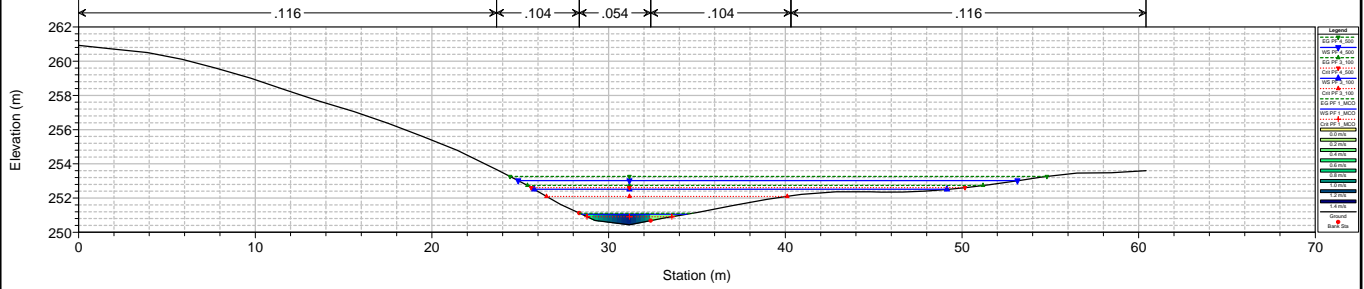
River = tapies Reach = 2 RS = 65.81635

Artès



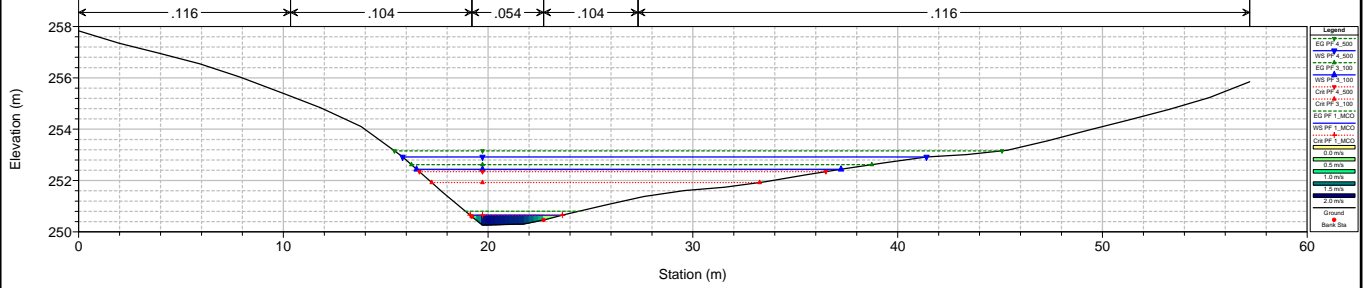
River = tapies Reach = 2 RS = 52.81138

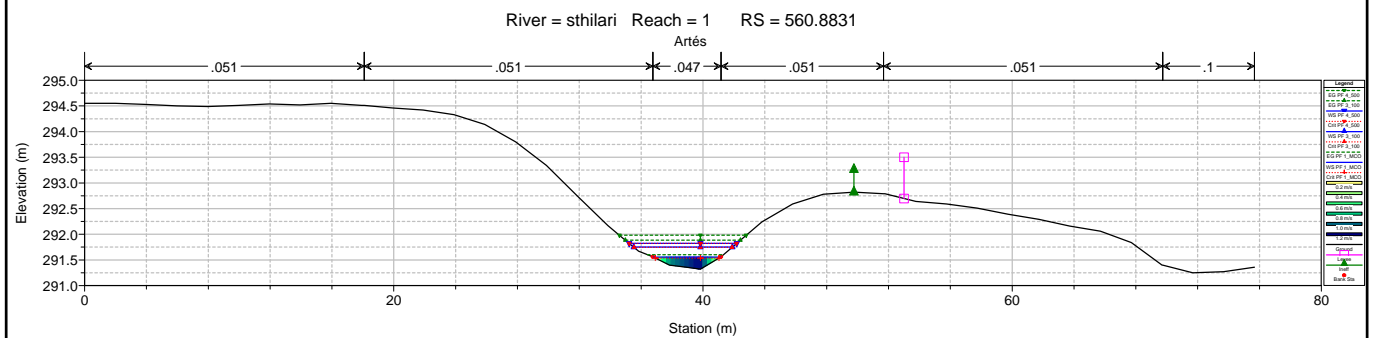
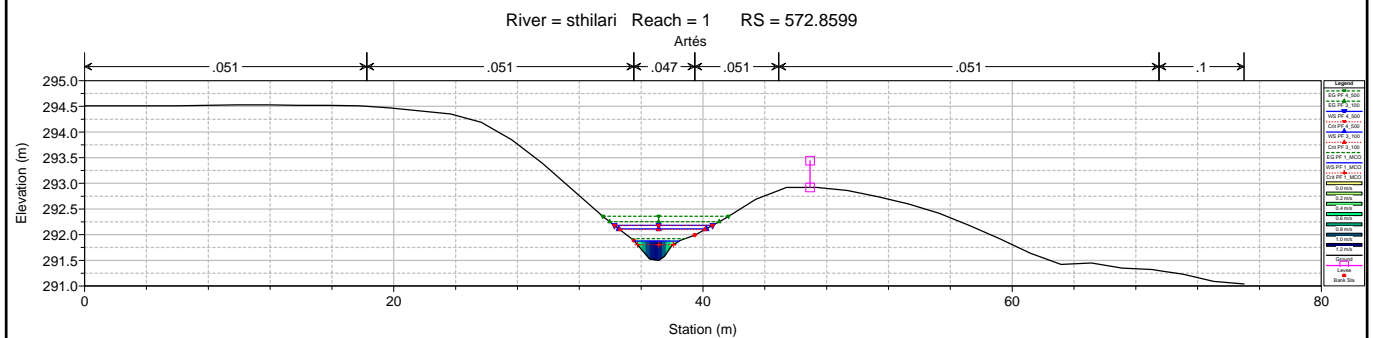
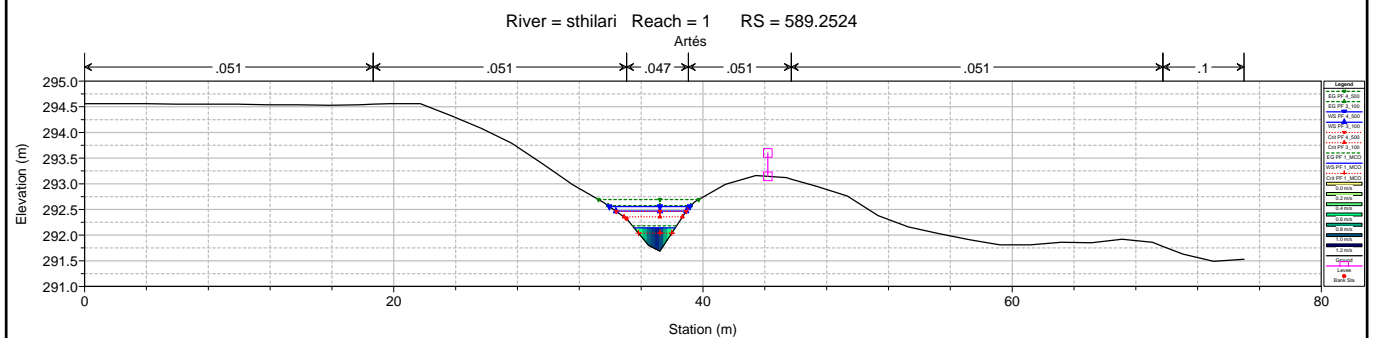
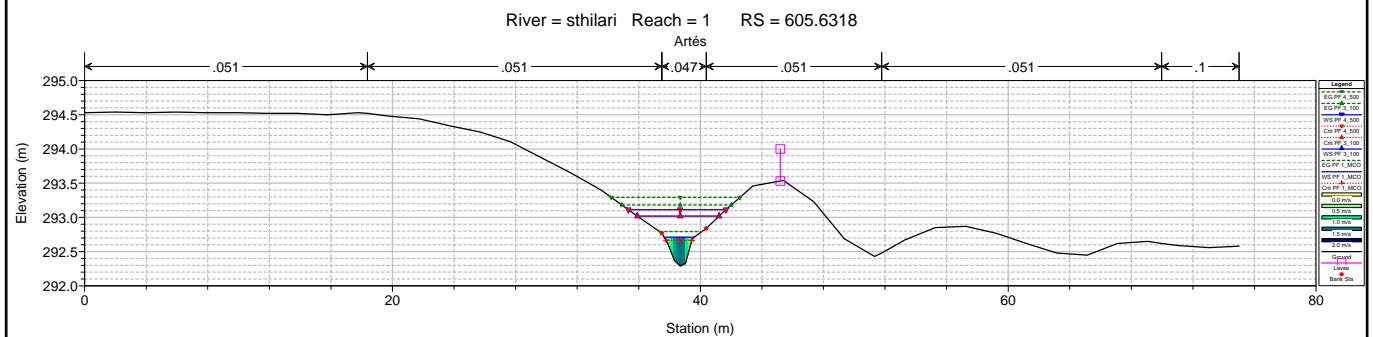
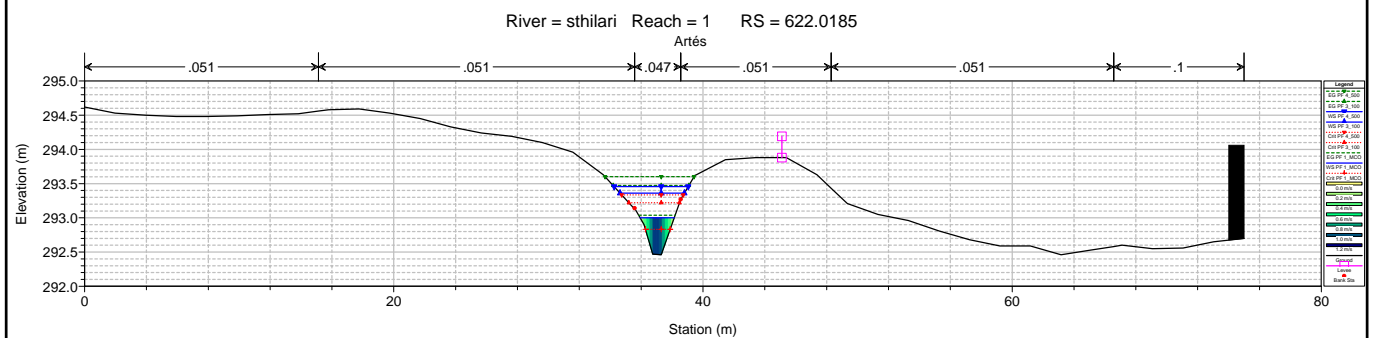
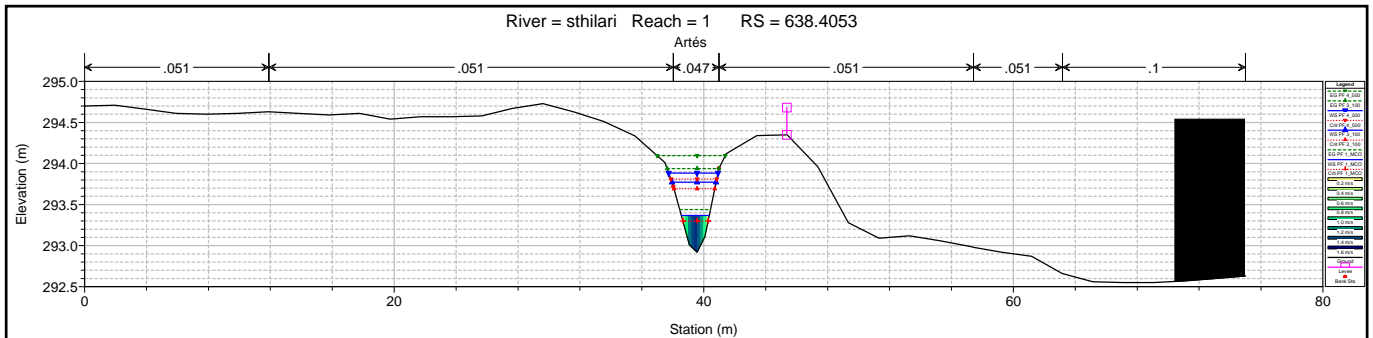
Artès

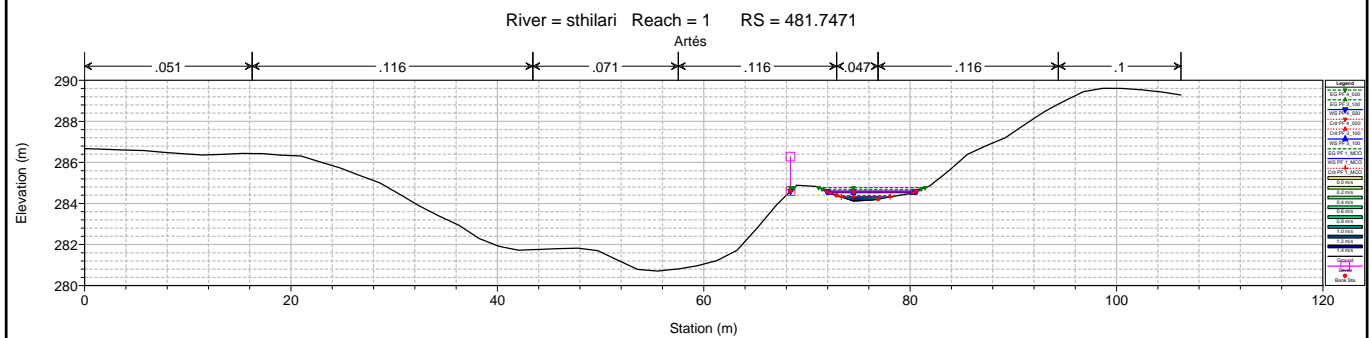
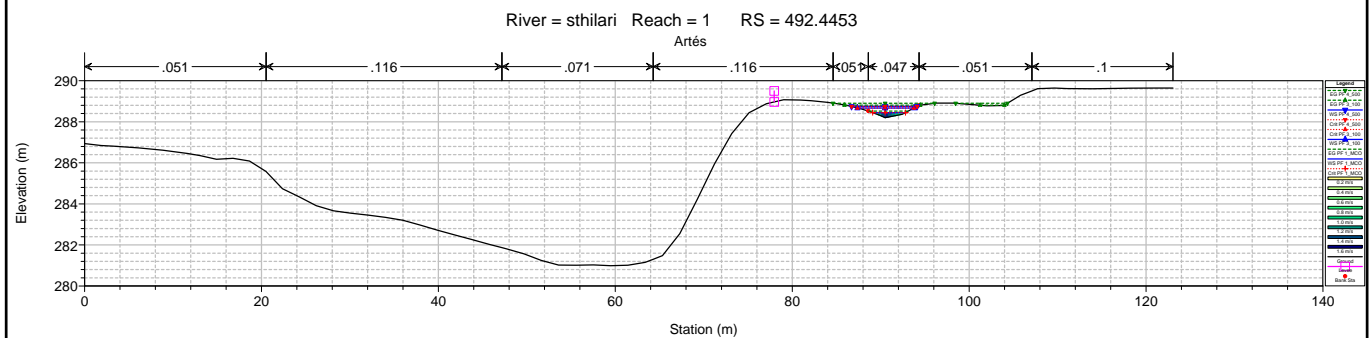
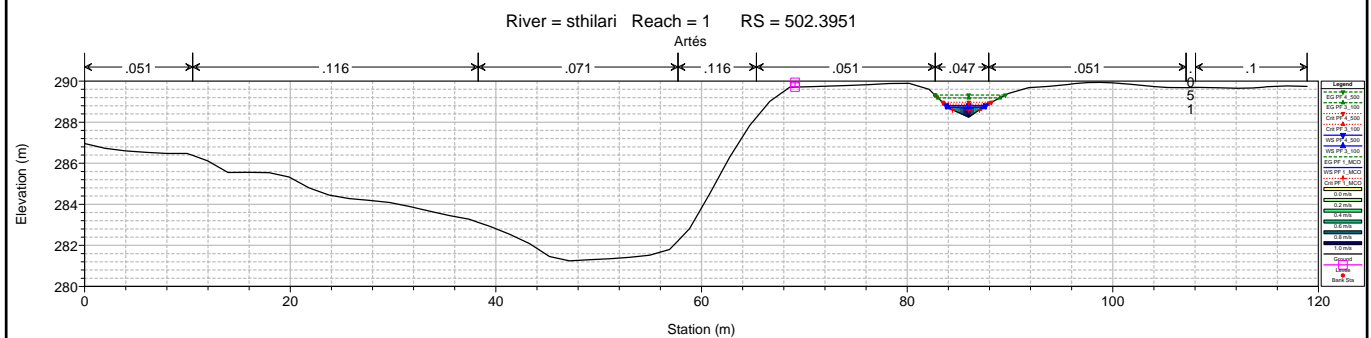
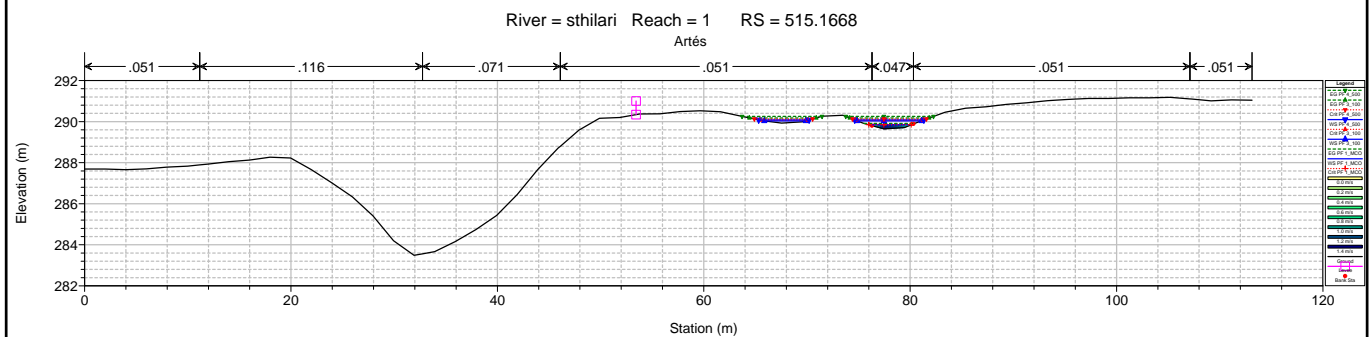
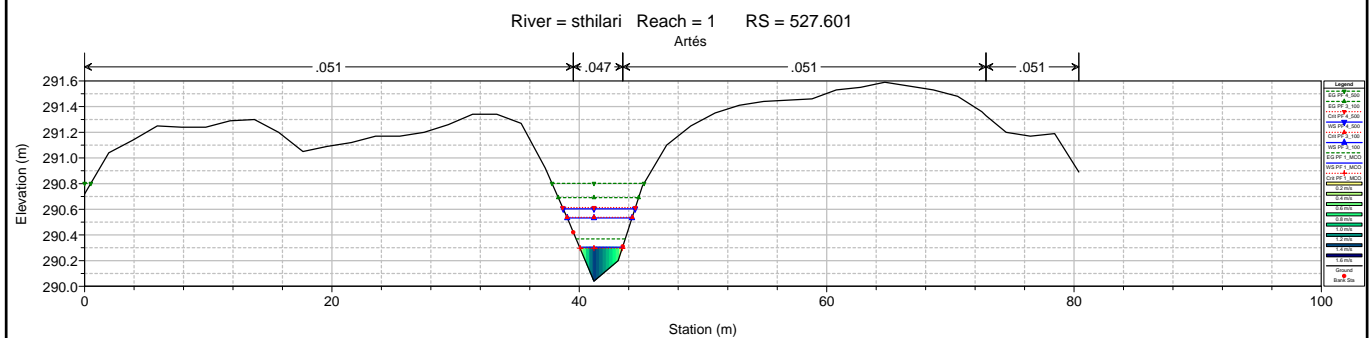
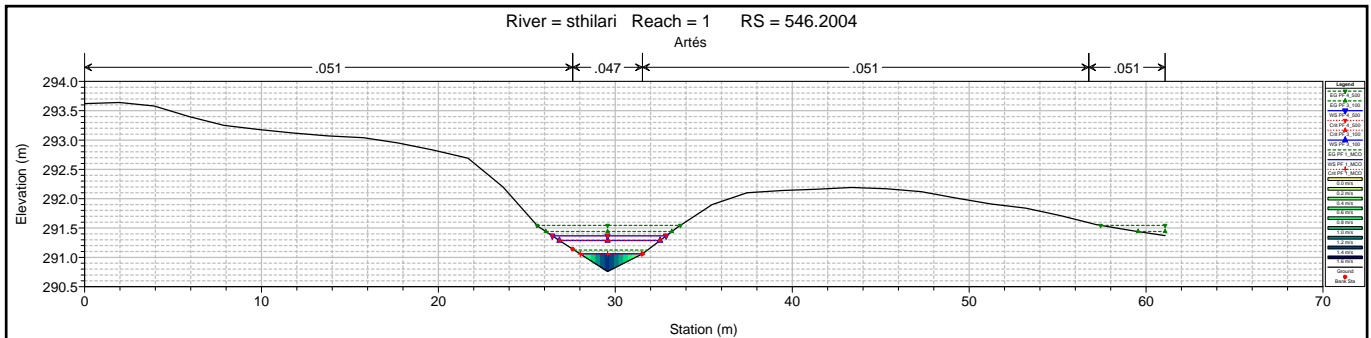


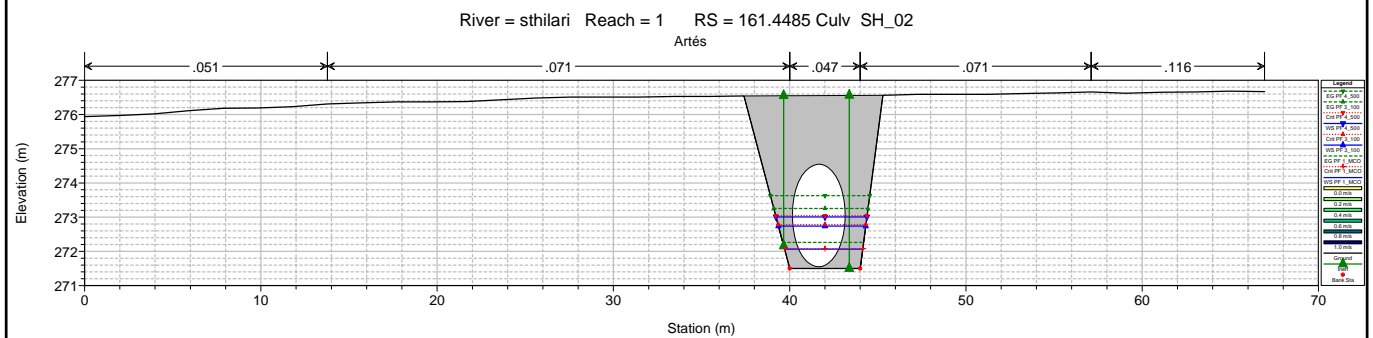
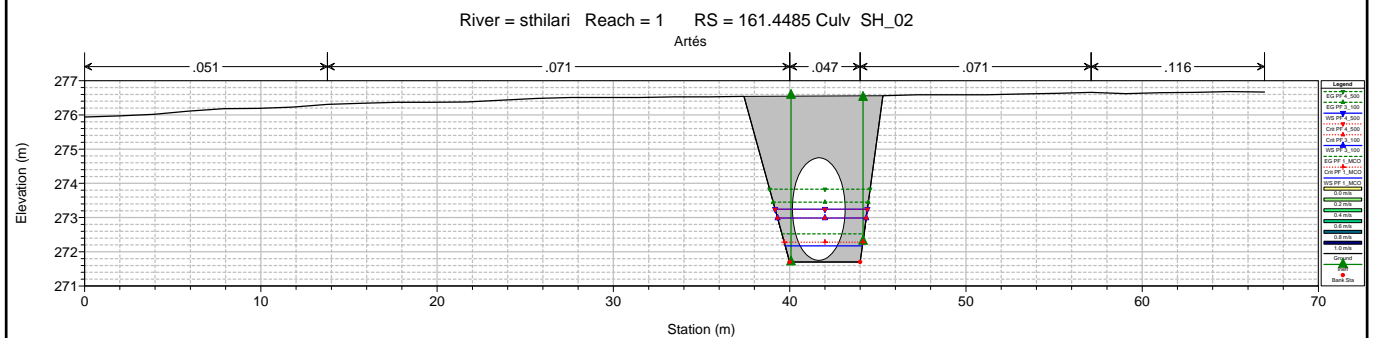
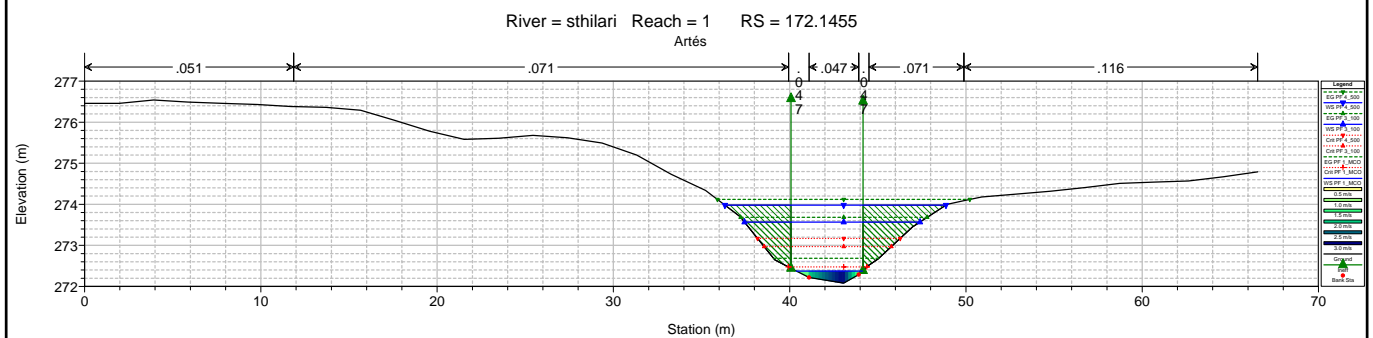
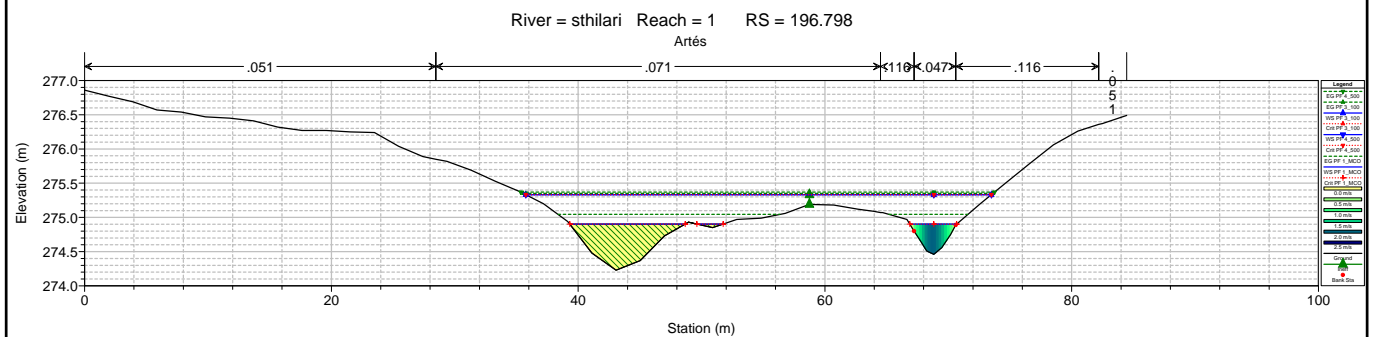
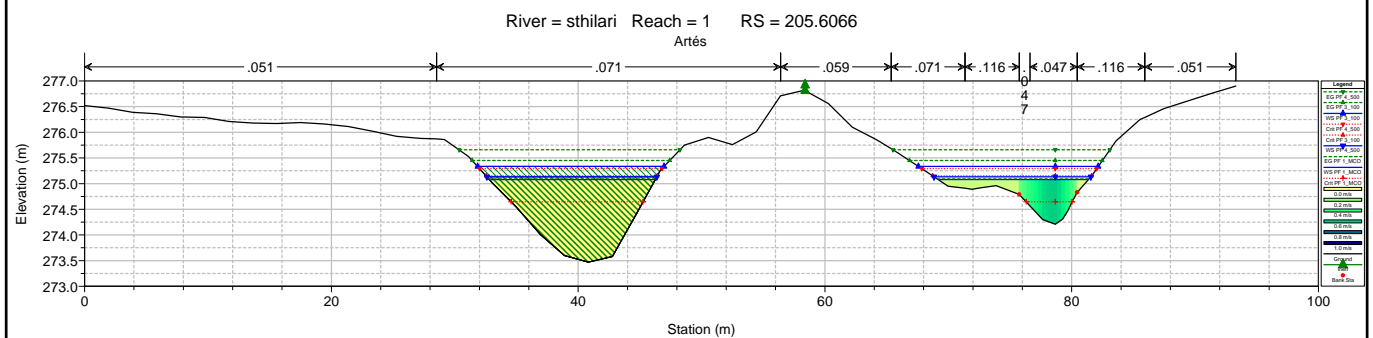
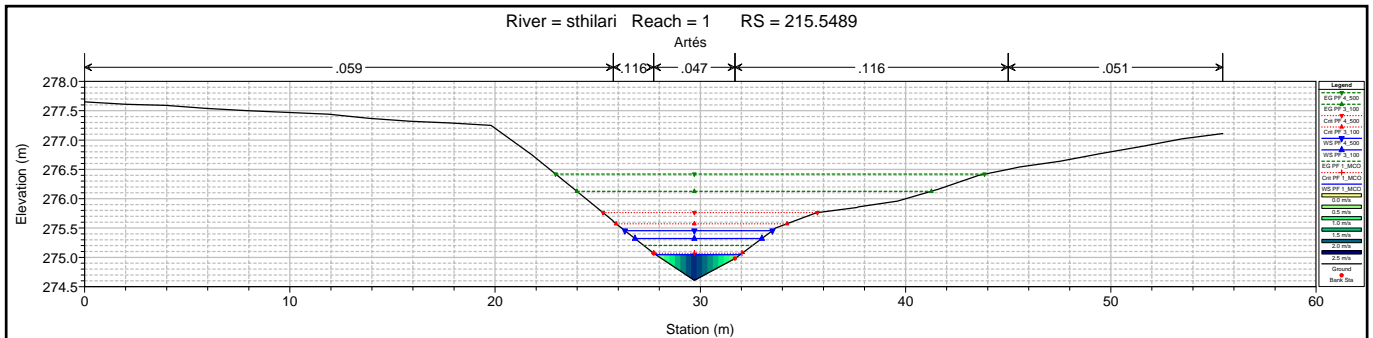
River = tapies Reach = 2 RS = 37.97203

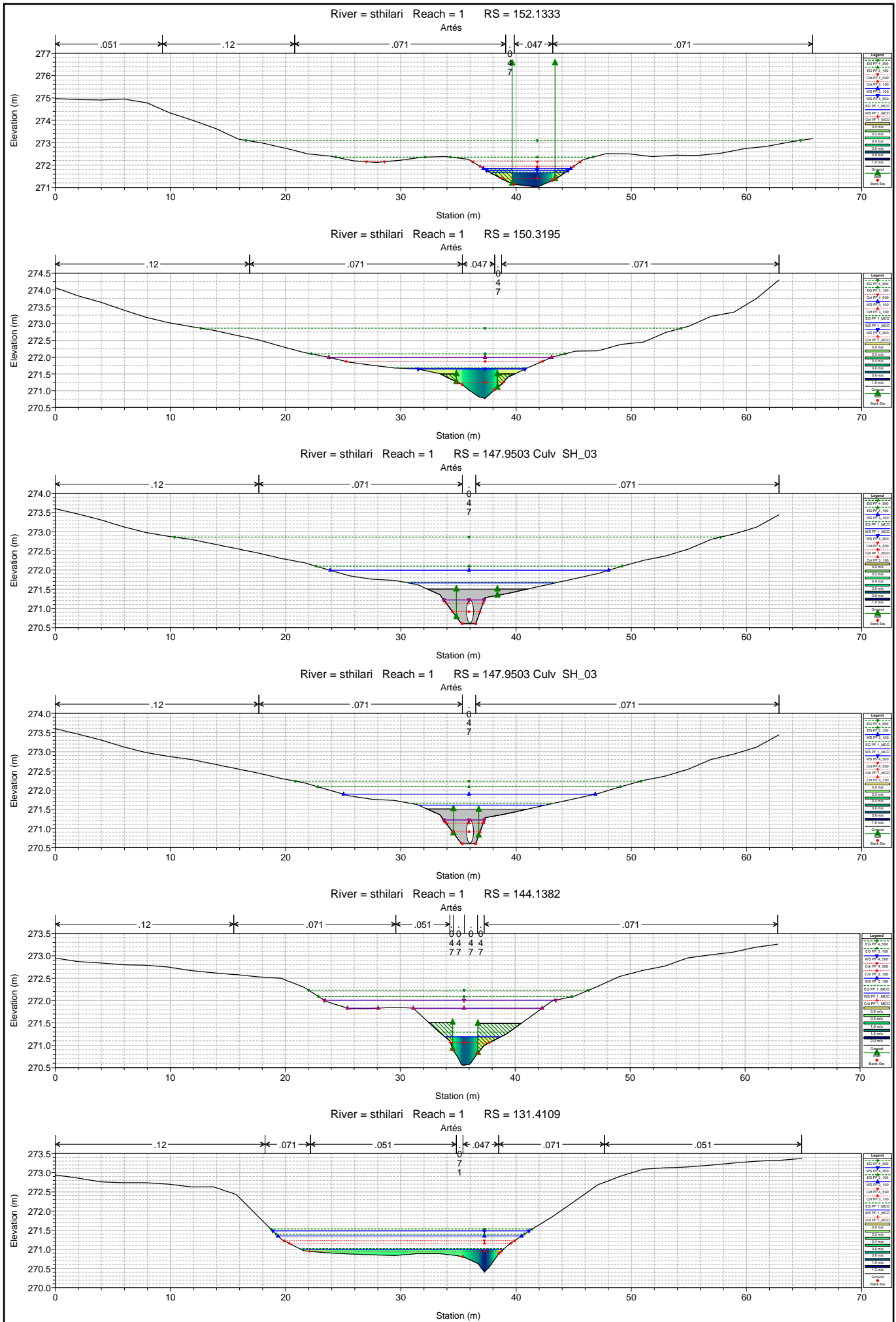
Artès

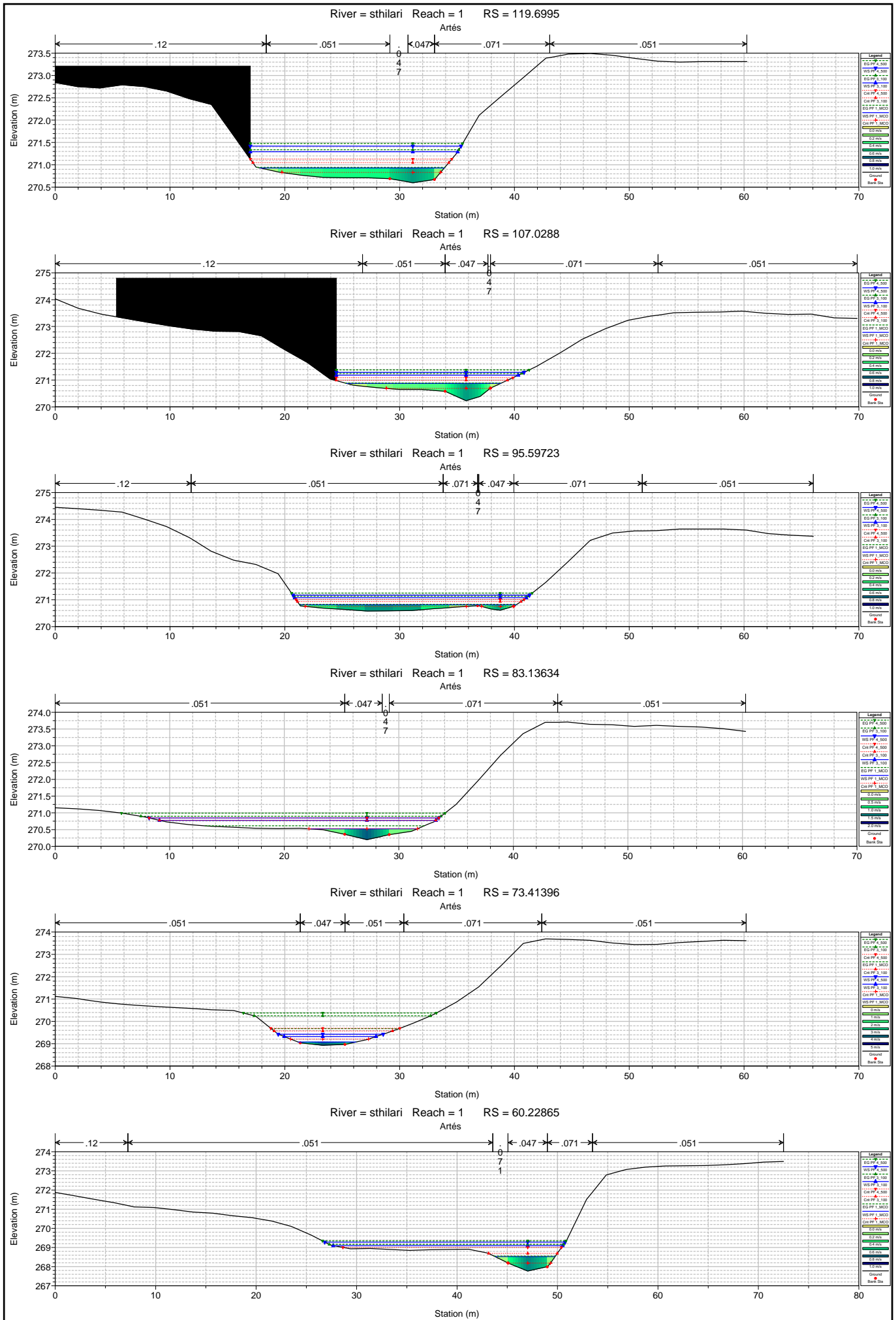




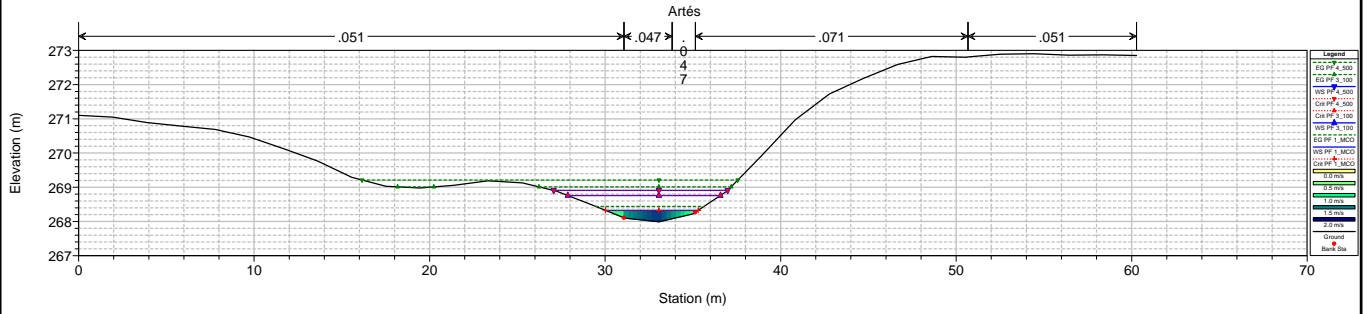




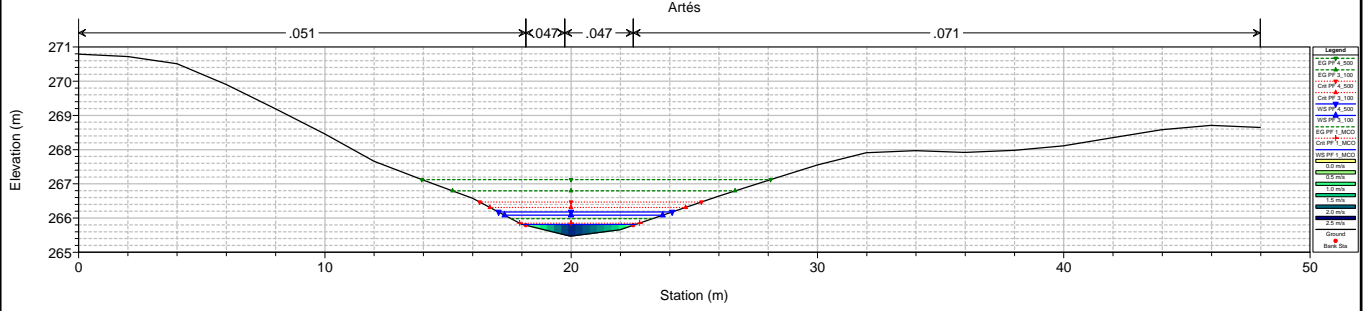


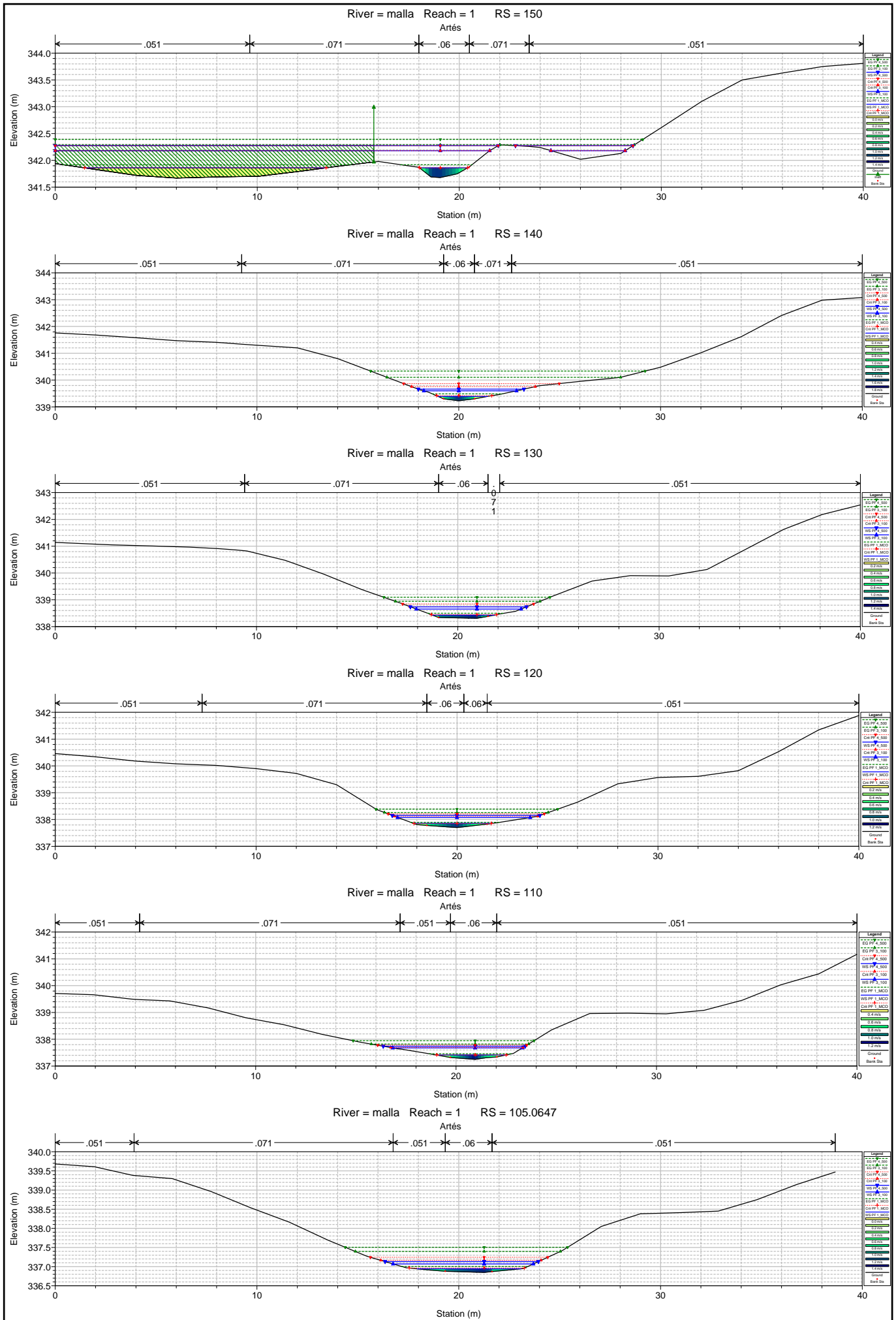


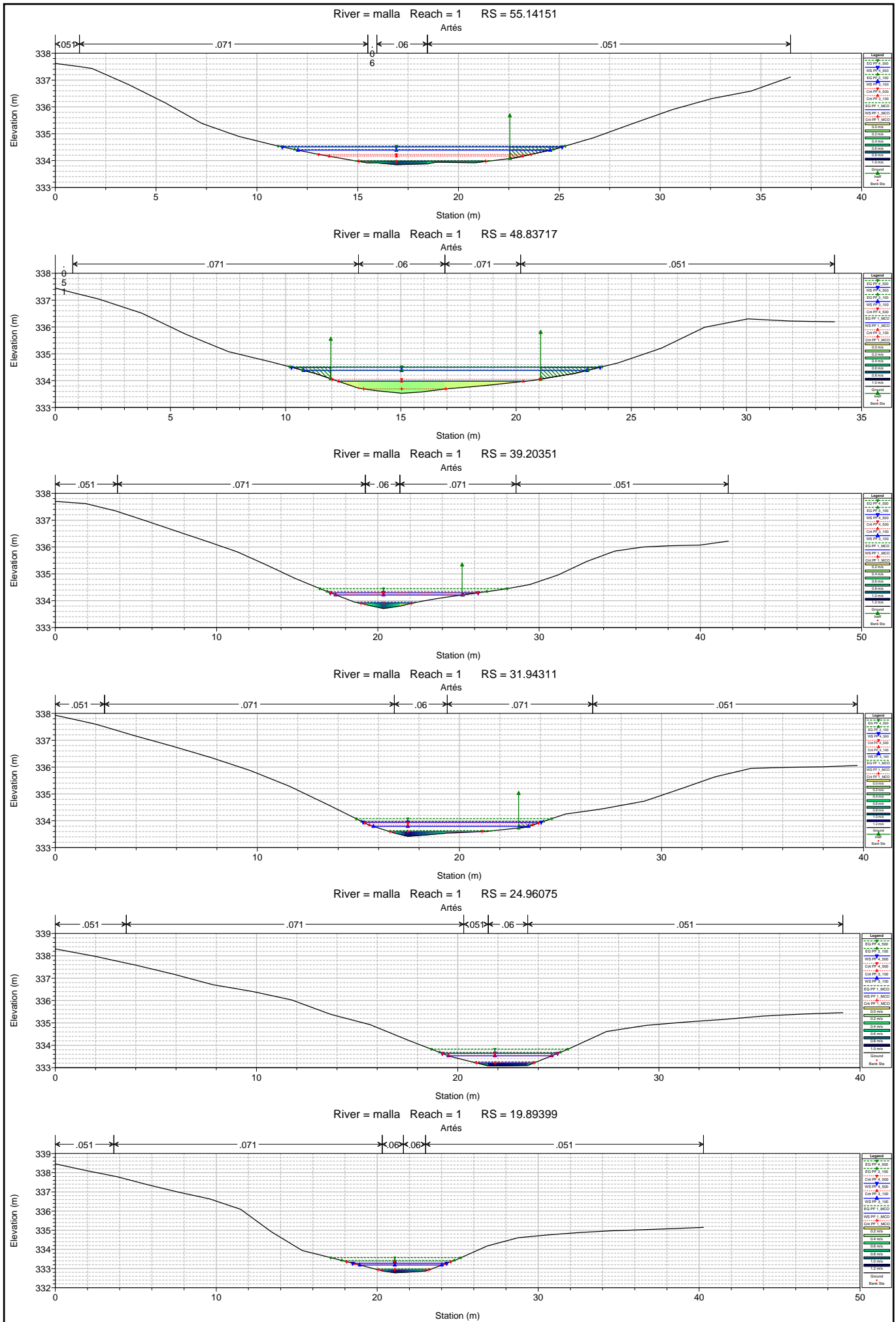
River = sthilarl Reach = 1 RS = 44.8649



River = sthilarl Reach = 1 RS = 25.99499

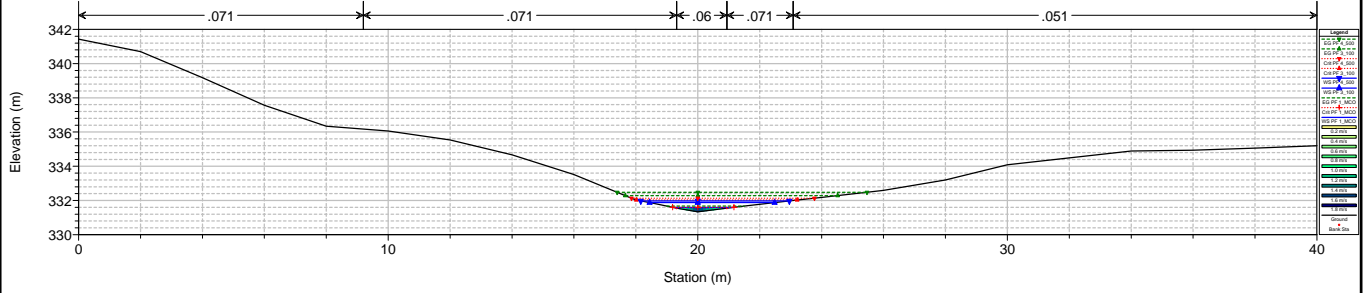






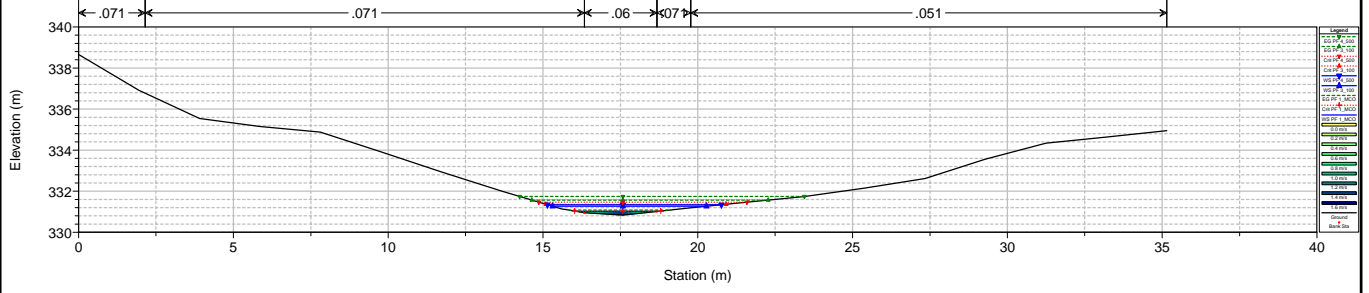
River = malla Reach = 1 RS = 9.999949

Artés



River = malla Reach = 1 RS = 3.218817

Artés



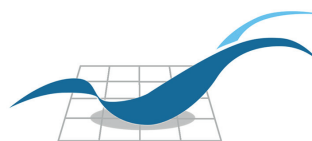
**ANNEX VI. Los usos en las zonas inundables:
Directiva de las Inundaciones, Ley de Aguas y
Reglamento del Dominio Público Hidráulico**

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



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES

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

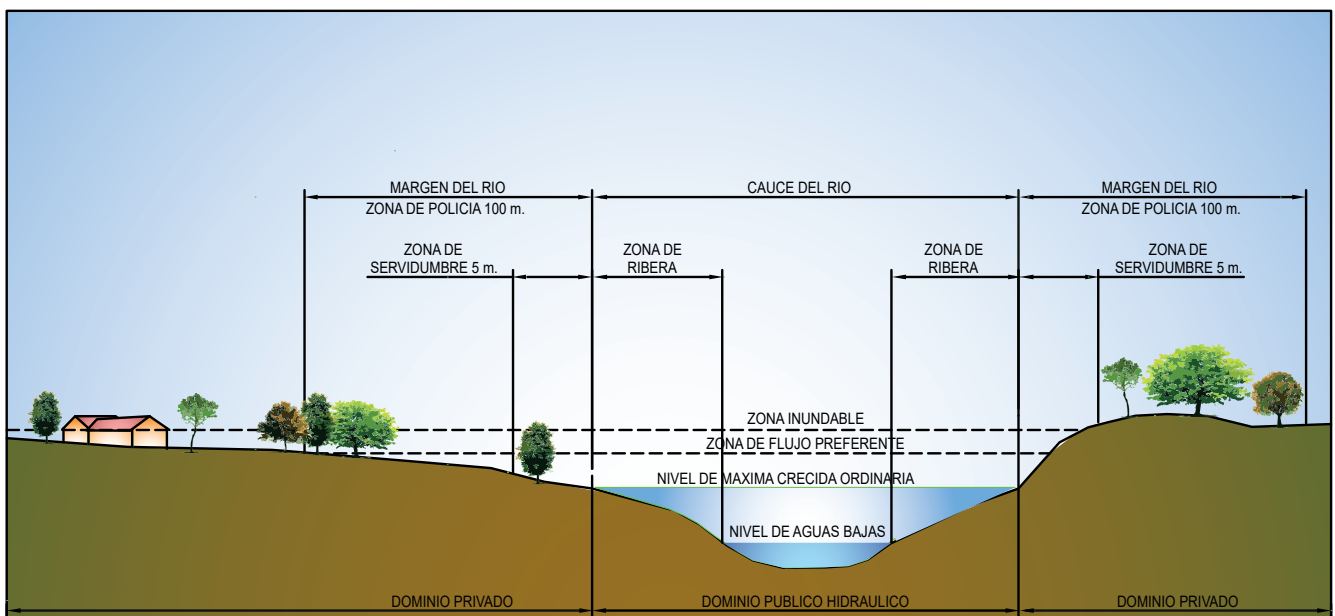
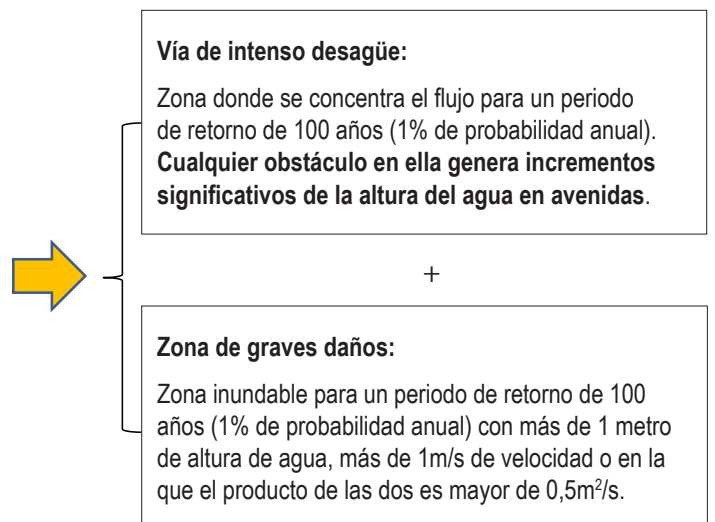
Unión de la zona constituida por la **vía de intenso desagüe**, y la zona en la cual se pueden producir **graves daños sobre los bienes y personas.**

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).**

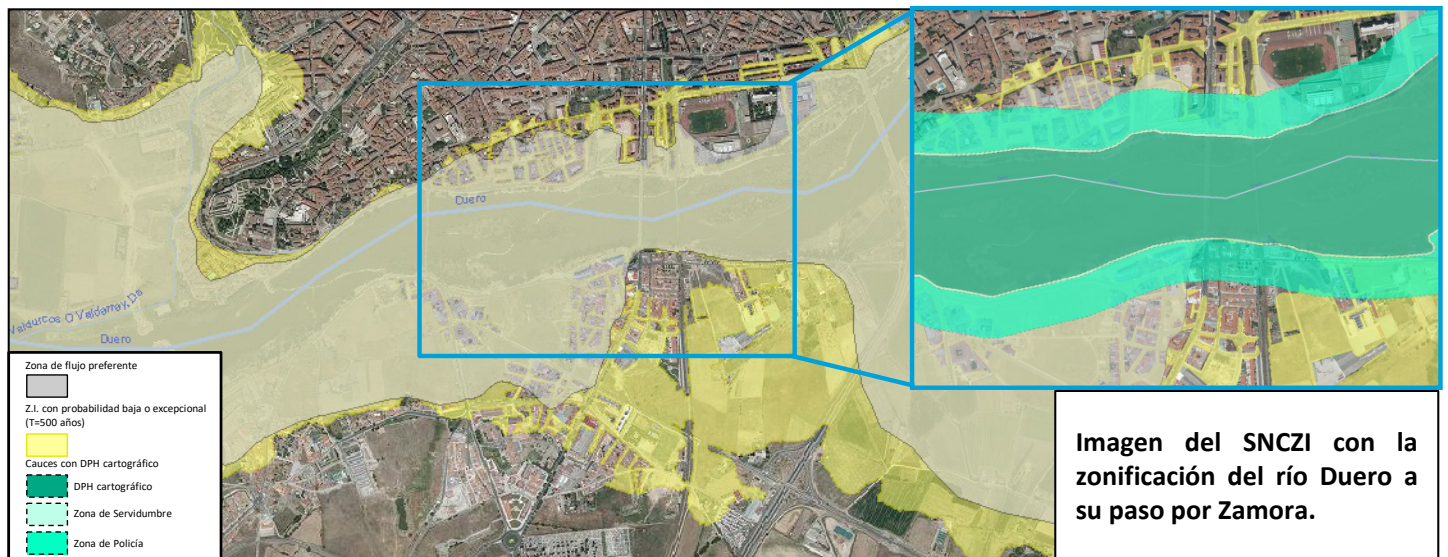
Zona de policía. Art. 6 TRLA y Art. 9.1 RDPH

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.



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):

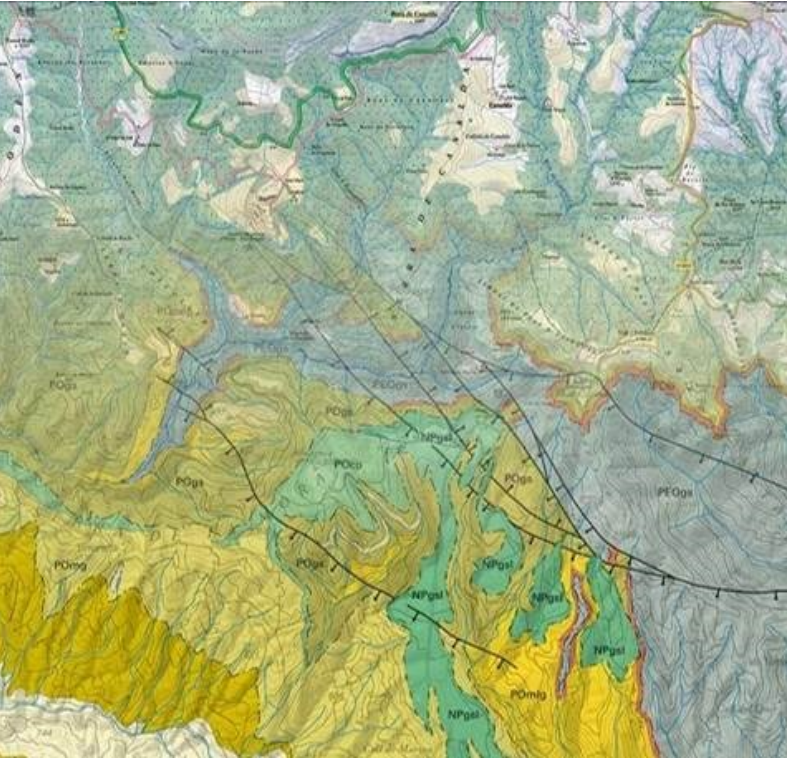
- Suelo urbanizado:** el legalmente integrado en una malla urbana que esté edificado o el integrado en la red de dotaciones y servicios propios de los núcleos de población.
- Suelo rural:** el resto de suelos.

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

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

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

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



Estudi per a la Identificació de Riscos Geològics a Artés (Bages)

Codi: AP-0001/19

Gener 2019

Contingut

1	Introducció	2
1.1	Objectius i abast	2
1.2	Marc Territorial	4
1.3	Marc geològic	6
1.4	Sismicitat	8
2	Anàlisi de perillositat	11
2.1	Eslavissades	12
2.2	Esfondraments	15
2.3	Processos derivats de l'acció humana	16
3	Conclusions i recomanacions	18

1 Introducció

A instàncies de la Sub-direcció General d'Estratègies Territorials i Coneixement de la Secretaria d'Hàbitat Urbà i Territori s'ha procedit a la realització de l'Estudi d'Identificació de Riscos Geològics d'Artés (Bages). La delimitació de les àrees de Planejament s'ha fet d'acord amb el plànols i la informació facilitada per l'Ajuntament.

1.1 Objectius i abast

L'aptitud del territori per a la urbanització està condicionada, en alguns casos, per l'acció de processos geodinàmics actius, tals com l'estabilitat dels vessants, avingudes de rius, erosions i torrentades. Segons la legislació vigent, el risc geològic és un dels factors que cal tenir en compte per a la planificació i la regulació urbanística. El planejament urbanístic ha de permetre assolir un nivell adequat de protecció dels riscos naturals, preservant de la urbanització i l'edificació aquelles zones que en presentin, llevat que es prevegin mesures addicionals en relació a la seva prevenció o protecció. Per abordar aquesta qüestió en les zones incloses en les àrees d'ordenació del terme municipal, s'ha realitzat el present Estudi d'Identificació de Riscos Geològics (EIRG).

El document se centra en l'estudi de la perillositat geològica relacionada amb els riscos per esllavissades, fluxos torrencials, esfondraments i riscos geològics derivats de l'acció humana.

L'EIRG es realitza a partir de la recerca d'indicis 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, ja sigui sòl urbà, d'ocupació continuada de persones o sense qualificar. Un estudi més detallat podria valorar la relació entre perillositat geològica i vulnerabilitat en relació als usos. Aquesta tasca no és objecte del present treball.

L'anàlisi del risc geològic es basa en una estimació preliminar de la perillositat natural, definida com a la probabilitat de que succeeixi un fenomen natural potencialment destructiu. Queda fora de l'abast d'aquest estudi l'avaluació del risc, definit 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 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:

- **Perillositat Molt Baixa:** zones en les quals 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,** per protegir bens i immobles o el correcte funcionament de les estructures existents o planejades. Corresponen a àrees qualificades amb perillositat baixa.
- **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.

1.2 Marc Territorial

El terme municipal d'Artés té una superfície de 17.9 km² i pertany a la comarca del Bages, al seu límit amb el Moianès (figura 1). Limita al nord oest amb el municipi de Sallent, al nord oest amb el d'Avinyó i al sud amb el de Calders.

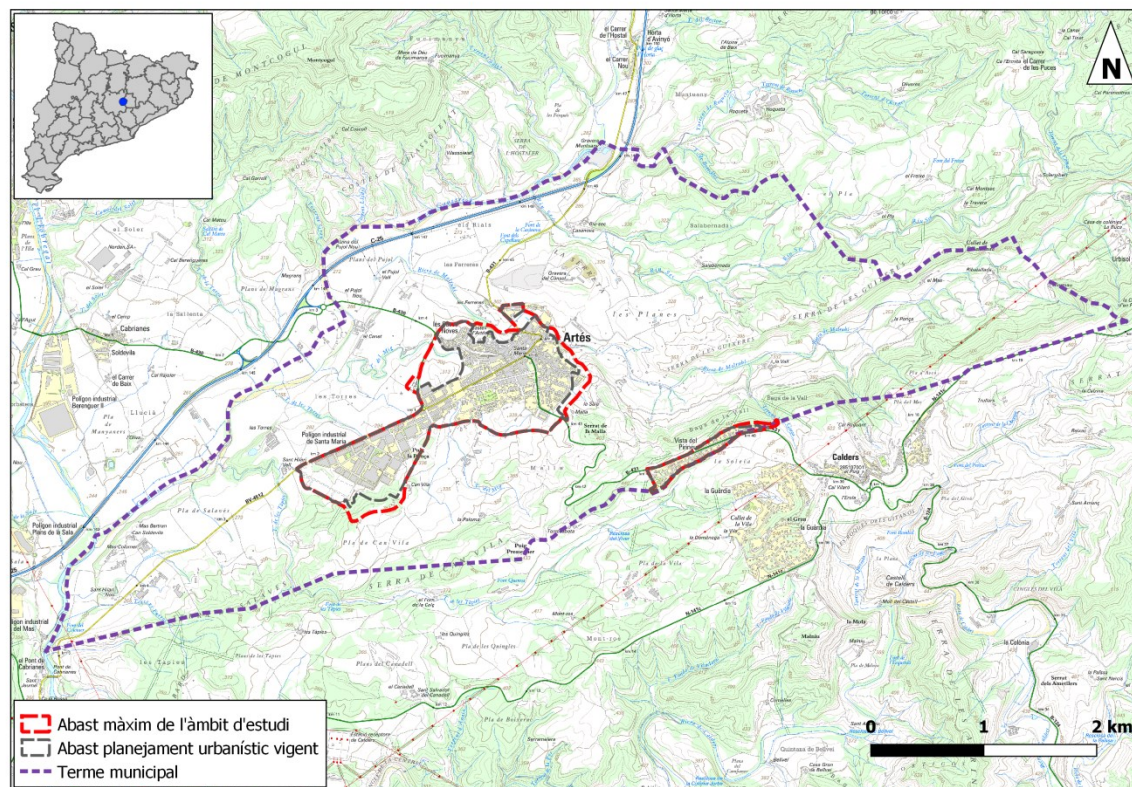


Figura 1. Localització l'àrea àmbit d'estudi, d'àmbit de planejament urbanístic i del terme municipal.

El Municipi d'Artés té una morfologia relativament suau al seu sector nord-occidental, que es torna més abrupta cap a l'est i sud-est. Les cotes d'aquest municipi es troben en el rang entre els ~235 m.s.n.m al seu extrem oest i els ~610 m.s.n.m. En el seu extrem est, el relleu del municipi es troba fortament determinat per l'encaixament de la xarxa de drenatge, essent especialment important l'encaixament de la Riera de Malrubí i la seva llera d'inundació (figura 2). Els marges d'aquest curs fluvial presenten pendents que superen els 45° en escarpaments de més de 55 m en el seus marges, i pendents més suaus que poden arribar als 35° però amb alçades que superen els 150 m (figura 3).

Dins l'àmbit d'estudi, els pendents màxims es troben a la zona més pròxima a la Riera de Malrubí del nucli urbà d'Artés, i els màxims desnivells es troben entre aquesta riera i la

urbanització de la Vista del Pirineu, amb una diferència de cota de més de 120 m. En aquest sector també es detecta un pendent de més de 45° entre l'extrem est de la urbanització i el torrent de la Gorga (figura 3).

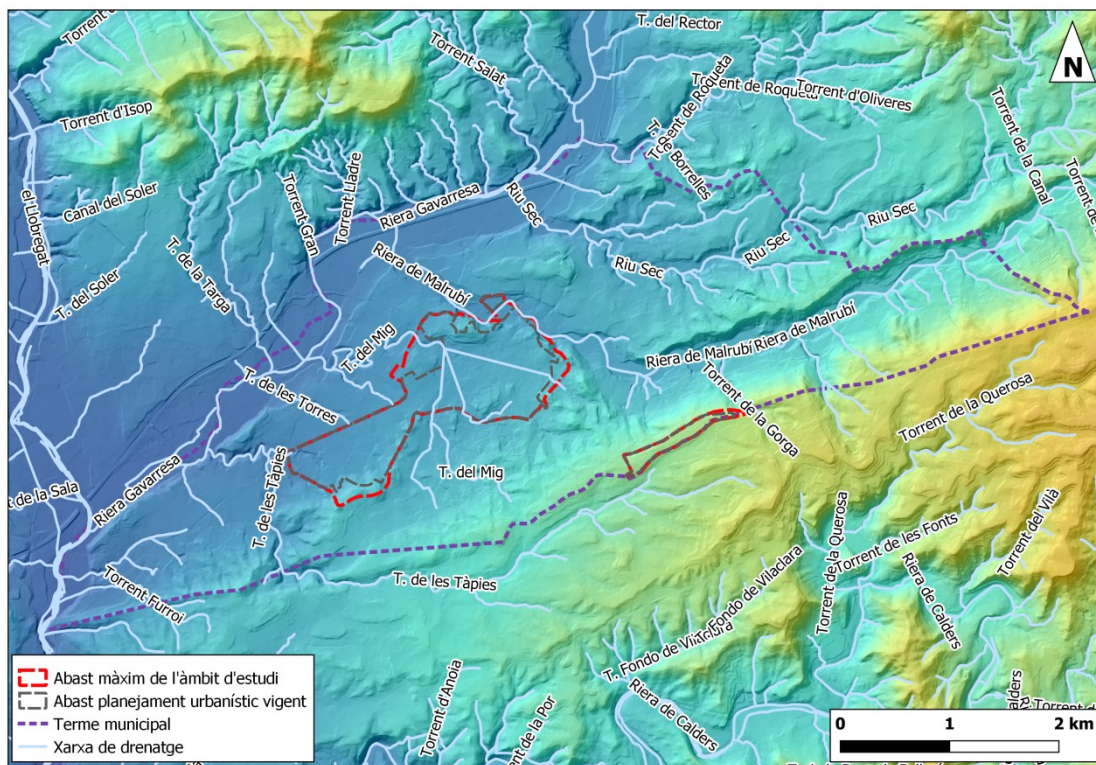


Figura 2. Mapa de relleu fet a partir de l'ombrejat del model digital d'elevacions de 5x5 m, juntament amb la xarxa de drenatge principal del terme municipal.

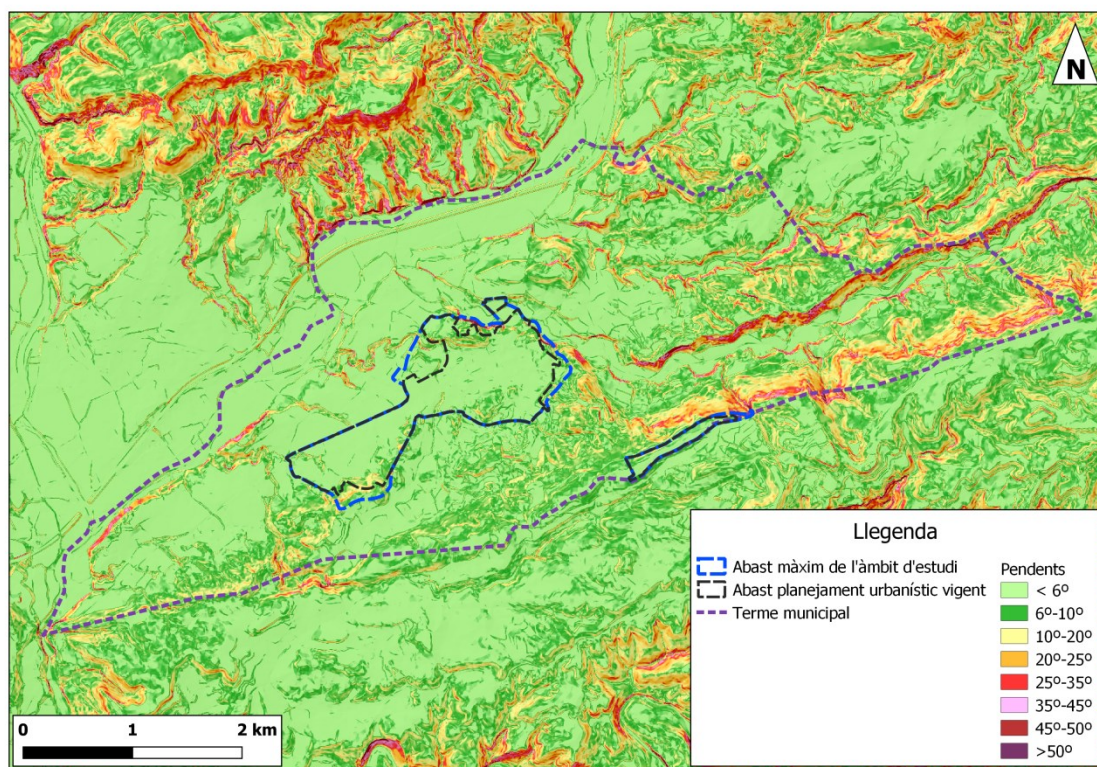


Figura 3. Mapa de pendents fet a partir del model digital d'elevacions del terme municipal.

Altres relleus destacables dins l'àmbit d'estudi es corresponen al Serrat de la Malla a les proximitats del nucli d'Artés, i la sobreelevació del pla de Can Vila al sud del polígon industrial de Santa Maria.

1.3 Marc geològic

Geològicament la zona forma part de la conca d'avantpaís paleògena generada per l'aixecament dels Pirineus. En els sectors d'estudi, els materials que formen la conca corresponen a la transició entre els darrers sediments marins de plataforma i els primers sediments continentals d'origen fluvial, amb intercalacions discontinues d'evaporites dels últims estadis d'assecamment d'aquest mar interior. Per sobre d'aquest substrat terciari, es dipositen de manera discordant materials plioquaternaris i posteriorment s'hi encaixen els rius i torrents actuals juntament amb la sedimentació de les terrasses fluvials i de fons de rius i rieres.

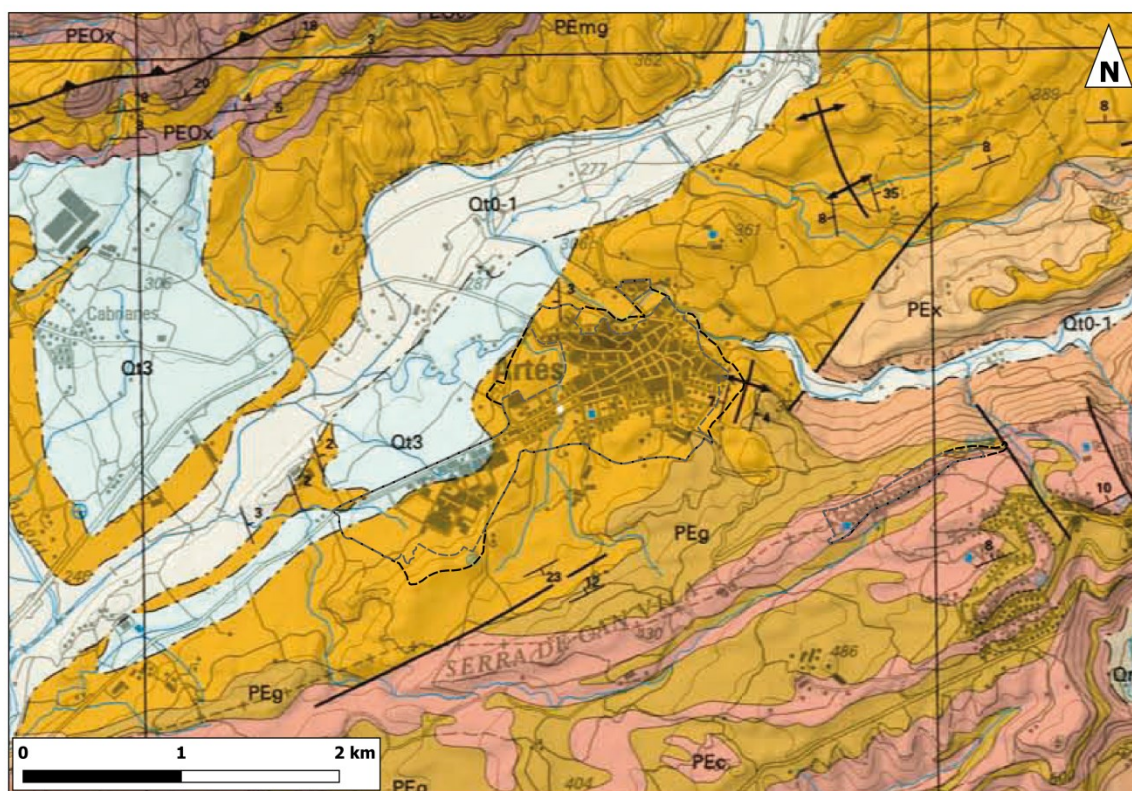


Figura 4. Detall del mapa geològic de Catalunya 1:50.000 de l'ICGC de la comarca del Bages

Les unitats geològiques cartografiades que afloren al municipi segons el Mapa Geològic comarcal de Catalunya de la comarca del Bages a escala 1:50.000 (ICGC; Figura 5), són d'època paleògena (PEmg, PEx, PEm, Pec, PEg), sobre les que es disposen sediments quaternaris (Qt3).

Qt3: Terrasses fluvials quaternàries formades per Graves sorres i lutites. Edat: Plistocè superior.

PEmg: Alternança de margues i gresos limolítics vermells. Els gresos tenen el ciment calcari i contenen abundants fragments de roca. Esporàdicament els nivells margosos contenen gasteròpodes lacustres. Els sediments procedeixen de la serralada Costanera Catalana, i progressivament cap al nord augmenta el seu caràcter lacustre. Aquesta unitat cartogràfica s'inclou dins la "formació Artés". Ambient sedimentari fluvial. Edat: Priabonià inferior.

PEx: Franja irregular de guixos situats pel damunt de la unitat PEm. Constitueixen la formació "guixos d'Òdena". Edat: Bartonianà.

PEm: Margues blaves fossilíferes amb limolites vermelles. Les margues tenen un aspecte característic i són més sorrenques cap a l'est. Dins d'aquesta unitat cartogràfica,

s'intercalen nivells calcaris cartografiats com a PEc i nivells de gresos bioclàstics cartografiats com a PEg. Aquesta unitat engloba la "formació margues d'Igualada" i "formació margues de Collbàs". La potència és aproximadament de 240 metres. Ambient sedimentari plataforma marina. Edat: Bartoniana.

PEc: Calcàries biomicrítiques. Edat: Bartoniana.

PEg: Gresos i calcàries amb ciment esparític. Edat: Bartoniana.

El municipi d'Artés no disposa de mapa geològic escala 1: 25. 000.

1.4 Sismicitat

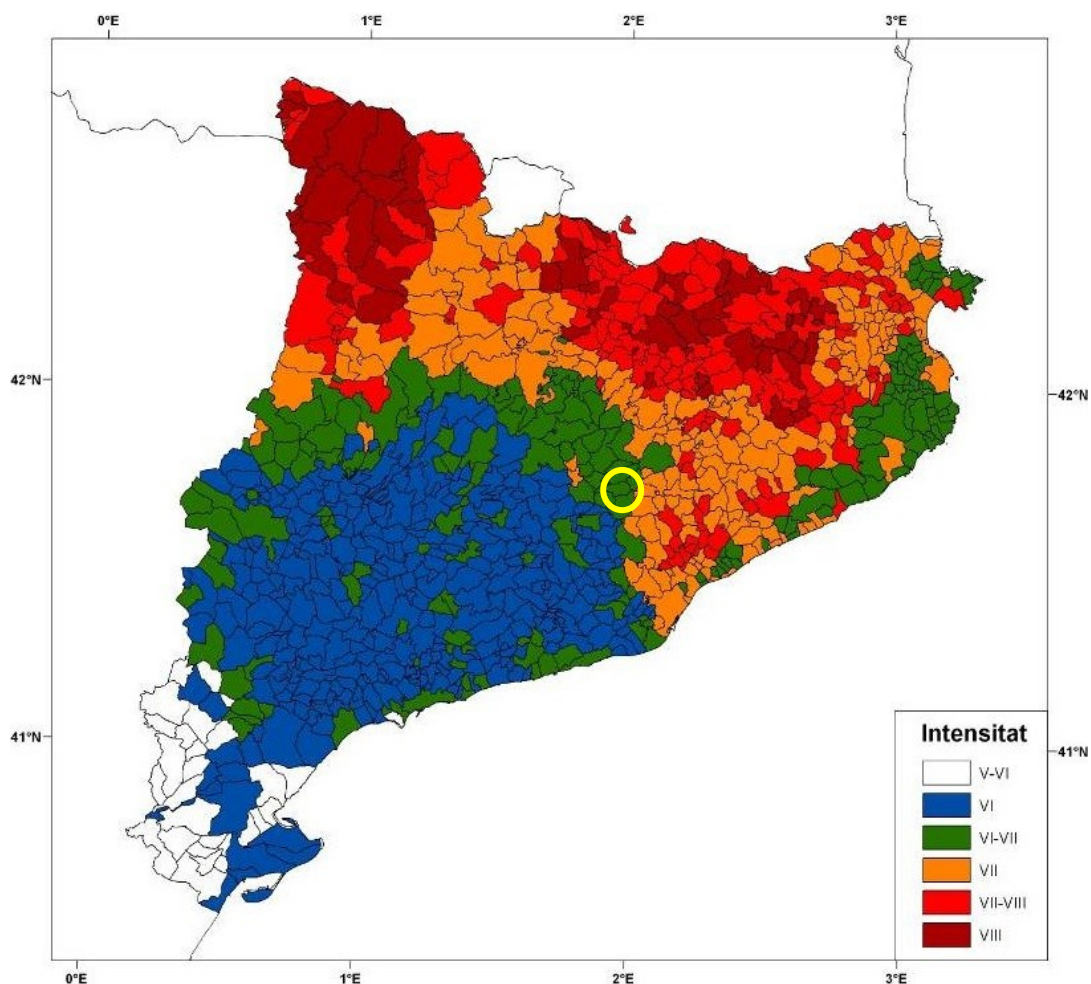


Figura 5. Mapa de zones sísmiques de Catalunya considerant l'efecte del sòl (ICC, 2001). El mapa considera per cada municipi la perillositat sísmica, com la probabilitat d'excedir una intensitat determinada en un període de temps de 500 anys, segons càlculs sismotectònics, la vulnerabilitat sísmica i l'efecte del sòl sobre el qual es troba el nucli urbà de cada municipi segons una classificació geotècnica elaborada per l'ICGC.

Segons les dades del Geoíndex de sismologia de l'ICGC (www.icgc.cat), al terme no es té constància instrumental de cap sisme. Ara bé, d'acord amb el mapa de zones sísmiques considerant l'efecte del sòl (ICC, 2001) (figura 5), el municipi està exposat a un risc sísmic d'intensitat VI-VII a l'escala de MSK.

Grau VI. Por. El sisme el perceben la majoria de les persones, tant dintre com fora dels edificis. Moltes persones surten al carrer esporuguides. Algunes persones arriben a perdre l'equilibri. Els animals domèstics fugen dels estables. En alguna ocasió, la vaixella i la cristalleria es trenquen, els llibres cauen dels prestatges, els quadres es mouen i els objectes inestables es tomben. Els mobles pesats poden arribar a moure's. Les campanes petites de torres i campanars poden sonar. En certs casos poden obrir-se bretxes de fins un centímetre d'amplada en sòls humits. Poden produir-se esllavissaments en muntanyes. S'observen canvis de cabal de les deus i en el nivell d'aigua de pous. Els danys a determinades edificacions poden arribar a ser lleugers com s'indica a la taula 1.

Grau VII. Danys a les construccions. La majoria de les persones s'esporugueixen i corren cap al carrer. Moltes tenen dificultat per mantenir-se dempeus. Les vibracions són percebudes per persones que condueixen automòbils. Sonen les campanes grans. En alguns casos, es produeixen esllavissades en carreteres que passen per vessants amb pendents acusats; es produeixen danys en juntes de canalitzacions i apareixen fissures en murs de pedra. S'aprecia onatge a les llacunes i l'aigua s'enterboleix per remoguda del fang. Canvia el nivell de l'aigua dels pous i el cabal de les deus. En alguns casos, tornen a rajar deus que estaven seques i s'assequen d'altres que rajaven. En certs casos es produeixen esllavissades en talussos de sorra o de grava. Els danys a determinades edificacions poden arribar a ser greus i en alguns casos pot haver destrucció, com s'indica a la taula 1.

Taula 1: Descripció dels danys en edificacions segons els graus d'intensitat VI i VII (MSK)

Tipus de construcció	Danys amb grau d'intensitat VI (MSK)	Danys amb grau d'intensitat VII (MSK)
Tipus A: Murs de maçoneria en sec o amb fang	Sofreixen danys lleugers i moderats	Moltes sofreixen danys greus i algunes inclús destrucció
Tipus B: Murs de fàbrica de maó	Danys lleugers	Moltes sofreixen danys moderats
Tipus C: Estructura metàl·lica o formigó armat	Sense danys de rellevància	Moltes sofreixen danys lleugers

Els valors de l'acceleració sísmica bàsica a_b/g i del coeficient de contribució K , que determina la norma sismoresistent d'aplicació general i d'edificació NCSE-02 de l'11 d'octubre de 2002 pel municipi, s'indiquen a la taula 2:

Taula 2: Valors d'acceleració sísmica bàsica i coeficient de contribució (Norma Sismoresistent NCSE-02)

Acceleració sísmica bàsica a_b/g	Coeficient de contribució K
0,04	1,0

Segons el pla especial d'emergències sísmiques a Catalunya (SISMICAT), el municipi no està obligat a elaborar un Pla d'Actuació Municipal per risc sísmic, tot i que es recomana.

2 Anàlisi de perillositat

Com a conseqüència de les diferències tant geogràfiques com geològiques entre els àmbits del nucli urbà (que inclou el nucli urbà pròpiament dit i la zona industrial annexa) i de la urbanització Vista del Pirineu, aquests dos àmbits es tracten de manera diferenciada. En tot cas, ni als arxius de l'ICGC ni a l'Ajuntament hi ha constància d'esdeveniments significatius relacionats amb riscos geològics.

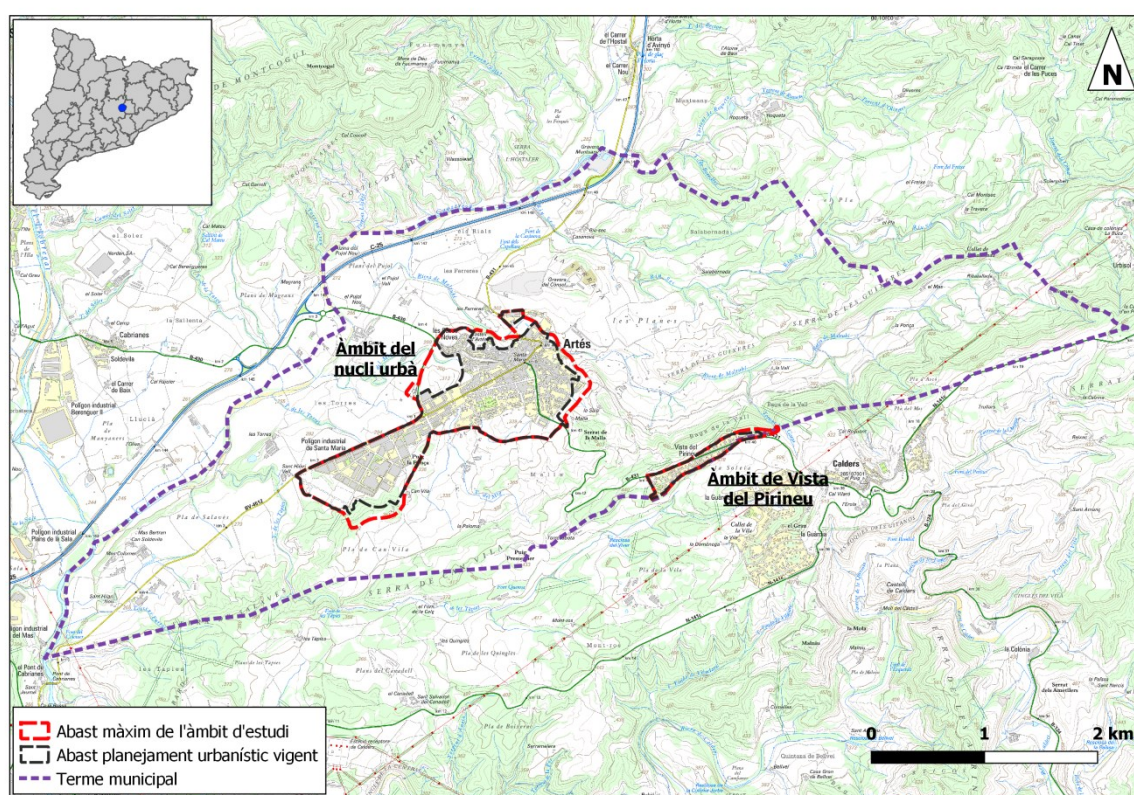


Figura 6. Mapa de localització dels àmbits d'estudi

Cal destacar que no s'ha considerat la perillositat associada a fluxos torrencials ja que a la zona d'estudi no es donen les condicions per a que aquest fenomen es produeixi.

2.1 Esllavissades

2.1.1 Àmbit del nucli urbà

La major part té una morfologia suau, amb l'excepció de les zones properes als marges de cursos d'aigua, el parc de Can Vila, els serrats de la Sala, la Malla i la Cabra i a les rodalies del castell d'Artés. Es destaquen les zones d'elevat pendent i pròximes a l'àrea urbana, que conformen els vessants del marge esquerre de la riera de Malrubí, on es troben els vessants de l'est de la masia abandonada de la Fassina i al nord i nord est del castell d'Artés (fotografia 1 i fotografia 2; Sectors A). Aquests vessants presenten pendents superiors a 45° , potències de més de 35 i 40 m respectivament, i es troben conformats per la intercalació de gresos i margues de la formació Artés. La seva localització, a la part exterior dels meandres de la riera de Malrubí, fa que aquests vessants estiguin sotmesos a l'erosió en el tram més inferior, fet que pot provocar l'esllavissada dels nivells superiors. Com a conseqüència de l'alçada dels vessants respecte a la riera en aquests sectors, se'ls assigna una perillositat mitjana per lliscaments i caigudes de blocs, extensiva a una franja de seguretat a la part alta i a la part baixa dels vessants (sector A, plànol 2).

Al marge sud del turó on es troba el castell, al talús per sobre de la carretera a Sallent (sector B), també afloren els materials de la formació Artés (fotografia 3). Aquest talús té un pendent i una alçada més moderats ($< 35^\circ$ i $< 10-15$ m) i s'hi observen processos d'erosió diferencial per efecte de la pluja. Tot i això, no està sotmès a processos d'erosió per la riera i l'efecte de l'erosió sobre les capes més toves és més lent i la freqüència de desprendiments al talús menor. Com a conseqüència de la menor cota pendent i de la menor erosió de les capes toves, s'assigna al sector B (plànol 2) una perillositat baixa per desprendiments.



Fotografia 1. vessant a l'est de la Fassina



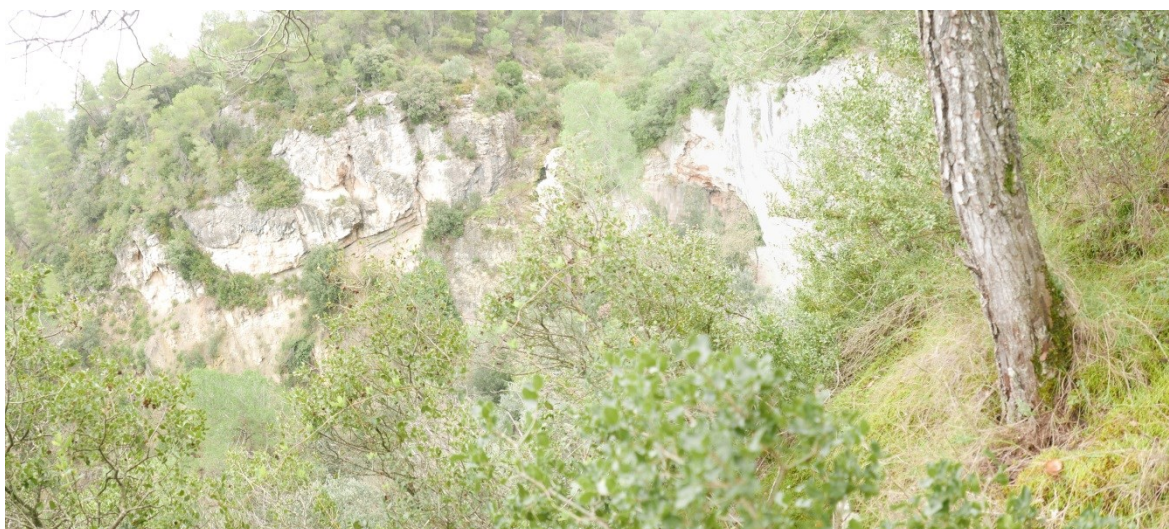
Fotografia 2. vessant al nord-est del castell d'Artés



Fotografia 3. Talús al sud del turó del castell d'Artés per sobre de la carretera a Sallent.

2.1.2 Àmbit de Vista del Pirineu

Aquest àmbit presenta una morfologia suau en gairebé tota la seva extensió, excepte en el marge de l'extrem nord on limita amb els forts pendents de la baga de la Vall. Aquests pendents esdevenen més verticals a les proximitats del torrent de la Gorga, on aflora una capa de calcàries del Bartonianà (unitat PEm) amb una potència aproximada de 25 m, sobre la qual s'assenta tot el sector (fotografia 4).



Fotografia 4. Aflorament dels les calcàries del Bartonianà al torrent de la Gorga



Fotografia 5. Aflorament dels les calcàries del Bartonià al torrent de la Gorga, vist des de la Vall.

A l'extrem nord, el pendent sobrepasa els 45° i s'hi observen processos d'erosió a la base de les calcàries, més evident quan s'observa des de la Vall (fotografia 5), que afectaria les margues subjacents més toves (de la unitat PEm). Addicionalment, les calcàries presenten un conjunt de famílies de discontinuïtats verticals i amb un lleuger cabussament favorable al pendent, que permeten la individualització de blocs. El despreniment dels blocs podria arribar a afectar la franja més propera al torrent del sector urbà. Com a conseqüència de la individualització de blocs i l'elevat pendent per erosió per sota les calcàries s'assigna al sector C (plànol 4) una perillositat mitjana per esllavissades (lliscaments i despreniments).

2.2 Esfondraments

2.2.1 Àmbit del nucli urbà

Segons la cartografia geològica existent, aquest àmbit no presenta unitats geològiques que continguin litologies susceptibles de desenvolupar processos d'esfondrament per carstificació o dissolució. En aquest sentit, es considera que els guixos de la unitat PEx, que apareixen a l'est de la zona, es troben a prou fondària, no poden produir problemes de moviments a la superfície del terreny. Per tant es considera que aquest àmbit no presenta perillositat per esfondraments.

2.2.2 Àmbit de Vista del Pirineu

Aquest àmbit es troba sobre la capa de calcàries biomicrítiques del Bartonianà (unitat PEc), que aflora a la boga de la Vall amb una potència d'aproximadament 25 m. Tot i que aquests materials podrien desenvolupar processos càrstics, com és el cas de la surgència de la Font de les Tàpies de Calders, no s'hi han observat evidències ni existeixen antecedents en el sector d'estudi. És per això que es considera que aquest àmbit no presenta perillositat per esfondraments.

2.3 Processos derivats de l'acció humana

En relació a processos derivats de l'acció humana, l'ajuntament informa de la presència d'alguns rebliments de baixa qualitat, que han produït problemes de caràcter geotècnic durant les actuacions que s'han portat a terme per la construcció de l'escola bressol o de la plaça Catalunya. La comparació entre fotografies aèries de diferents èpoques indica que aquestes problemàtiques de caràcter geotècnic estarien relacionades amb el soterrament i terraplenat d'antics cursos d'aigua (figura 7).



Figura 7. Comparativa entre les ortofotografies de 1946 i 2014 on s'identifica una zona d'antics cursos d'aigua que ha estat reblerta i urbanitzada.

Els encaixaments observats en alguns torrents actuals poden arribar als 10 m. Com a conseqüència, els rebliments existents podrien ser prou importants com per a generar problemàtiques en l'estabilitat de les estructures, ja que habitualment aquests materials no són favorables per a la fonamentació. Als plànols 2 i 3 s'han representat les àrees que contenen probables rebliments identificats a partir de la fotografia històrica i la informació aportada per l'Ajuntament. Cal tenir en compte que la major part d'aquests reblerts s'han identificat a partir de la imatge aèria històrica, i per tant és possible que algunes zones amb reblerts no hagin estat identificades i d'altres sense reblert hagin estat incloses.

3 Conclusions i recomanacions

Després de l'avaluació amb la informació disponible s'ha considerat l'existència de perillositat geològica baixa o mitjana per esllavissades en determinats vessants associats a escarpaments en els dos àmbits. També s'han identificat reblerts antròpics que podrien produir problemes a fonamentacions.

Les àrees identificades amb perillositat baixa o mitjana per esllavissades, on cal recomanar mesures per tal d'evitar incidències derivades de les característiques del terreny s'identifiquen com els sectors A, B i C.

Als **sectors A i C** de l'àmbit del nucli urbà i Vista del Pirineu respectivament, s'ha assignat una perillositat mitjana per esllavissades (lliscaments i desprendiments) a una franja associada als escarpaments. En aquests sectors es recomana la realització d'estudis detallats de zonificació de la perillositat, previs a qualsevol actuació urbanística, on es tingui en compte l'exposició, la perillositat i la compatibilitat amb els diferents usos del sòl. Aquests estudis han de considerar les actuacions de millora, protecció i/o estabilització del terreny necessàries per garantir-ne la seguretat. Addicionalment es recomana evitar excavar la base o incrementar el pendent dels vessants.

Al **sector B**, localitzat a l'àmbit del nucli urbà s'ha assignat una perillositat baixa per desprendiments. Es recomana identificar els trams amb exposició a la caiguda de blocs i, si és el cas, sanejar, fixar els blocs amb potencial a despendre's o protegir amb malles els elements exposats.

En el cas dels reblerts, es recomana que qualsevol actuació vagi acompanyada d'un estudi geotècnic que caracteritzi els reblerts i el terreny natural per assegurar una fonamentació idònia d'estructures i edificis. També es recomana tenir una cura especial en la instal·lació de sistemes de distribució d'aigua i sanejament en aquests materials per tal de prevenir processos d'erosió que puguin induir inestabilitats. Tanmateix, cal tenir present la possible existència de reblerts no identificats.

Amb caràcter general, independentment de les perillositats identificades en aquest informe, 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'inestabilitats, especialment en aquells dominis amb pendents superiors als 20°.
- Evitar edificar a les vores d'escarpaments de vessants i talussos. Es recomana deixar una distància prudencial entre l'escarpament i la base de les edificacions, ja que aquestes es poden veure afectades pel retrocés de l'escarpament.
- Evitar les fonamentacions sobre terraplens o rebliments antròpics preexistents. Usualment, no solen ser aptes per a fonamentar estructures, i poden generar assentaments diferencials importants en ser sotmesos a càrregues.

Barcelona, Gener de 2019

Vist i plau



Xavier Rodriguez Lloveras

Unitat de Prevenció de Riscos Geològics

Jordi Marturià Alavedra

Cap de la Unitat de Prevenció de Riscos Geològics

ANNEXES:

QUADRE RESUM

FITXES SECTORS

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

PLÀNOLS

QUADRE RESUM

Estudi d'Identificació de Riscos Geològics a l'àmbit del PDU de la conca d'Òdena

Àrea	Esllavissades	Esfondraments	Riscos induïts
EIRG Artés	<p>Perillositat mitjana</p> <p>Indicis de magnitud mitjana.</p> <p>Es recomana evitar urbanitzar a la part alta i baixa dels escarpaments.</p> <p>Prèviament a la construcció d'edificacions o altres estructures i a noves carreteres, ampliacions o modificacions de les existents es recomana realitzar estudis de detall d'estabilitat del vessant que determinin les mesures preventives i correctores adequades considerant els terrenys superiors i inferiors a la zona d'actuació.</p> <p>Perillositat baixa</p> <p>Indicis de magnitud baixa.</p> <p>Prèviament noves ocupacions, ampliacions o modificacions dels usos existents es recomana que es facin estudis geotècnics o geològics que considerin el risc de desprendiments, i determinin les mesures preventives i correctores adequades si s'escau.</p>	<p>Perillositat molt baixa</p> <p>Presència de calcàries, sense indicis de carstificació</p> <p>Sense recomanacions específiques</p>	<p>Existència de rebliments que poden generar assentaments diferencials importants en ser sotmesos a càrregues.</p> <p>Es recomana evitar fonamentar en els materials de reblert o en defecte, acompanyar qualsevol actuació d'un estudi geotècnic que localitzi la profunditat i caracteritzi el terreny natural idoni per a la fonamentació. També es recomana evitar l'abocament i fuites d'aigües si s'instal·len sistemes i infraestructures d'abastament, distribució i sanejament.</p>

FITXES SECTORS

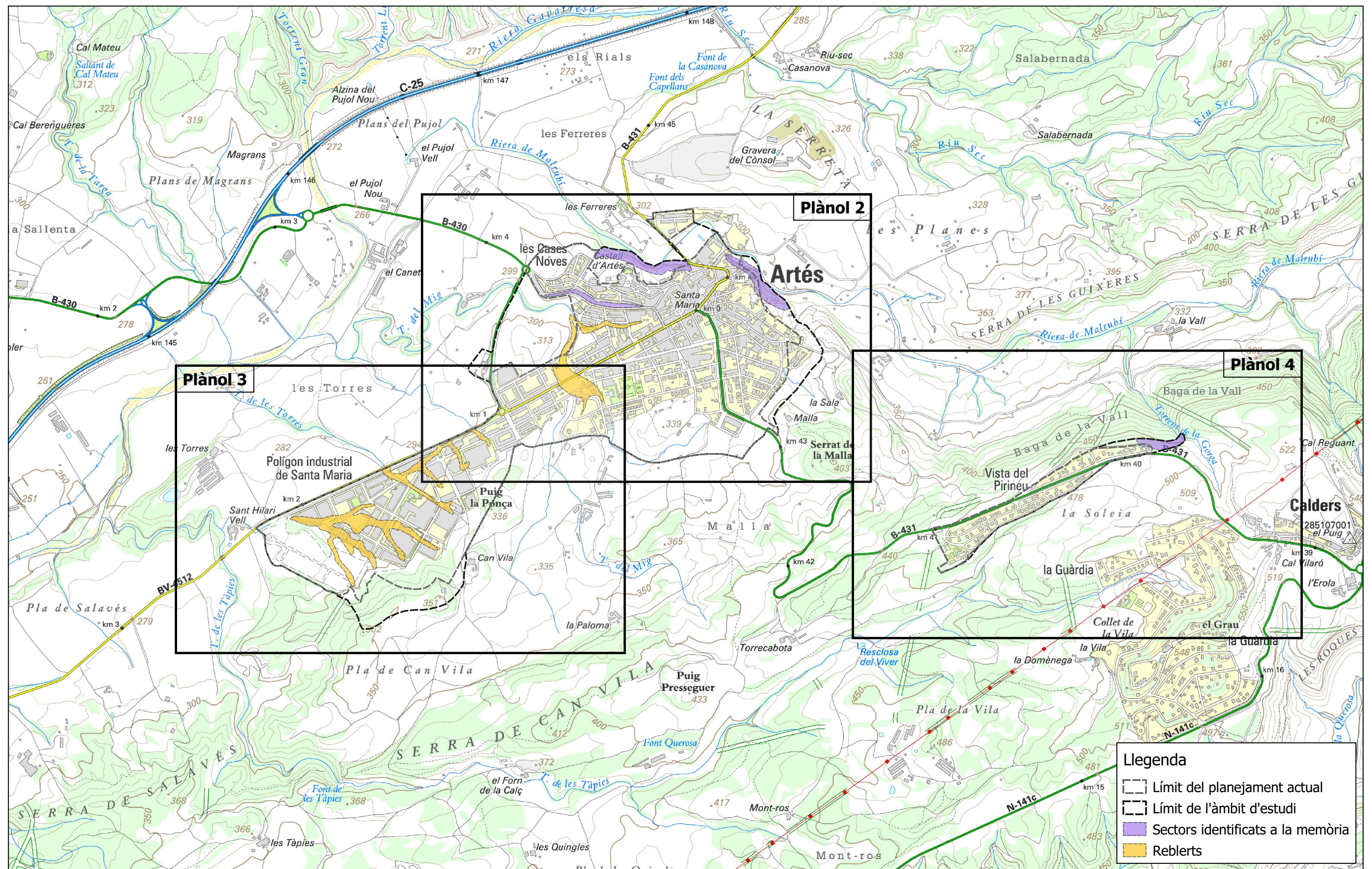
Sectors A (àmbit nucli urbà) i C (àmbit Vista del Pirineu)		
Perillositat	Tipus	Esllavissades
	Grau	Mitjana
Propostes		Realització d'estudis detallats de zonificació, previs a qualsevol actuació urbanística, on es tingui en compte la perillositat i la compatibilitat amb els diferents usos del sòl. Els estudis han de considerar les actuacions de millora, protecció o estabilització del terreny necessàries per garantir-n'hi la seguretat dels usos previstos.

Sector B		
Perillositat	Tipus	Desprendiments
	Grau	Baixa
Propostes		Determinar l'exposició a la caiguda de possibles blocs i si es donés el cas, sanejar o fixar els elements amb potencial a dependre's.

REFERÈNCIES

- IGC (2001). *Mapa de Zones Sísmiques considerant l'efecte sòl*. Institut Cartogràfic de Catalunya.
- 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







Plànol 3

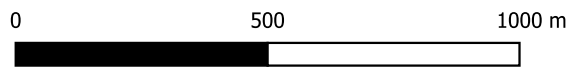
Plànol 2

Plànol 4

Llegenda

-  Límit del planejament actual
-  Límit de l'àmbit d'estudi
-  Sectors identificats a la memòria
-  Reblerts

Data:
Gener 2019



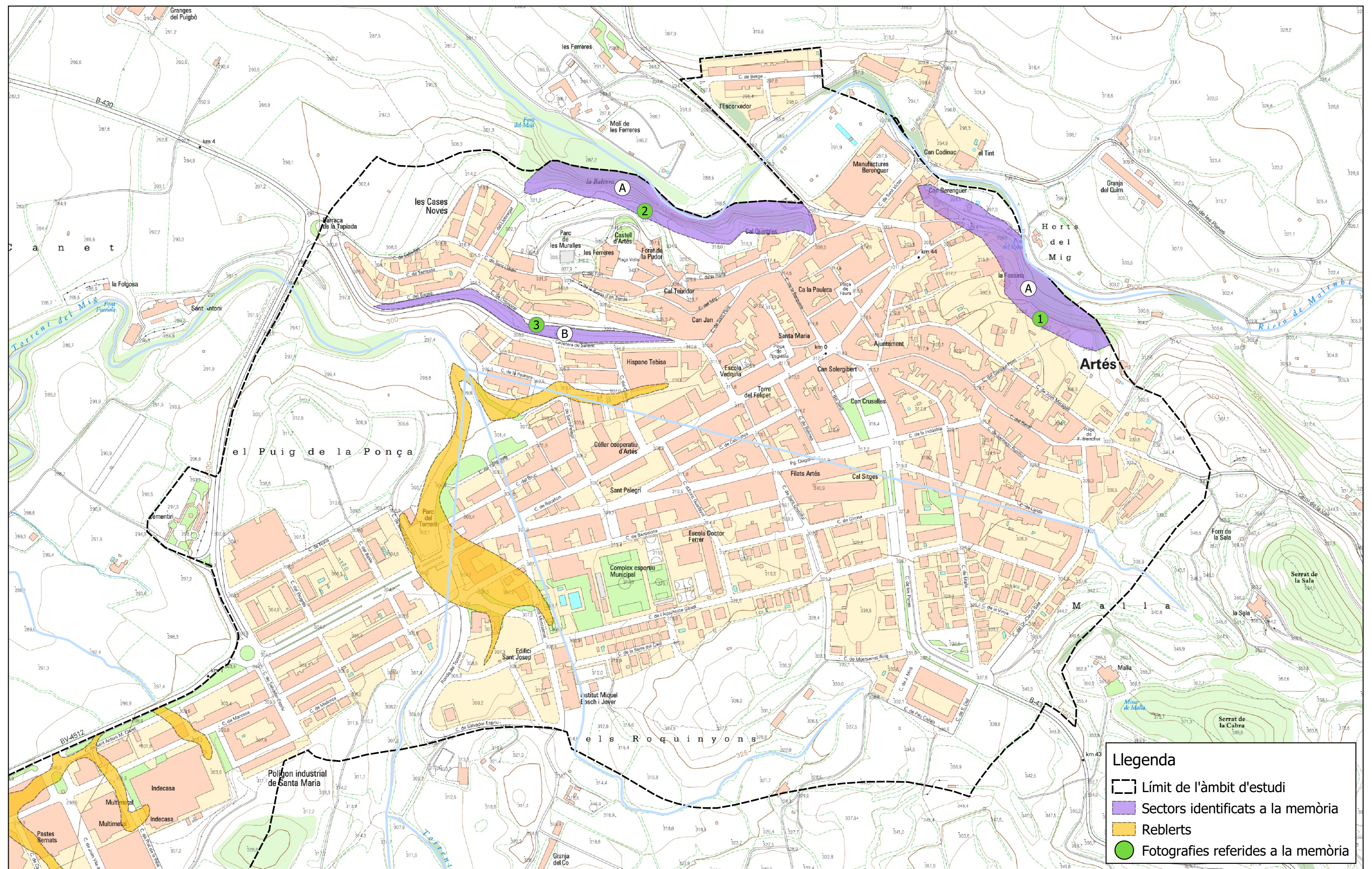
Escala: 1:15.000 (DIN-A3)

Estudi d'Identificació de Riscos Geològics del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal d'Artés (Bages). Informe: ICGC.AP-0001/19





Localització dels plànols d'anàlisi de perillositat de l'estudi



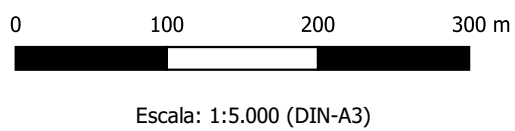
Plànol 1



Llegenda

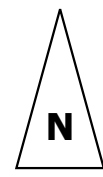
-  Límit de l'àmbit d'estudi
-  Sectors identificats a la memòria
-  Reblerts
-  Fotografies referides a la memòria

Data:
Gener 2019

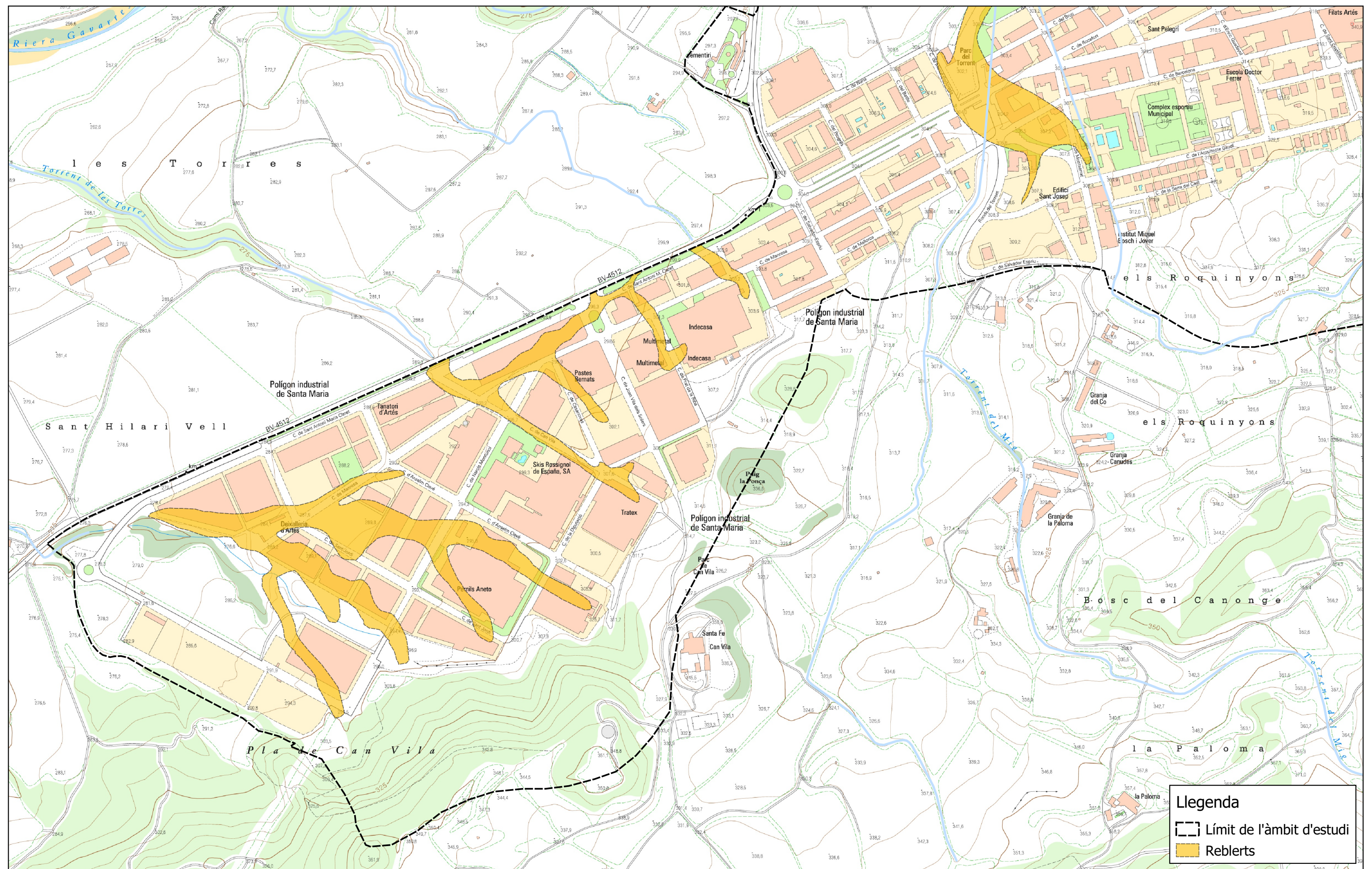


Estudi d'Identificació de Riscos Geològics del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal d'Artés (Bages). Informe: ICGC.AP-0001/19

Àrees considerades a l'anàlisi de perillositat del municipi d'Artés (Bages)



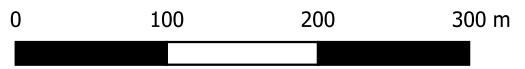
Plànol 2



Legenda

- Límit de l'àmbit d'estudi
- Reblerts

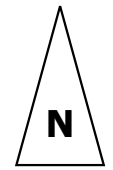
Data:
Gener 2019



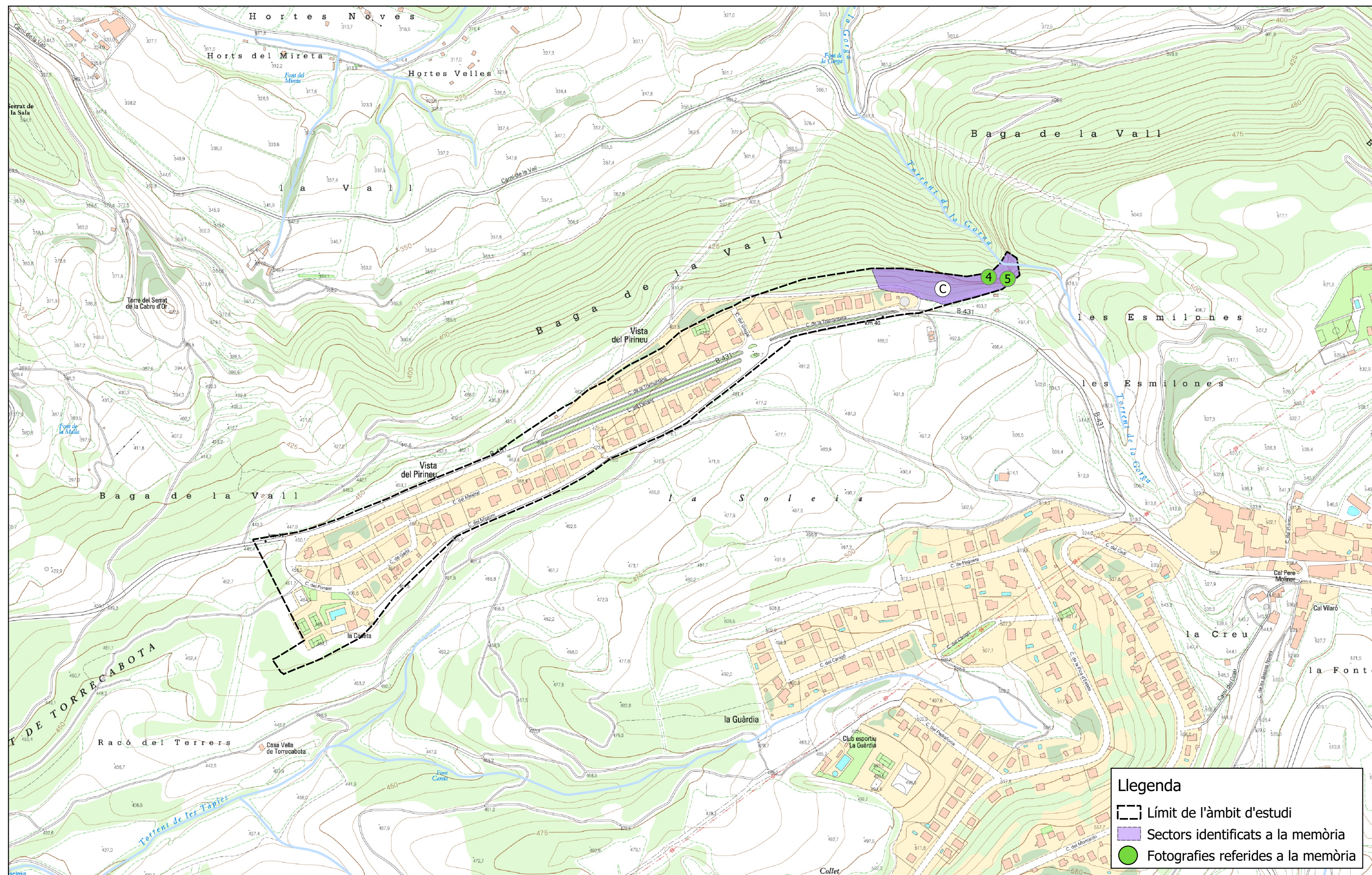
Escala: 1:5.000 (DIN-A3)

Estudi d'Identificació de Riscos Geològics del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal d'Artés (Bages). Informe: ICGC.AP-0001/19




Àrees considerades a l'anàlisi de perillositat del municipi d'Artés (Bages)



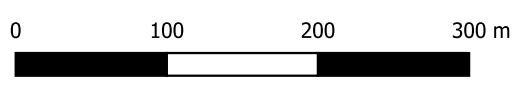
Plànol 3



Llegenda

-  Límit de l'àmbit d'estudi
-  Sectors identificats a la memòria
-  Fotografies referides a la memòria

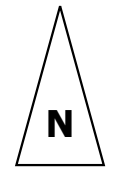
Data:
Gener 2019



Escala: 1:5.000 (DIN-A3)

Estudi d'Identificació de Riscos Geològics del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal d'Artés (Bages). Informe: ICGC.AP-0001/19

Àrees considerades a l'anàlisi de perillositat del municipi d'Artés (Bages)



Plànol 4