



**MODIFICACIÓ DEL PLA GENERAL DE ROSES SISTEMES VIARI I D'APARCAMENTS DEL CAP DE CREUS (Modificació 9/2024)**

Lluís Gratacós Soler  
Arquitecte

C/ Tapis, 26  
17600 Figueres  
972.510.320  
estudi@gratacos.cat

PROMOTOR

**Ajuntament de Roses**  
Plaça Catalunya, 12.  
17480 ROSES

TEXT REFÓS segons  
acord CTUG de 1  
d'octubre de 2025

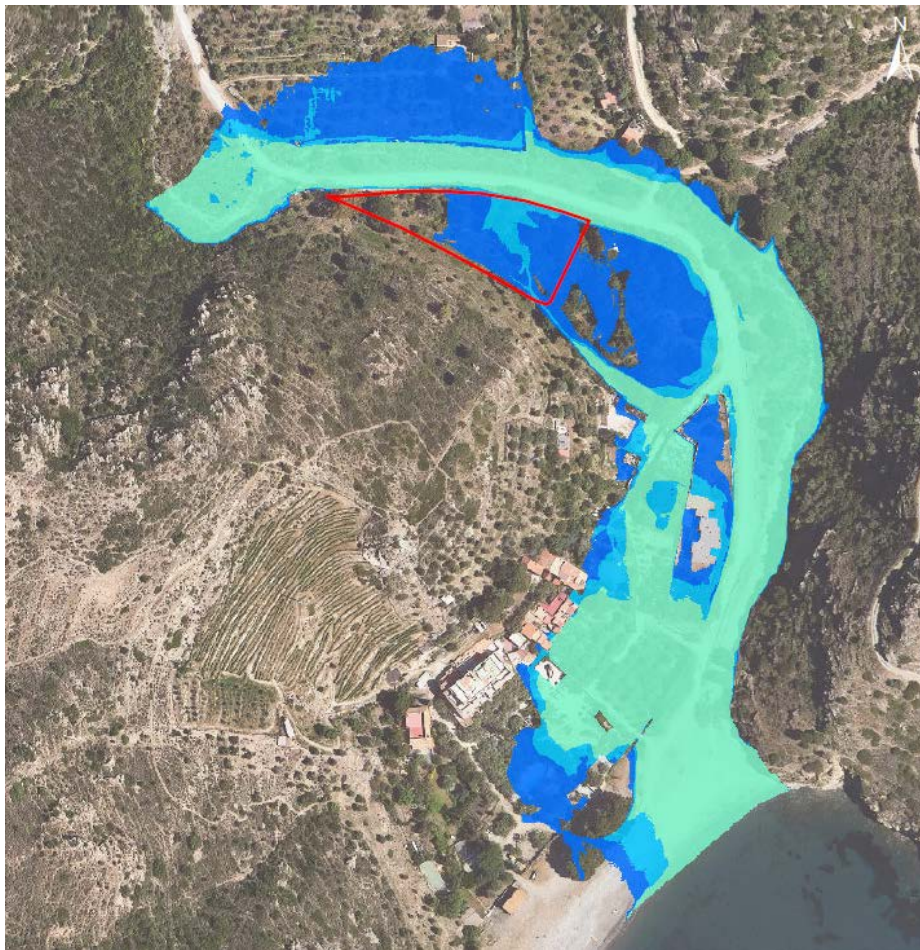
**Modificació del  
sistema viari i  
d'aparcaments  
del Cap de Creus**

**ANNEX 3**

Figueres,  
octubre de 2025

**ANNEX 3**  
**ESTUDIS INUNDABILITAT I RISCOS GEOLÒGICS**

# ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT A CALA JÓNCOLS, A ROSES (ALT EMPORDÀ)



**ÍNDEX**

1. INTRODUCCIÓ .....	3
1.1. OBJECTIUS .....	3
1.2. ÀMBIT D'ESTUDI .....	3
1.3. ANTECEDENTS.....	6
1.4. RESUM METODOLÒGIC .....	7
2. NORMATIVA .....	9
2.1. REIAL DECRET 638/2016 .....	9
2.2. PLA DE GESTIÓ DEL DISTRICTE DE CONCA FLUVIAL DE CATALUNYA 2016-202114	
3. DESCRIPCIÓ DE LA RIERA DE JÓNOLS .....	15
4. HIDROLOGIA .....	22
4.1. ASPECTES BÀSICS.....	22
4.2. CABALS NORMALITZATS .....	22
4.3. CARACTERÍSTIQUES DE LA CONCA .....	23
4.4. CABALS EMPRATS A L'ESTUDI .....	23
4.5 HIDROGRAMES ADOPTATS A L'ESTUDI .....	23
5. HIDRÀULICA.....	25
5.1. MODEL DIGITAL DEL TERRENY .....	25
5.2. MODELITZACIÓ 2D.....	26
5.3. COEFICIENTS DE RUGOSITAT .....	28
5.3.1. PLANA D'INUNDACIÓ .....	28
5.3.2. LLERES .....	29
5.4. CONDICIONS DE CONTORN.....	31
5.5. GEOMETRIA DE CÀLCUL .....	31
6. SITUACIÓ ACTUAL .....	36
6.1. ELEMENTS DE REPRESENTACIÓ .....	36
6.2. ZONA DE FLUX PREFERENT .....	36
6.2.1. INTRODUCCIÓ .....	36
6.2.2. ZONA ON ES PODEN PRODUIR GREUS DANYS SOBRE LES PERSONES I ELS	
BÉNS (ZIP) .....	37
6.2.3. VIA D'INTENS DESGUÀS (VID) .....	37
6.2.4. ZONA DE FLUX PREFERENT (ZFP) .....	40
6.3. REPRESENTACIÓ GRÀFICA .....	41
6.3.1. ZONES INUNDABLES I ZONA DE FLUX PREFERENT DE LA RIERA DE	
JÓNOLS.....	41
6.3.2. DETALL DE LES ZONES INUNDABLES I ZONA DE FLUX PREFERENT A L'ÀMBIT	
D'ESTUDI .....	43
6.4. CALATS I VELOCITATS AVINGUDA T=500 ANYS.....	45
7. RESULTATS I CONCLUSIONS.....	46
8. CARTOGRAFIA .....	48

**Índex d'imatges**

Imatge 1. Ortofotomatge amb l'àmbit d'estudi.....	4
Imatge 2. Fotografies àmbit d'estudi.....	4
Imatge 3. Delimitació geomorfologia riera de Jóncols.....	7
Imatge 4. Esquema delimitació dels espais fluvials i les zones inundables.....	12
Imatge 5. Resum limitacions d'usos aplicables a nivell estatal (art. 9bis, 9ter, 9 quàter i 14 bis del RDPH).....	13
Imatge 6. Riera de Jóncols aigües amunt del pas sobre el camí d'accés a Cala Jóncols.....	15
Imatge 7. Vista del gual del camí d'accés a Cala Jóncols.....	16
Imatge 8. Vista de la riera adjacent àmbit d'estudi.....	17
Imatge 9. Vista de la riera aigües avall fins a la desembocadura.....	19
Imatge 10. Fitxa cabal normalitzat de la riera de Jóncols.....	22
Imatge 11. Hietograma i hidrograma en el punt de desguàs.....	23
Imatge 12. Hidrograma riera de Jóncols.....	24
Imatge 13. Àmbits de les topografies utilitzades.....	25
Imatge 14. Model d'Elevació del Terreny (MET).....	26
Imatge 15. Valors del coeficient de rugositat de Manning.....	29
Imatge 16. Fotografies llera.....	30
Imatge 17. Detall malla de simulació 2D.....	32
Imatge 18. Fotografies d'alguns portals existents.....	33
Imatge 19. Malla de simulació 2D i Breaklines.....	34
Imatge 20. Imatges condicions modelització 2d – HECRAS.....	35
Imatge 21. ZIP/ZIG de la riera de Jóncols.....	37
Imatge 22. Model delimitació de la VID.....	38
Imatge 23. Esquema murs laterals utilitzats per modelitzar les VID.....	38
Imatge 24. VID dels cursos fluvials estudiats.....	39
Imatge 25. Sobreelevació VID respecte T=100 anys.....	39
Imatge 26. Zona de flux preferent de la riera de Jóncols.....	40
Imatge 27. Zona inundable per T=10 anys de la riera de Jóncols.....	41
Imatge 28. Zona inundable per T=100 i 500 anys de la riera de Jóncols.....	42
Imatge 29. Zona de flux preferent de la riera de Jóncols.....	42
Imatge 30. Zona inundable per T=10 anys a l'àmbit d'estudi.....	43
Imatge 31. Zona inundable per T=100 i 500 anys a l'àmbit d'estudi.....	43
Imatge 32. Zones de Flux Preferent a l'àmbit d'estudi.....	44
Imatge 33. Calats per T=500 anys a l'àmbit d'estudi.....	45
Imatge 34. Velocitat per T=500 anys a l'àmbit d'estudi.....	45
Imatge 35. Topogràfic detall on s'observa l'escòrrec.....	46
Imatge 36. Localització dels punts de control.....	47

# 1. INTRODUCCIÓ

Aquest estudi d'inundabilitat "per la instal·lació d'un aparcament a Cala Jóncols, a Roses (Alt Empordà)" es redacta a petició de l'Ajuntament de Roses pel requeriment de l'informe de 'Agència Catalana de l'Aigua (UDPH2022004369) en el marc de la Modificació del Pla General al sistema viari i d'aparcament del Cap de Creus. Degut a aquest requeriment realitzat per l'Agència Catalana de l'Aigua, l'Ajuntament de Roses ha encarregat aquesta ampliació de "l'Estudi hidràulic de la riera de Jóncols en l'àmbit del PEU-7 "Jóncols", a Roses (Alt Empordà)".

## 1.1. OBJECTIUS

L'objectiu d'aquest estudi és determinar les zones inundables i la zona de flux preferent de la riera de Jóncols en l'àmbit de l'aparcament previst en sòl rústic a Cala Jóncols segons la Modificació del Pla General al Sistema Viari i d'aparcaments del Cap de Creus. TM Roses

En l'informe de l'Agència Catalana de l'Aigua s'exposa entre d'altres coses:

"En aquest sentit, i pel que fa les àrees d'aparcaments proposades a les proximitats de Cala Rostella, de Cala Montjoi, i de Cala Jóncols, on hi recorren els recs de la Rostella, rec de Montjoi i riera de Jóncols respectivament, caldrà tenir en compte, i pel què fa la nova regulació que preveu la present Modificació Puntual amb els nous usos que es generaran amb la implantació de la zona d'aparcament en sòl rústic, el que disposen els articles 9 (bis) i 14 (bis) del Reglament del Domini Públic Hidràulic (modificat pel RD 638/2016) pel que fa a les limitacions d'usos en sòl rural en la zona de flux preferent i en la zona inundable.

D'acord amb l'article 9bis apartat b) del RDPH, en Zona de Flux Preferent no es permetran instal·lacions permanents d'aparcament de vehicles en superfície, pel que es considera necessari que es delimiti l'esmentada Zona de Flux Preferent en els àmbits indicats anteriorment per tal de verificar la compatibilitat d'usos de les zones d'aparcament proposades d'acord el que preveu l'article 9bis.

L'article 14bis 'Limitacions dels usos del sòl en la Zona inundable', no estableix limitacions d'usos en la Zona Inundable pel que fa la instal·lació d'aparcaments en sòl rural, sempre i quan el promotor porti una declaració de responsable en la que expressa clarament que coneix i assumeix el risc existent i les mesures de protecció civil aplicables al cas, comproment-se a traslladar aquesta informació als possibles afectats, amb independència de les mesures complementàries que consideri oportú adoptar per a la seva protecció."

En aquest sentit es determinaran les zones inundables per a T=10, 100 i 500 anys de període de retorn així com la Zona de Flux Preferent (ZFP); per tal de determinar els usos admesos respecte el risc d'inundabilitat segons la legislació vigent (modificació del RDPH, entrada en vigor del RD 638/2016, de 9 de desembre, publicat al BOE núm. 314 de 29 de desembre de 2016.

## 1.2. ÀMBIT D'ESTUDI

En aquest estudi s'ha estudiat des d'aigües amunt de l'àmbit d'estudi fins a al desembocadura de la riera de Jóncols per tal d'estudiar en detall l'àmbit proposat d'aparcament en sòl rústic i la resta de l'espai.

L'àmbit d'estudi es troba al marge dret de la riera de Jóncols separat de la riera pel camí d'accés a la Cala Jóncols i en un tram de 59 metres per un mur de pedra seca d'una amplada de 1,20m.

Imatge 1. Ortofotomatge amb l'àmbit d'estudi



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

Imatge 2. Fotografies àmbit d'estudi

Fotografia des del qual ubicat aigües amunt i del camí





Fotografia des de sobre el mur de pedra seca





### 1.3. ANTECEDENTS

El desembre de 2012, l'empresa ABM va realitzar un estudi hidràulic de la riera de Jóncols en l'àmbit de la Cala Jóncols al terme municipal de Roses, on s'estudia l'estat actual d'aquesta i del complex Cala Jóncols. L'Agència Catalana de l'Aigua va emetre informe sobre aquest estudi amb número d'expedient UDPH2013004172 i datat el 30 d'abril de 2014. En aquest informe, l'ACA determina que a l'avanç del PEU tot i fer menció a la normativa urbanística enfront a riscos d'inundació i a la zonificació que aquesta planteja, aquesta no s'ha tingut en compte a l'hora de definir l'ordenació del conjunt de l'àmbit.

El maig de 2015, l'empresa SERPA Enginyeria i Consultoria Ambiental SL va realitzar l'ampliació de l'estudi d'hidràulic de la riera de Jóncols a l'àmbit del PEU-7 "Jóncols" al terme municipal del Roses incorporant els requeriments de l'informe de l'ACA amb número d'expedient UDPH2013004172.

El Consell d'Administració de l'Agència Catalana de l'Aigua, en sessió del 16 de juliol de 2020, va aprovar la "Revisió i actualització dels mapes de perillositat i de risc d'inundació" del districte de conca fluvial de Catalunya (MAPRI 2019), corresponents al 2n cicle. La informació disponible en aquesta zona únicament són les zones potencialment inundables geomorfològicament.

Imatge 3. Delimitació geomorfologia riera de Jóncols



A l'any 2021, l'Agència Catalana de l'Aigua va realitzar una cobertura de cabals normalitzats de la majoria de cursos fluvials del Districte de Conca Fluvial de Catalunya. Aquesta cobertura és de punts equidistants cada 50 m que corresponen a zones on s'acumula l'escorriment superficial i/o formen part de la xarxa de rius 1:50.000 i/o formen part de la cobertura de tramificació de cabals desenvolupada per l'Agència. La metodologia que es va seguir va ser el Mètode Racional, a excepció dels punts que tenen el seu origen a la tramificació de cabals a on l'Agència ha realitzat estudis hidrològics i/o hidràulics de detall. Els cabals de càlcul han estat els corresponents a les avingudes de MCO, 10, 100 i 500 anys de període de retorn. A més a més, la cobertura incloïa els paràmetres hidrològics que justifiquen els valors obtinguts. En aquest estudi s'han fet servir aquests cabals per estudiar la riera de Jóncols.

#### 1.4. RESUM METODOLÒGIC

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

Els estudis hidrològics s'efectuen per tal de determinar els cabals per a cada curs fluvial i pels períodes de retorn corresponents. Un cop obtinguts aquests cabals s'incorporen en el model hidràulic per simular el funcionament de la xarxa fluvial. En aquest cas no s'ha realitzat cap estudi hidrològic perquè els cabals s'han extret a partir dels cabals normalitzats publicats per l'Agència Catalana de l'Aigua.

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

En aquest estudi s'ha optat per una modelització bidimensional per tal de representar amb major precisió la propagació de l'aigua per la riera de Jóncols i els seus marges. Aquesta simulació 2D es realitza amb el programa Hec-Ras 6.3.1 que és software lliure. A partir del model digital del terreny (MDT) i la seva discretització amb una malla de quadrilàters (malla 2D), s'assigna a cadascuna d'aquestes cel·les les variables de cota del terreny, rugositat, condicions inicial i de contorn que li corresponguin.

Així doncs, s'ha optat per una modelització bidimensional en règim variable per tal de reflectir de forma més precisa la inundabilitat del curs fluvial i la seva possible afectació mitjançant l'evolució de l'hidrograma i les variabilitats de les intensitats en el temps.

El model numèric d'aquest programa permet el càlcul de les zones inundables en règim variable, en base a un hidrograma de cabals d'avinguda obtingut en aquest estudi creant un model per a cada període de retorn estudiat (10, 100 i 500 anys). Els resultats obtinguts són grafiats en un entorn SIG, de forma que s'obtenen els plànols amb la delimitació de les zones inundables pels períodes de retorn considerats i la zona de flux preferent.

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

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

## 2. NORMATIVA

### 2.1. REIAL DECRET 638/2016

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

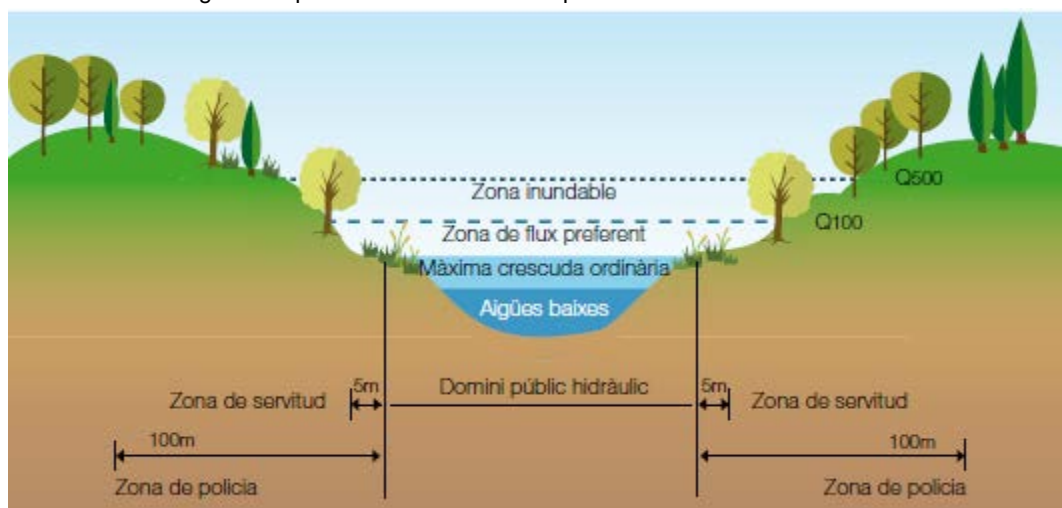
2. En els sòls que a la data d'entrada en vigor del Reial decret 638/2016, de 9 de desembre, estiguin en la situació bàsica de sòl urbanitzat, es pot permetre la construcció de noves edificacions, tenint en compte, en la mesura que es pugui, el que estableixen les lletres a) i b) de l'apartat 1.

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

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

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

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



Font: Agència Catalana de l'Aigua

Imatge 5. Resum limitacions d'usos aplicables a nivell estatal (art. 9bis, 9ter, 9 quàter i 14 bis del RDPH)

Usos		Zona de flujo preferente (ZFP)			Zona inundable (ZI)	
		Suelo rural (art. 9 bis)	Suelo urbanizado (art. 9 ter)	Régimen especial municipios alta inundabilidad (art. 9 quater)	Suelo rural (art. 14 bis 1)	Suelo urbanizado (art. 14 bis 2)
Centros escolares o sanitarios, residencias de mayores o personas con discapacidad, centros deportivos, centros penitenciarios, parques de bomberos, instalaciones Protección Civil		No	No	Solo si no existe una ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Se evitará, excepto si no existe ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Podrá permitirse teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población		No	No	No		
Edificaciones, obras de reparación, rehabilitación o cambios de uso, garajes subterráneos, sótanos y aparcamientos en superficie, y otras edificaciones bajo rasante	Nuevas edificaciones para usos residenciales	No	Si, con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, fuera de la zona de policía. Con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los condicionantes de seguridad del art. 14 bis 1 (suelo rural)
	Resto	No	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Instalaciones que manejen productos que pudieran resultar perjudiciales para la salud humana y el entorno como gasolineras, depuradoras industriales, almacenes de residuos, instalaciones eléctricas de media y alta tensión		No	No	No	Si, con condicionantes de seguridad	
Acampadas, zonas de alojamiento y edificios vinculados en los campings		No		Si, con condicionantes de seguridad y fuera de la zona de policía	Se evitará excepto si no existe ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Podrá permitirse teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Depuradoras aguas residuales urbanas		Solo si no existe una ubicación alternativa o son sistemas de depuración compatibles con la inundación		Solo si no existe una ubicación alternativa o son sistemas de depuración compatibles con la inundación		
Invernaderos, cerramientos y vallados no permeables, acopios de materiales, almacenamiento de residuos y otros según arts. 9 bis y ss. RDPH		No	Estas actividades no se suelen dar en suelos urbanizados, de existir deberán garantizarse, al menos, los condicionantes de seguridad pertinentes	No	Si	Si
Rellenos que modifiquen la capacidad de desagüe salvo los asociados a actuaciones contempladas en el art. 126 ter del RDPH		No		Si	Si	Si
Granjas y criaderos de animales incluidos en el Registro de explotaciones ganaderas		No		Si, con condicionantes de seguridad y fuera de la zona de policía	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad
Infraestructuras lineales paralelas al cauce		Solo si no existe otra alternativa viable de trazado y diseñado para minimizar riesgo		Solo si no existe otra alternativa viable de trazado y diseñado para minimizar riesgo	Si	Si
Infraestructuras de saneamiento, abastecimiento y otras canalizaciones subterráneas; obras de conservación, mejora y protección de infraestructuras ya existentes		Si	Si	Si	Si	Si
Edificaciones uso agrícola con un máximo de 40 m² y obras asociadas al aprovechamiento del agua según arts. 9 y ss. RDPH		Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad

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

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

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

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

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

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

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

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

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

El Pla de gestió del districte de la conca fluvial de Catalunya 2022-2027 està redactat i en procés d'aprovació. Els documents del Pla de Gestió i del Programa de mesures van finalitzar el seu període d'informació pública el 19 d'abril de 2022. Actualment l'ACA es troba en fase de treball i anàlisi de les propostes i al·legacions rebudes, per tant no està aprovat definitivament.

De les determinacions normatives del 3er cicle de planificació, en interessa el Capítol XI Gestió de l'espai fluvial; i concretament:

- Secció primera - Determinacions relatives al règim d'usos de l'espai fluvial.  
Articles del 70 al 79
- Secció segona - Determinacions relatives a les actuacions de defensa front al risc d'inundacions  
Articles del 80 al 83

### 3. DESCRIPCIÓ DE LA RIERA DE JÓNCOLS

La conca d'aportació de la riera de Jóncols al tram de la seva desembocadura a la cala de Jóncols abasta una superfície de 5,82km<sup>2</sup>. La longitud del curs principal en aquest punt és d'aproximadament 5,22 km i presenta un pendent mig de l'ordre del 10,04%.

Cala Jóncols està situada a l'extrem de llevant del terme municipal de Roses. Es tracta d'una platja com d'altres cales del Cap de Creus, on predominen les graves i blocs formats per l'acció erosiva de les rieres que hi desemboquen, com és el cas de la riera de Cala Jóncols. Aquesta cala és la última del terme municipal de Roses.

En el tram d'estudi no es localitza cap estructura hidràulica i la riera travessa per sobre el camí d'accés mitjançant un gual de formigó.

Imatge 6. Riera de Jóncols aigües amunt del pas sobre el camí d'accés a Cala Jóncols





Imatge 7. Vista del gual del camí d'accés a Cala Jóncols



Imatge 8. Vista de la riera adjacent àmbit d'estudi







Imatge 9. Vista de la riera aigües avall fins a la desembocadura







## 4. HIDROLOGIA

### 4.1. ASPECTES BÀSICS

Per a poder realitzar l'estudi hidràulic, és necessari determinar els cabals que poden arribar a discórrer per l'eix principal de drenatge.

S'ha verificat que la cobertura dels cabals normalitzats realitzada per l'Agència Catalana de l'Aigua a l'any 2021 del Districte de Conca Fluvial de Catalunya ha estudiat la riera de Jóncols i per tant, en aquest estudi no caldrà realitzar cap estudi hidrològic addicional.

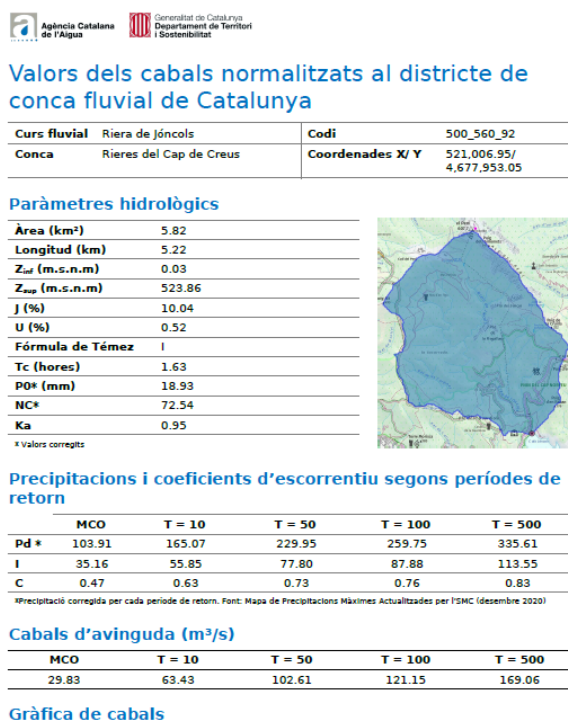
Un cop obtinguts els cabals pels períodes de retorn considerats s'incorporen en els models hidràulics per simular el funcionament de la xarxa fluvial.

### 4.2. CABALS NORMALITZATS

L'Agència Catalana de l'Aigua, l'any 2021, va realitzar una cobertura de cabals normalitzats de la majoria de cursos fluvials del Districte de Conca Fluvial de Catalunya. Aquesta cobertura és de punts equidistants cada 50 m que corresponen a zones on s'acumula l'escorriment superficial i/o formen part de la xarxa de rius 1:50.000 i/o formen part de la cobertura de tramificació de cabals desenvolupada per aquesta Agència. La metodologia que s'ha seguit ha estat el Mètode Racional, a excepció dels punts que tenen el seu origen a la tramificació de cabals a on aquesta Agència ha realitzat estudis hidrològics i/o hidràulics de detall. Els cabals de càlcul han estat els corresponents a les avingudes de 10, 100 i 500 anys de període de retorn. A més a més, la cobertura inclou els paràmetres hidrològics que justifiquen els valors obtinguts.

S'ha utilitzat els cabals normalitzats del codi 500\_560\_92 (521.006,95/4.677.953,05), el qual es el cabal a la platja de Cala Jóncols. S'ha considerat aquest punt per quedar-nos del costat de la seguretat i perquè la diferència entre els cabals aigües avall de l'àmbit d'estudi i a la platja és uns  $1\text{m}^3/\text{s}$  per  $T=100$  anys i d'uns  $3\text{m}^3/\text{s}$  per  $T=500$  anys.

Imatge 10. Fitxa cabal normalitzat de la riera de Jóncols



### 4.3. CARACTERÍSTIQUES DE LA CONCA

A la següent taula es mostra els valors dels paràmetres hidromorfomètrics i el temps de concentració del curs fluvial estudiat, els quals s'han extret principalment de les fitxes dels cabals normalitzats.

Taula 1. Característiques de la conca

Curs fluvial	Àrea (km <sup>2</sup> )	K <sub>A</sub>	Longitud L (km)	Cota màx. (m)	Cota mín. (m)	Pendent j (m/m)	Temps T <sub>c</sub> (h)	Grau impermeabilització (%)
Riera de Jóncols	5,82	0,95	5,22	523,86	0,03	10,04	1,63	0,52

### 4.4. CABALS EMPRATS A L'ESTUDI

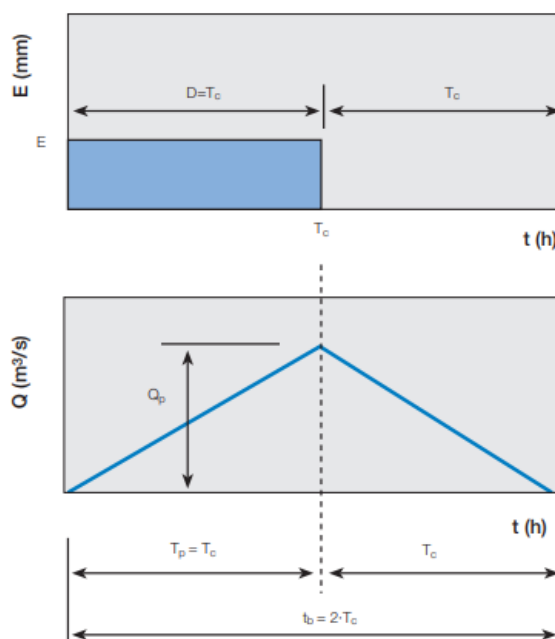
A la següent taula es mostra els cabals utilitzats en aquest estudi que s'han extret de la capa de cabals normalitzats de l'Agència Catalana de l'Aigua.

Curs fluvial	Cabals (m <sup>3</sup> /s)		
	10 anys	100 anys	500 anys
Riera de Jóncols	63,43	121,15	169,06

### 4.5 HIDROGRAMES ADOPTATS A L'ESTUDI

Els cabals obtinguts han estat calculats pel mètode racional i per realitzar la modelització s'ha optat per extreure l'hidrograma pels períodes de retorn considerats (10, 100 i 500 anys de període de retorn) mitjançant la relació del mètode racional amb l'hidrograma en el punt de desguàs, segons la guia tècnica "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local" de l'Agència Catalana de l'Aigua.

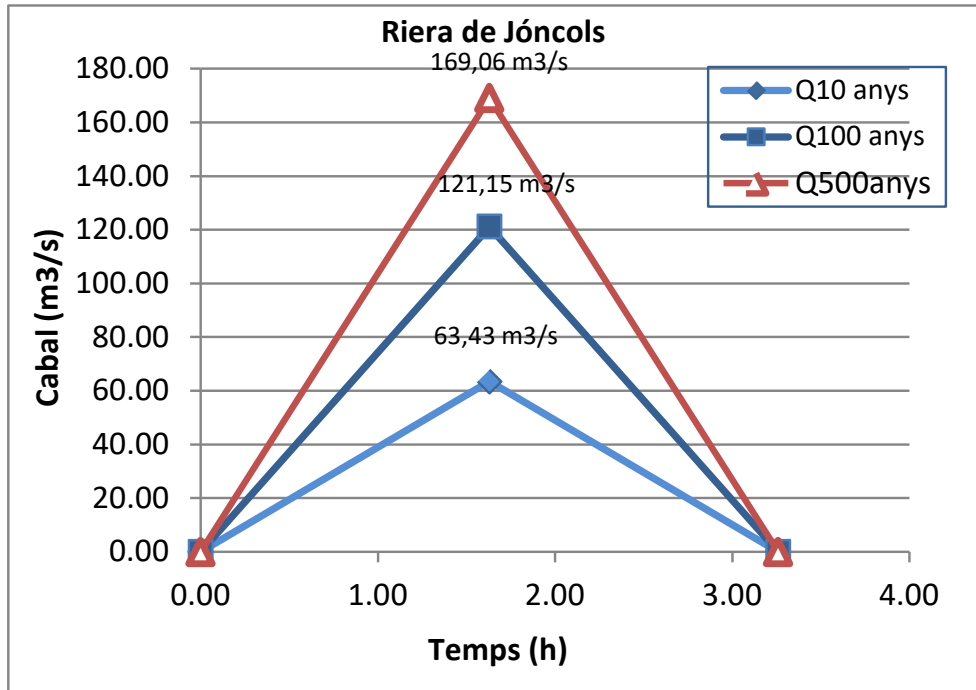
Imatge 11. Hietograma i hidrograma en el punt de desguàs



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

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

Imatge 12. Hidrograma riera de Jóncols



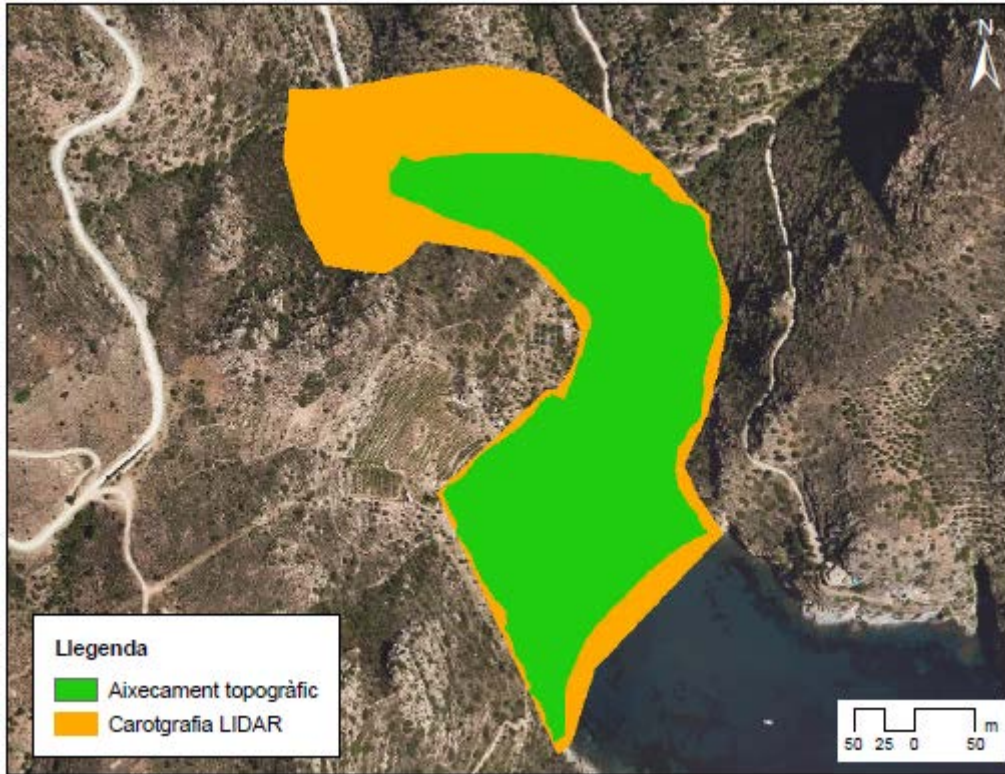
Font: Elaboració pròpia

## 5. HIDRÀULICA

### 5.1. MODEL DIGITAL DEL TERRENY

Per a la modelització hidràulica s'ha creat un únic Model d'Elevació del Terreny utilitzant l'aixecament topogràfic realitzat per l'estudi de l'any 2012 i aquest s'ha ampliat mitjançant la cartografia LIDAR utilitzant únicament les cotes del terreny "GROUND". Referent a l'aixecament topogràfic s'ha verificat que no hi ha hagut canvis significatius i que encara representa la realitat d'aquesta zona. Aquest aixecament s'ha observat que s'han agafat tots els murs presents dins l'àmbit inclosa la seva coronació i que els portals d'accés a les diferents finques no s'han representant.

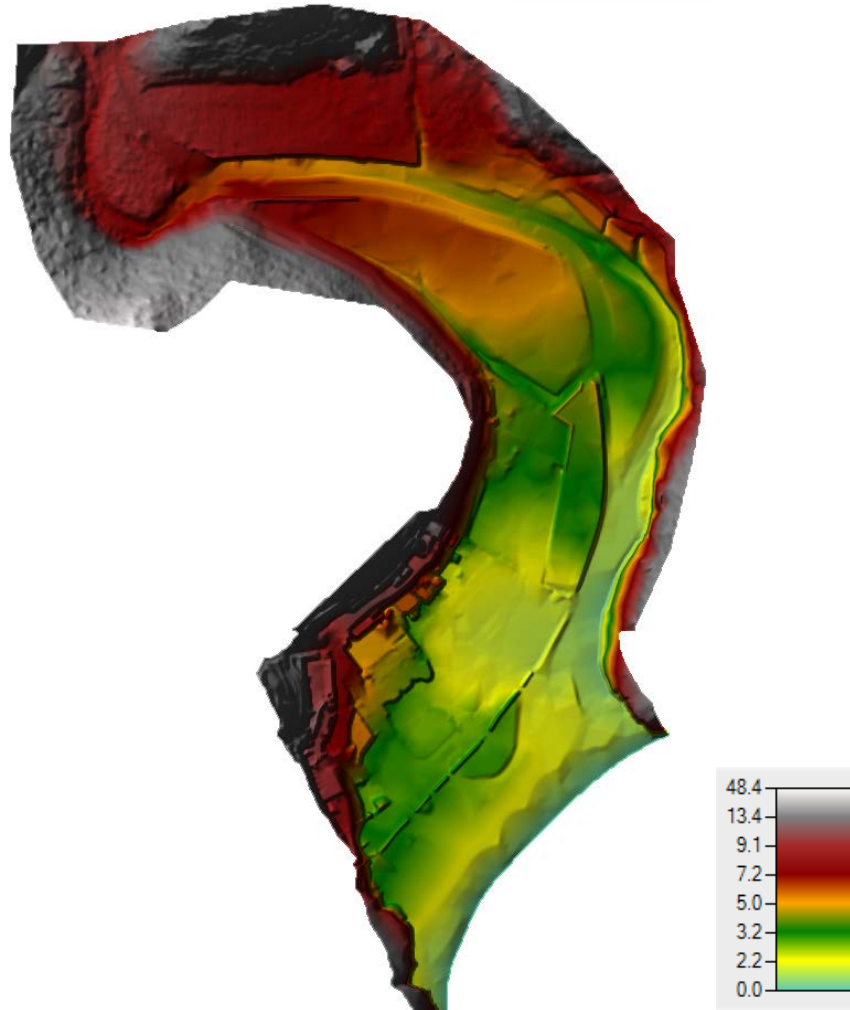
Imatge 13. Àmbits de les topografies utilitzades



Font: Elaboració pròpia

A partir d'aquestes dues cartografies s'ha creat un únic Model Digital del Terreny, el qual s'ha passat a format ràster (MET) amb una resolució de 0,25 píxels.

Imatge 14. Model d'Elevació del Terreny (MET)



Font: Elaboració pròpia

## 5.2. MODELITZACIÓ 2D

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

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

En aquest estudi la modelització bidimensional s'ha dut a terme amb la versió més recent del programa 6.3.1, desenvolupat per Hidrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers.

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

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

- Ones d'inundació dinàmiques.
- Expansions i contraccions sobtades.
- Anàlisis de propagació d'ones.
- Sobreelevació al voltant de les corbes.
- Múltiples estructures hidràuliques (ponts, culverts ...).

Aquest és un mètode molt més lent, amb temps de simulació molt llargs però molt més precís, sobretot a les zones on s'hi localitzen estructures hidràuliques (ponts, culverts ...).

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

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

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

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

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

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

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

### 5.3. COEFICIENTS DE RUGOSITAT

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

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

#### 5.3.1. PLANA D'INUNDACIÓ

La definició dels usos dels sòl s'ha obtingut a partir del mapa de cobertes de Sòl de Catalunya de l'any 2018 descarregat de l'ICGC. Aquest mapa és una actualització de les Cobertes de sòl de 2009, realitzades a partir de la fotointerpretació de les ortofotos de l'ICGC 2018.

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

En aquest estudi s'han assignat els valors de  $n$  de Manning a les diferents cobertes de sòl determinades tenint en compte la relació d'aquestes amb les cobertes del SIOSE (Sistema de Informació sobre Ocupación del Suelo en España); i s'ha utilitzat la "GUIA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFIA DE ZONAS INUNDABLES" del *Ministerio de Medio Ambiente i Medio Rural y Marino*.

Taula 2. Cobertes de sòl i coeficients de Manning

Cobertes de sòl	Manning
Boscors clars d'aciculifolis	0,07
Boscors densos d'aciculifolis	0,07
Boscors densos d'esclerofil·les i laurifolis	0,07
Edificacions aïllades en l'espai rural	0,09 <sup>*1</sup>
Formigó	0,015
Matollar	0,065
Matollar – poc densos	0,055
Oliverars	0,06
Platges	0,025
Prats i herbassars	0,035
Roquissars i congestes	0,025
Sòl nu forestal	0,03
Zones verdes – jardins i plantacions	0,05

Els coeficient de rugositat de Manning dels camps marcats amb:

- <sup>\*1</sup> serà 0,04 perquè en el MET utilitzat en el model hidràulic conté els volums de les edificacions.

### 5.3.2. LLERES

Per la llera estudiada s'han utilitzat els coeficients de Manning determinats seguint el protocol de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) per a estudis de detall mig; i també seguint l'annex VI de la "Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables" publicada pel Ministeri de Medi Ambient i medi Rural i Marí, l'any 2011. Els dos es basen en l'estudi "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS).

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

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

on:

- $n_0$ : valor de  $n$  per una llera 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 mida de la secció transversal.
- $n_3$ : factor de correcció per incorporar obstruccions al flux.
- $n_4$ : factor de correcció per incorporar l'efecte de vegetació.
- $m$ : factor de correcció per incorporar l'efecte de la sinuositat en planta (meandres) de la llera.

Imatge 15. Valors del coeficient de rugositat de Manning

Condiciones del cauce		Valores	Descripción
Material	Tierra	0,020	Cauces de arcilla
	Roca cortada	$n_1$ , 0,025	Cauces en roca
	Grava fina	0,024	Cauces de grava
	Grava gruesa	0,028	
Grado de irregularidad	Bajo	0,000	Canales excavados lisos
	Menor	0,005	Canales excavadas en buenas condiciones
	Moderado	$n_2$ , 0,010	Canales con alguna erosión en márgenes
	Alto	0,020	Canales naturales con sucesiones de rápidos y remansos, bolos, raíces descubiertas
Variaciones de la sección transversal	Gradual	0,000	Casi uniforme
	Ocasionalmente alterante	$n_3$ , 0,005	Contracciones y expansiones infrecuentes
	Frecuentemente alterante	0,010-0,015	Contracciones y expansiones frecuentes
Efecto de las obstrucciones	Pequeño	0,000	Ocupan <5% del cauce
	Menor	0,010-0,015	Ocupan entre el 5-15% del cauce
	Apreciable	0,020-0,030	Ocupan entre el 15-50% del cauce
	Alto	0,040-0,060	Ocupan >50% del cauce
Vegetación	Baja	$n_4$ , 0,005-0,010	El calado es mayor que tres veces la altura de la vegetación
	Media	0,010-0,025	El calado es entre una y tres veces la altura de la vegetación
	Alta	0,025-0,050	La altura de la vegetación es la del calado
	Muy alta	0,050-0,100	La altura de la vegetación es el doble del calado o la vegetación es muy densa
Cantidad de meandros	Menor	$m$ , 1,000	Sinuosidad entre 1,0 y 1,2
	Apreciable	1,150	Sinuosidad entre 1,2 y 1,5
	Alta	1,300	Sinuosidad >1,5

Font: Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables publicada pel Ministerio de Medi Ambiente y medio Rural i Marino, l'any 2011

En el tram d'estudi s'han definit dos trams diferenciats del mateix curs fluvial. El tram núm.1 és el tram superior i adjacent a l'àmbit d'estudi i el tram núm.2 és el tram aigües avall fins a la desembocadura

Taula 3. Paràmetres i coeficients de Manning emprats per la llera dels cursos fluvials

	Riera de Jóncols	
	Tram núm.1	Tram núm.2
$n_0$	0,028	0,028
$n_1$	0,005	0,005
$n_2$	No cal incorporar ja que s'inclou en el model hidràulic en el coeficient d'expansió i contracció	
$n_3$	0	0
$n_4$	0,005	0
$m$	1	1
$n$	0,038	0,033

Imatge 16. Fotografies llera

Tram núm.1



Tram núm.2



## 5.4. CONDICIONS DE CONTORN

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

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

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

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

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

En el nostre estudi, la condició de contorn d'entrada s'ha entrat l'hidrograma de cabal corresponent a cada període de retorn considerat (10, 100 i 500 anys).

Com a condició de contorn de sortida s'ha considerat un hidrograma de nivell "Stage Hydrograph" amb els valors de la cota màxima del nivell del mar. Aquestes dades s'han extret del visor del Sistema Nacional de Cartografia i concretament, dels mapes de perillositat per inundació costanera a Espanya. D'aquest visor s'ha extret la cota màxima de la Zona inundable con probabilidad media u ocasional (T=100 anys) i ZI con probabilidad baja o excepcional (T=500 anys) de origen marino. Cal dir que per T=10anys no hi ha dades i per aquest període s'ha utilitzat el nivell del mar per T=100 anys.

A la zona d'estudi, Cala Jóncols, no hi ha dades però es troba entre dues zones amb dades. Aquestes zones són ES100\_APSFR\_C13\_010 (Castelló d'Empúries-Roses) i ES100\_APSFR\_C14\_010 (Girona Nord – Cadaqués). Per tant, s'ha agafat els valors més desfavorables de les dues zones, el qual és el valor de Cadaqués, i s'ha aplicat en el model hidràulic.

Taula 4. Valors de nivell de mar imposats com a condició de contorn de sortida

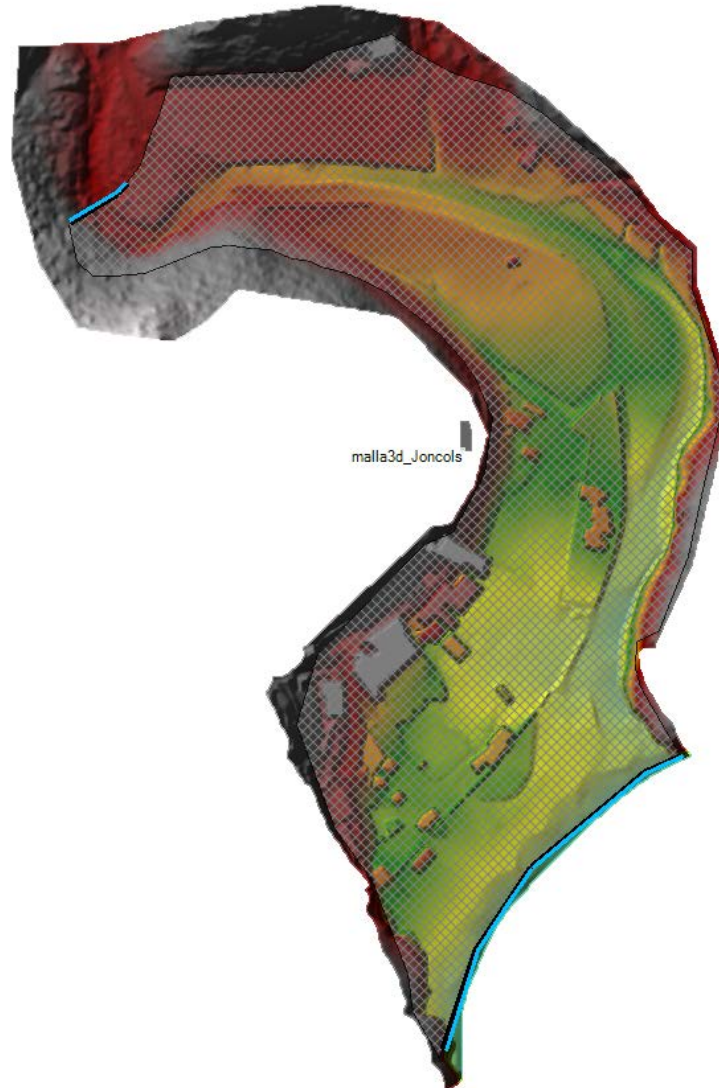
Nivell de mar (msnm)		
T10	T100	T500
0,86	0,86	0,92

## 5.5. GEOMETRIA DE CÀLCUL

Per l'execució del model 2D, l'àmbit d'estudi es cobreix amb unes malles de càlcul que es construeixen a partir del Model d'Elevació del Terreny creat en aquest estudi. En el programa Hec-Ras 6.3.1 s'ha entrat aquest MDE (format ràster) amb pas de malla quadrada de 0,25x0,25m (cel·la de 0,25m de costat) a través del format .TIFF. S'ha utilitzat aquest pas de malla perquè els elements siguin representants el més pròxims possible a la geometria real.

A partir d'aquest MDE es crea les malles de simulació. Pel què fa a les característiques de la malla es tracta d'una malla regular, en la qual s'ha imposat un perímetre on s'ha especificat que les cel·les siguin com a màxim 1x1 (cel·les de 1m de costat).

Imatge 17. Detall malla de simulació 2D



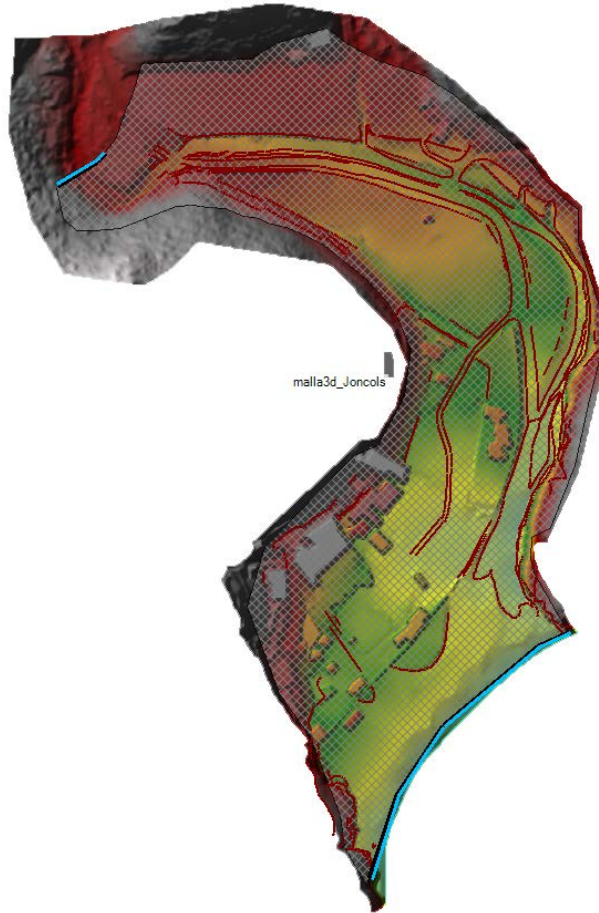
Un cop obtinguda la malla s'han entrat el fons de llera/canal d'aigües baixes i el cap i peu de talussos per representar-los correctament mitjançant Breaklines. És important dir, que els accessos a les parcel·les de cala Jóncols s'han deixat obertes, és a dir, no s'han considerat els portals existents perquè no són opacs i l'aigua passarà a través d'elles.

Imatge 18. Fotografies d'alguns portals existents



L'objectiu d'aquesta densificació és introduir línies de ruptura (Breaklines) per aconseguir representar fidelment les lleres dels cursos fluvials i els seus marges, per determinar amb més exactitud la circulació de la làmina d'aigua i els seus calats.

Imatge 19. Malla de simulació 2D i Breaklines

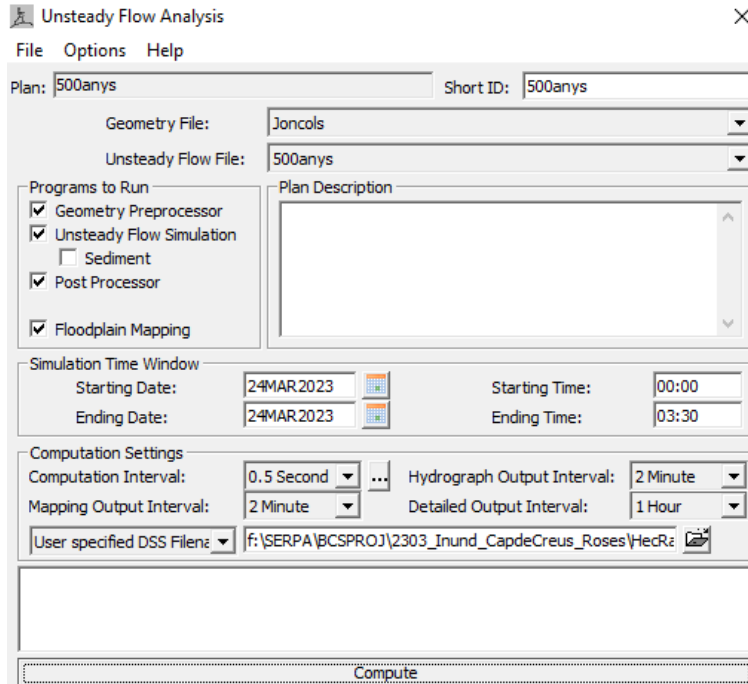


Per tal de determinar la zona màxima de dispersió dels cabals així com la resolució necessària, s'han realitzat diverses iteracions prèvies al model definitiu, per tal d'ajustar el domini de càlcul a l'esmentada zona de dispersió.

Degut a la precisió de la malla s'ha realitzat la simulació amb un interval de temps de 0,1 segons per així minimitzar els errors i el temps de simulació per a cada període de retorn considerat de com a màxim 2 minuts. L'interval de representació en la simulació "animació" és de 2 minuts.

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

Imatge 20. Imatges condicions modelització 2d – HECRAS



HEC-RAS Unsteady Computation Options and Tolerances

General   2D Flow Options   1D/2D Options   Advanced Time Step Control   1D Mixed Flow Options			
<input type="checkbox"/> Use Coriolis Effects (not used with Diffusion Wave equation)			
Parameter	(Default)	malla3d_Joncols	
1 Theta (0.5-1.0)	1	1	1
2 Theta Warmup (0.5-1.0)	1	1	1
3 Water Surface Tolerance [max=0.06](m)	0.003	0.003	0.003
4 Volume Tolerance (m)	0.003	0.003	0.003
5 Maximum Iterations	20	20	20
6 Equation Set	Diffusion Wave	SWE-ELM (original/faster)	
7 Initial Conditions Time (hrs)			
8 Initial Conditions Ramp Up Fraction (0-1)	0.1	0.1	0.1
9 Number of Time Slices (Integer Value)	1	1	1
10 Turbulence Model	None	None	
11 Longitudinal Mixing Coefficient	0.3	0.3	0.3
12 Transverse Mixing Coefficient	0.1	0.1	0.1
13 Smagorinsky Coefficient	0.05	0.05	0.05
14 Boundary Condition Volume Check	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 Latitude for Coriolis (-90 to 90)			
16 Solver Cores	All Available	All Available	
17 Matrix Solver	PARDISO (Direct)	PARDISO (Direct)	
18 Convergence Tolerance	0.00001	0.00001	0.00001
19 Minimum Iterations	3	3	3
20 Maximum Iterations	30	30	30
21 Restart Iteration	10	10	10
22 Relaxation Factor	1.3	1.3	1.3
23 SOR Preconditioner Iterations	10	10	10

## 6. SITUACIÓ ACTUAL

### 6.1. ELEMENTS DE REPRESENTACIÓ

De la riera de Jóncols s'obté, per una banda, cobertures en format vectorial corresponents als límits inundables màxims, i, per una altra, malles en format ràster amb els valors de calats d'inundació per als períodes de retorn de 10, 100 i 500 anys i velocitats de flux, per al període de retorn de 100 i 500 anys.

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

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

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

### 6.2. ZONA DE FLUX PREFERENT

#### 6.2.1. INTRODUCCIÓ

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

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

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

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

- a) Que el calat sigui superior a 1 m.
- b) Que la velocitat sigui superior a 1 m/s.
- c) Que el producte de les dues variables sigui superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.

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

Per obtenir la zona de flux preferent (ZFP) s'han realitzat noves modelitzacions hidràuliques a partir de les modelitzacions hidràuliques per T=100 anys de període de retorn però sense tenir en compte les estructures hidràuliques (en estat natural). Un cop realitzades aquestes modelitzacions, les quals també s'han introduït els corresponents condicions de contorn, s'han agafat els calats i les velocitats del model 2D, els quals han estat processats per extreure la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP). Posteriorment, s'ha procedit a obtenir al Via d'Intens Desguàs (VID).

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

Per obtenir aquestes zones s'han utilitzat els resultats de calats i velocitats e la modelització realitzada per T=100 anys de període de retorn. Aquestes capes s'han arreglat i s'han reclassificat segons els criteris esmentats anteriorment (es pot observar a la informació digital adjuntada a l'estudi).

Un cop s'han obtingut les tres capes s'ha realitzat la seva envoltant per obtenir la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP) o zona d'inundació greu (ZIG).

Imatge 21. ZIP/ZIG de la riera de Jóncols



Font: Elaboració pròpia

### 6.2.3. VIA D'INTENS DESGUÀS (VID)

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

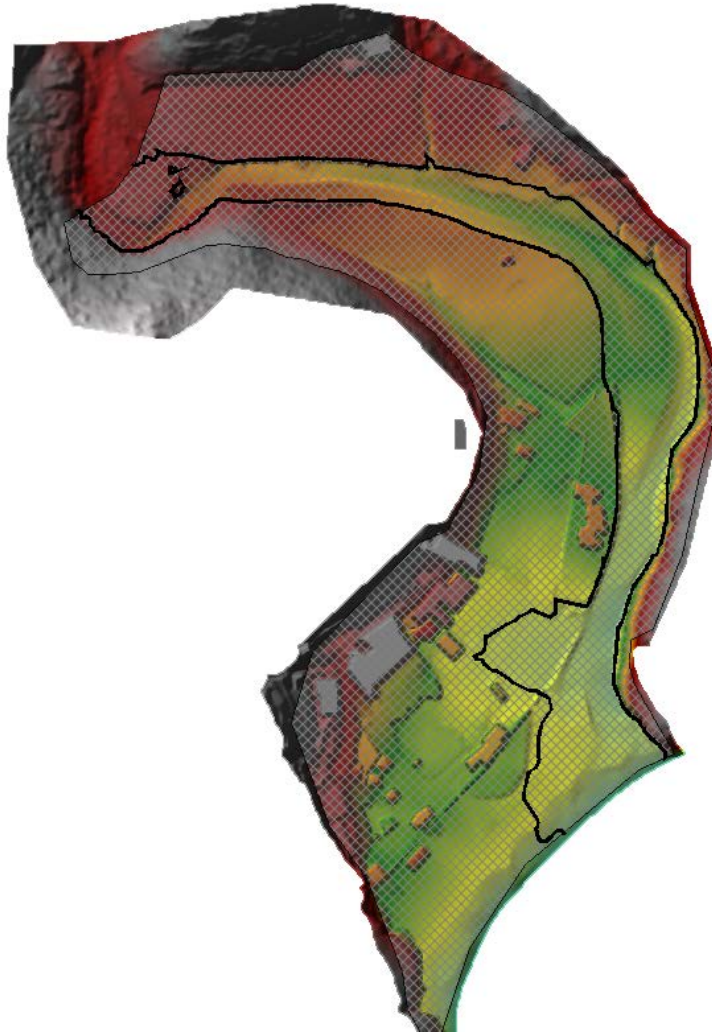
Tal com s'estableix en la Guia Metodològica per al desenvolupament del SNCZI, el desitjable és que VID i ZIP coincideixin en la seva ubicació el màxim possible. En el cas de models 2D, la Guia recomana situar inicialment la VID en la ZIP i verificar la sobrelevació provocada. Si aquesta és inferior a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

L'envoltant de la ZIP i la VID obtingudes segons la metodologia exposada donarà lloc a la delimitació de la Zona de Flux Preferent.

En aquest cas s'ha realitzat una única modelització hidràulica a partir de la modelització hidràulica per T=100 anys de període de retorn introduint murs/sobreeixidors laterals mitjançant "2A/2D Area Conn" amb una alçada exagerada perquè el flux de l'aigua no els pugui sobrepassar. S'ha realitzat una única

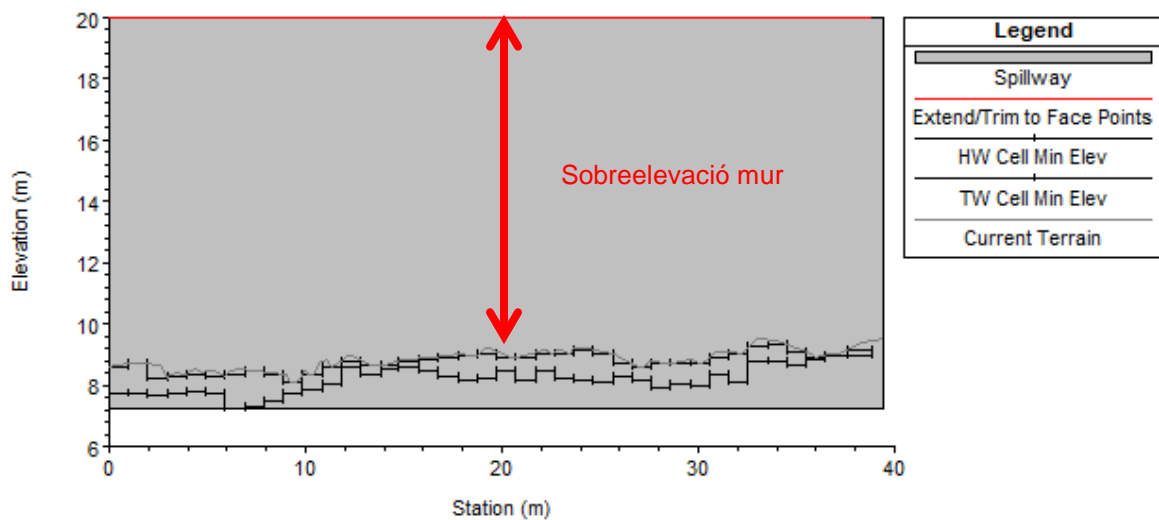
modelització hidràulica perquè la VID coincideix exactament amb la ZIP amb sobreelevacions inferiors a 0,3m.

Imatge 22. Model delimitació de la VID



Font: Elaboració pròpia

Imatge 23. Esquema murs laterals utilitzats per modelitzar les VID



Font: Elaboració pròpia

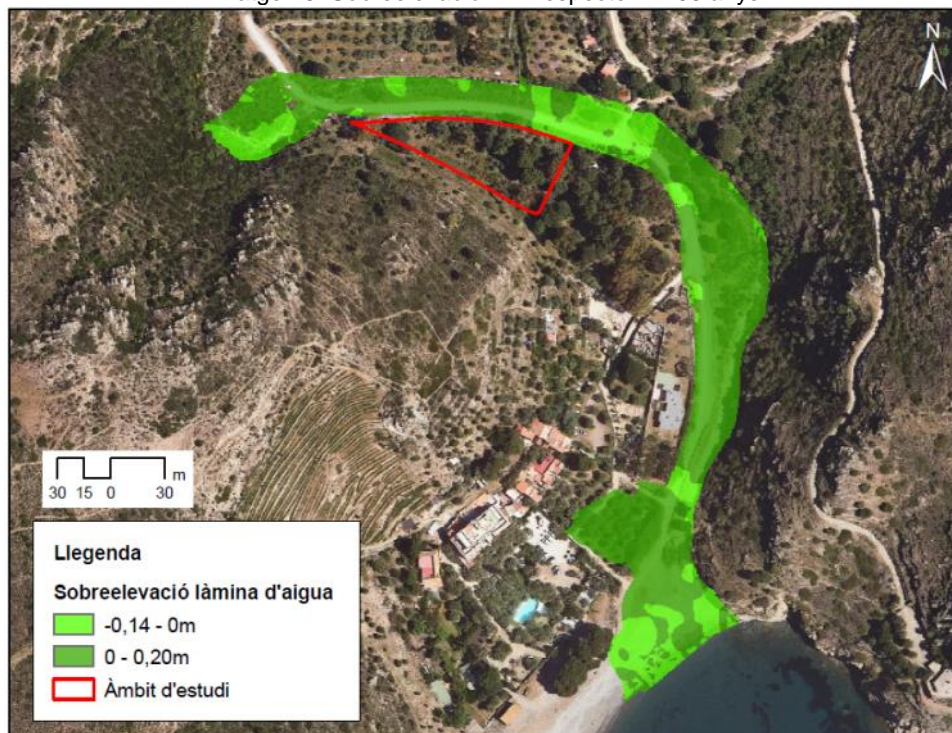
Un cop realitzada la modelització de la VID s'ha procedit a fer la diferència entre el calat per a  $T=100$  anys de període de retorn i el calat obtingut en la VID. Aquesta sobrelevació ha de ser inferior a 0,3m. Com es pot observar a la imatge 23, la totalitat té una sobrelevacions inferiors a 0,3m.

Imatge 24. VID dels cursos fluvials estudiats



Font: Elaboració pròpia

Imatge 25. Sobrelevació VID respecte T=100 anys



Font: Elaboració pròpia

#### 6.2.4. ZONA DE FLUX PREFERENT (ZFP)

La Zona de Flux Preferent s'obté de l'envoltant de la zona d'intens desguàs (VID) i la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP) o zona d'inundació greu (ZIG).

Pel que fa el Cardener s'ha emprat la zona de flux preferent delimitada per l'Agència Catalana de l'Aigua.

Imatge 26. Zona de flux preferent de la riera de Jóncols



Font: Elaboració pròpia

### 6.3. REPRESENTACIÓ GRÀFICA

D'acord al comentat en paràgrafs anteriors, el model 2D és un model continu, amb la propagació de l'avinguda, per tant, tal i com queda reflectit en les següents imatges.

S'han representat els resultats màxims per a cada període de retorn. És a dir, s'ha representat les zones inundables pels calats màxims per a T=10, 100 i 500 anys de període de retorn i la delimitació la zona de flux preferent.

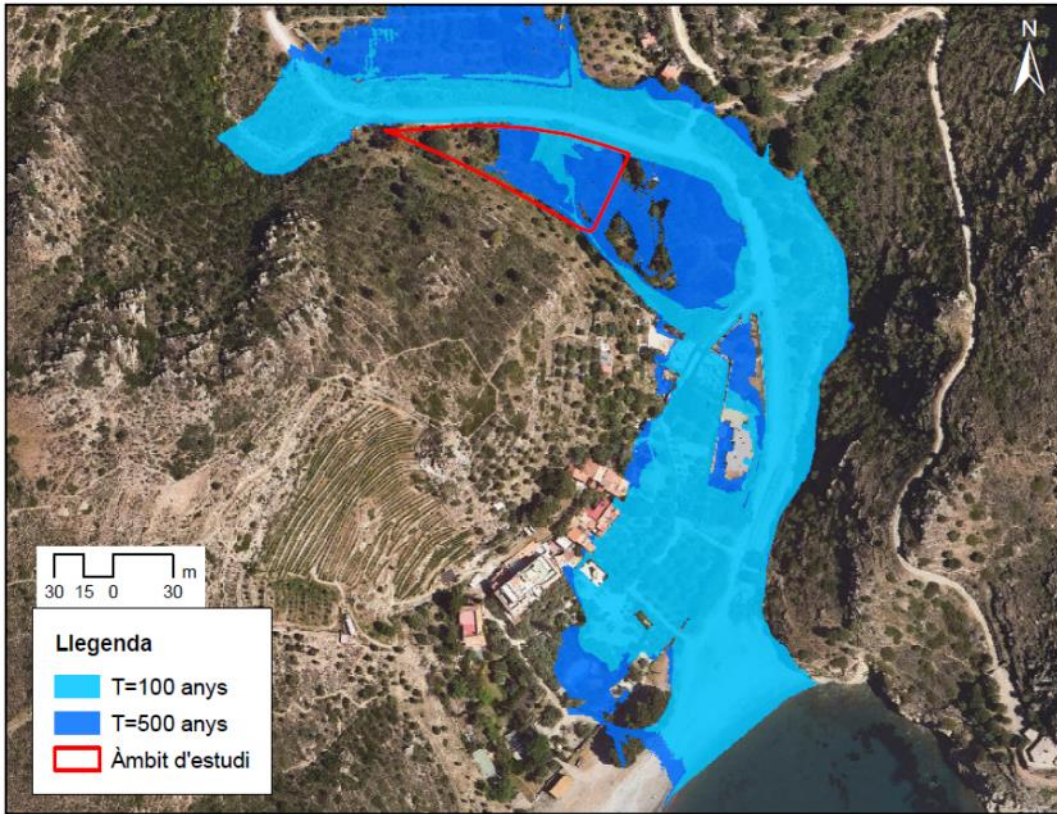
#### 6.3.1. ZONES INUNDABLES I ZONA DE FLUX PREFERENT DE LA RIERA DE JÓNCOLS

Imatge 27. Zona inundable per T=10 anys de la riera de Jóncols



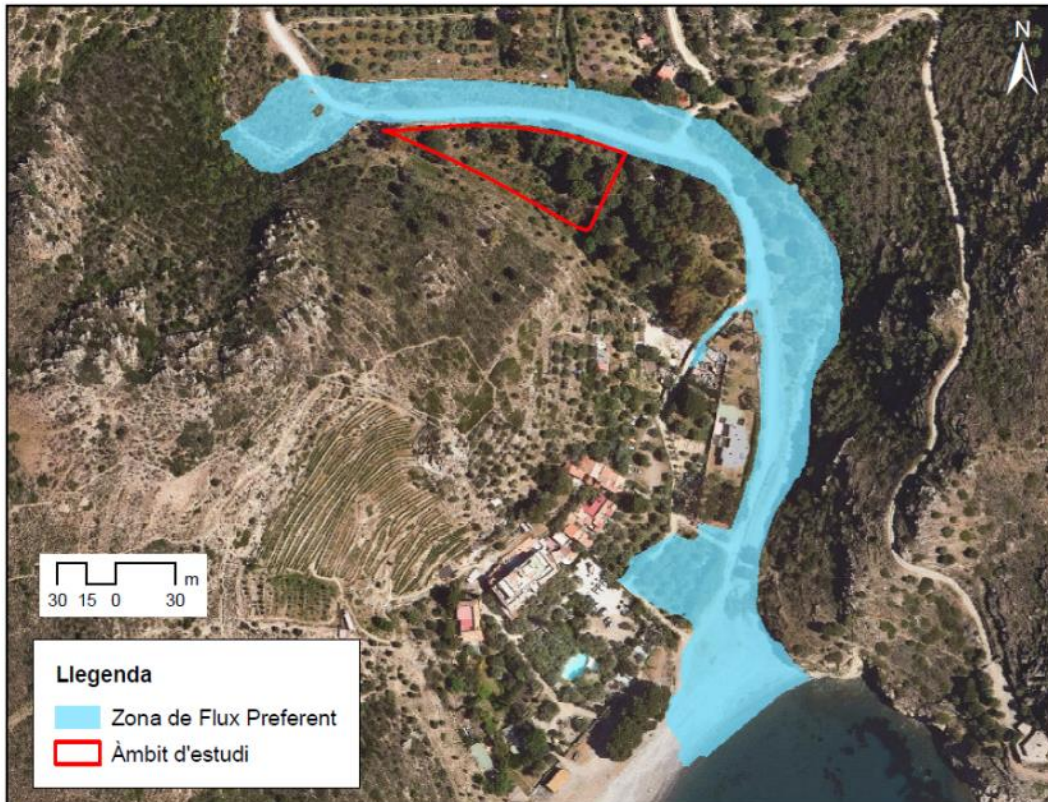
Font: Elaboració pròpia

Imatge 28. Zona inundable per T=100 i 500 anys de la riera de Jóncols



Font: Elaboració pròpia

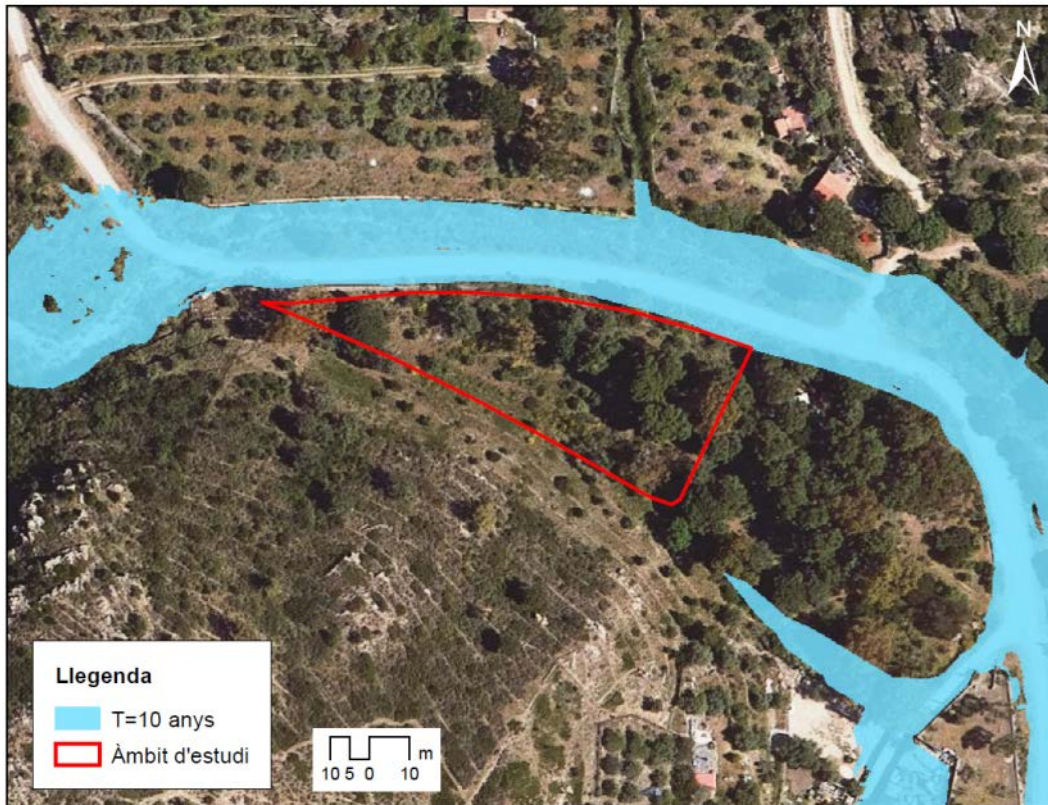
Imatge 29. Zona de flux preferent de la riera de Jóncols



Font: Elaboració pròpia

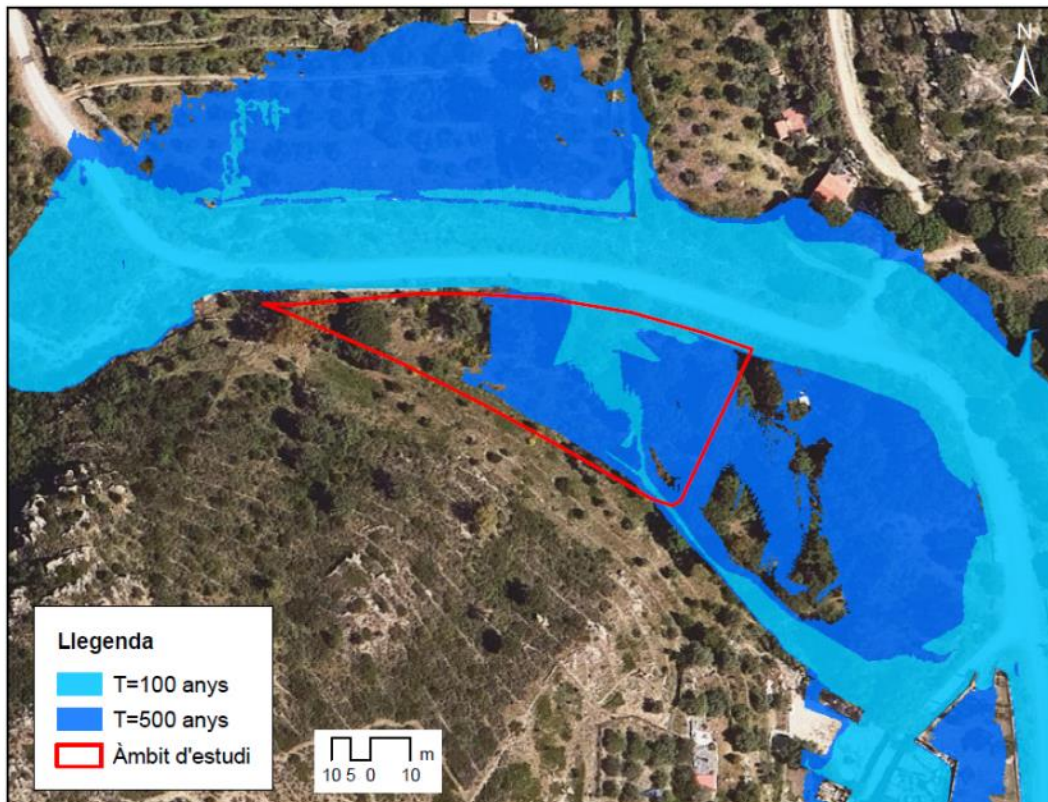
### 6.3.2. DETALL DE LES ZONES INUNDABLES I ZONA DE FLUX PREFERENT A L'ÀMBIT D'ESTUDI

Imatge 30. Zona inundable per T=10 anys a l'àmbit d'estudi



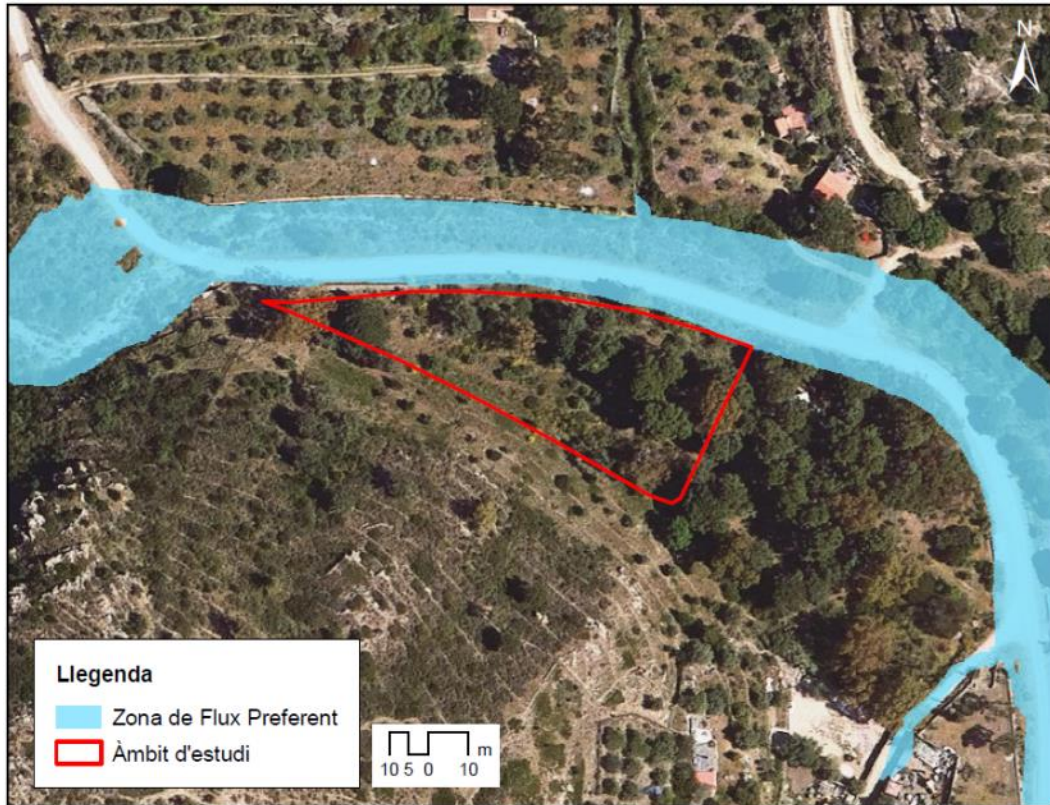
Font: Elaboració pròpia

Imatge 31. Zona inundable per T=100 i 500 anys a l'àmbit d'estudi



Font: Elaboració pròpia

Imatge 32. Zones de Flux Preferent a l'àmbit d'estudi

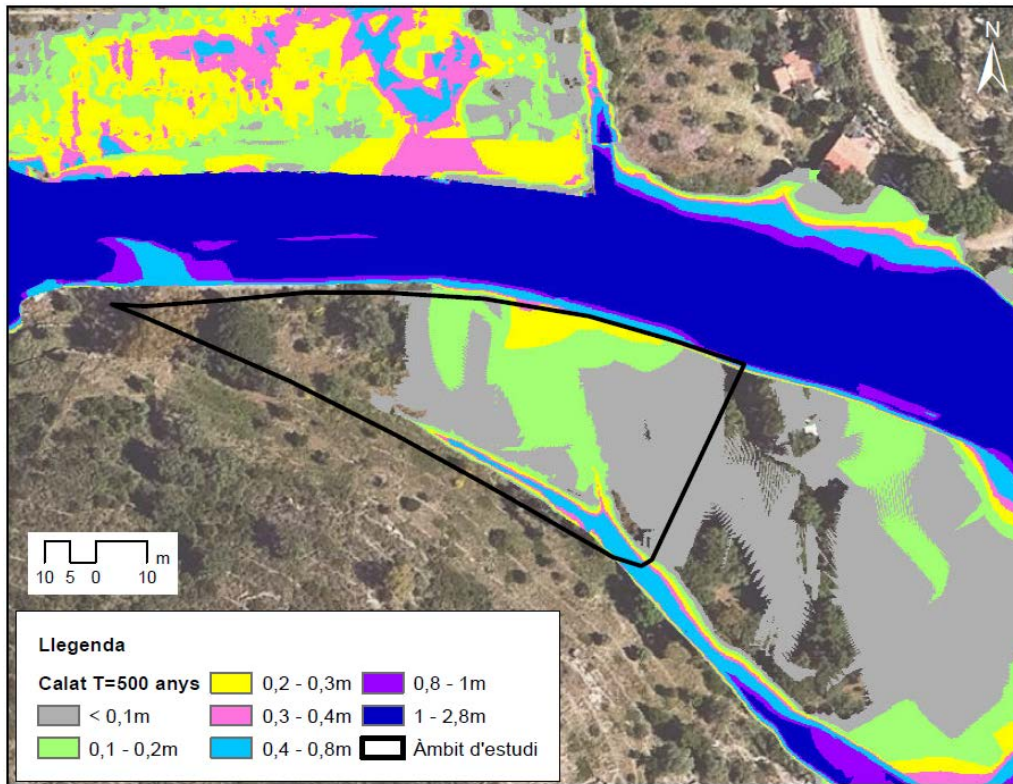


Font: Elaboració pròpia

## 6.4. CALATS I VELOCITATS AVINGUDA T=500 ANYS

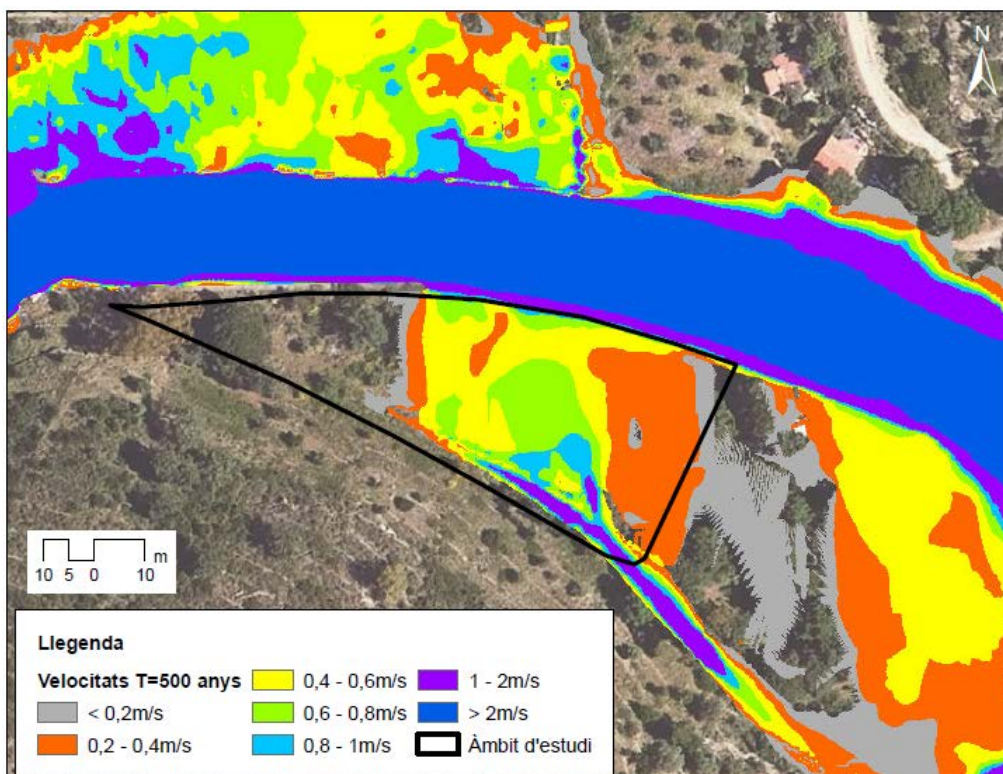
En aquest apartat es representaran els calats i les velocitats per l'avinguda per T=500 anys de període de retorn, per així conèixer aquests valors dins l'àmbit d'estudi.

Imatge 33. Calats per T=500 anys a l'àmbit d'estudi



Font: Elaboració pròpia

Imatge 34. Velocitat per T=500 anys a l'àmbit d'estudi



Font: Elaboració pròpia

## 7. RESULTATS I CONCLUSIONS

La Llera de la riera de Jóncols no té prou capacitat per  $T=10$  anys i l'aigua ja circula per sobre el camí d'accés a Cala Jóncols.

L'àmbit d'estudi "proposta d'aparcament en sòl rústic" es troba fora de la zona de flux preferent de la riera de Jóncols.

Pel què fa a les zones inundables, l'àmbit no s'inunda per  $T=10$  anys de període de retorn per l'existència d'un mur perimetral de pedra seca d'uns 59 m de longitud i un cop s'acaba el mur perimetral, la rasant és superior a la cota de la làmina d'aigua.

Per a  $T=100$  anys de període de retorn s'observa que l'àmbit s'inunda molt lleugerament afectant una petita zona dins l'àmbit d'estudi un cop s'acaba el mur perimetral. Aquesta aigua circula per l'interior de l'àmbit amb un calat inferior a 40 cm fins sortir a l'altre extrem, on hi ha un escòrrec.

Per  $T=500$  anys de període de retorn s'observa que l'àmbit queda parcialment inundat perquè l'aigua entra dins l'àmbit un cop s'acaba el mur perimetral. Igual que pel període de retorn  $T=100$  anys, l'aigua circula per l'interior de l'àmbit fins sortir per l'altre extrem, on hi ha un escòrrec.

Imatge 35. Topogràfic detall on s'observa l'escòrrec



Els calats per  $T=100$  anys de període de retorn dins l'àmbit són, en la pràctica totalitat, inferiors a 10 cm i per  $T=500$  anys, aquests calats són inferiors a 30 cm. Els calats únicament són superiors en l'escòrrec ubicat el sud de l'àmbit d'estudi.

Les velocitats més elevades per  $T=500$  anys dins l'àmbit d'estudi es donen dins l'escòrrec existent i la resta són entre 0,2-0,8 m/s.

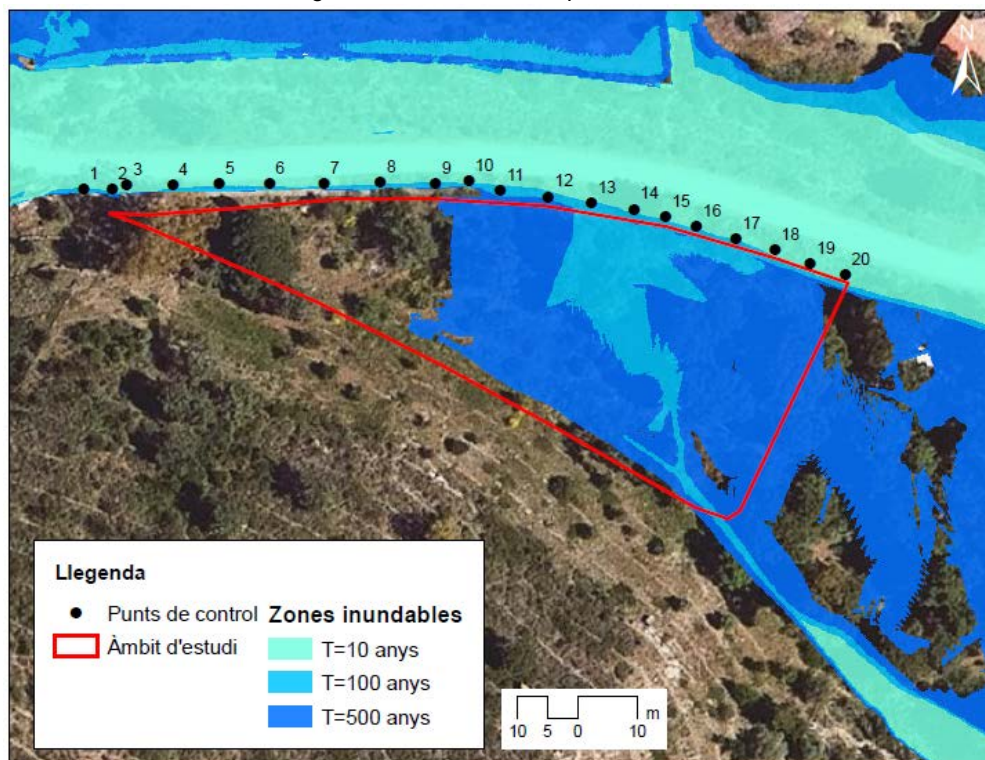
Com s'ha dit anteriorment, l'àmbit pràcticament no s'inunda per  $T=100$  anys i parcialment per  $T=500$  anys de període de retorn. Cal dir que no s'inunda amb major mesura per la presència del mur de pedra seca perimetral de 1,20 m d'amplada en un tram d'uns 59 metres. Així doncs, és important que l'accés que es realitzi o qualsevol actuació dins l'àmbit no incrementi la seva inundabilitat ni aquesta produeixi afectacions a tercers.

A la hora de realitzar l'accés es poden diferenciar dues zones:

- Qualsevol accés que es realitzi a la zona on hi ha mur perimetral hauria de tenir un punt alt (esquena d'ase o augmentar la rasant) on la cota sigui superior a la cota de la làmina d'aigua

per T=500 anys per així no incrementar la inundabilitat d'aquesta zona. A continuació s'adjunta una taula amb les cotes de la làmina d'aigua el llarg del mur perimetral per poder determinar la cota del punt alt d'aquest possible accés o rasant de l'àmbit.

Imatge 36. Localització dels punts de control



Font: Elaboració pròpia

Taula 5. Cotes làmines d'aigua punts de control (zona del mur perimetral)

Punts	Cota làmina d'aigua (m)		
	T100 anys	T500 anys	Cota terreny
1	8,06	8,26	7,73
2	7,58	8,00	7,51
3	7,56	7,96	7,35
4	7,36	7,68	7,39
5	7,13	7,60	7,25
6	7,06	7,58	7,05
7	6,95	7,48	6,87
8	6,73	7,28	6,80
9	7,05	7,43	6,63
10	6,97	7,30	6,39

- Qualsevol accés que es realitzi a la zona per on actualment entra l'aigua hauria de tenir un punt alt (esquena d'ase o augmentar la rasant) on la cota sigui com a màxim la cota de la làmina d'aigua per a T=100 anys, per així no incrementar ni modificar la inundabilitat d'aquesta zona per T=500 anys. Una zona d'aparcament és compatible amb el risc d'inundació per a T=100 o 500 anys de període de retorn, sempre hi quan es trobi fora de la zona de flux preferent.

A continuació s'adjunta una taula amb les cotes de la làmina d'aigua per poder determinar la cota del punt alt d'aquest possible accés o rasant de l'àmbit.

Taula 6. Cotes làmines d'aigua punts de control en el tram sense mur

Punts	Cota làmina d'aigua (m)			
	T10 anys	T100 anys	T500 anys	Cota terreny
11	6,35	6,85	7,11	6,53
12	6,19	6,62	6,97	6,53
13	6,13	6,56	6,81	6,13
14	6,08	6,48	6,77	5,98
15	6,03	6,41	6,70	5,86
16	5,99	6,37	6,64	5,91
17	5,92	6,32	6,57	5,82
18	5,82	6,25	6,48	5,63
19	5,79	6,24	6,46	5,28
20	5,75	6,20	6,43	5,21

Si es volgués eliminar la inundabilitat de tot l'àmbit d'estudi per T=500 anys augmentant la seva rasant s'hauria de comprovar hidràulicament que no s'incrementés el risc d'inundació aigües avall, és a dir, que no es produïxin afectacions a tercers.

En resum, com que l'àmbit d'estudi es troba fora de la zona de flux preferent però afectat per la zona inundable per T=500 anys, és d'aplicació l'article 14bis del Reial Decret 638/2016. Aquest article no estableix limitacions pel què fa a la instal·lació d'aparcaments en sòl rural, sempre i quan el promotor aportï una declaració de responsable en la que expressa clarament que coneix i assumeix el risc existent i les mesures de protecció civil aplicables al cas, compromentent-se a traslladar aquesta informació als possibles afectats, amb independència de les mesures complementàries que consideri oportú adoptar per a la seva protecció. En definitiva, l'ús d'aparcament dins aquest àmbit seria admissible segons la normativa vigent (RD 638/2016).

## 8. CARTOGRAFIA

Plànol núm.1: Localització

Plànol núm.2: Discretització de la modelització

Plànol núm.3: Calats d'inundació per T=10 anys

Plànol núm.4: Calats d'inundació per T=100 anys

Plànol núm.5: Calats d'inundació per T=500 anys

Plànol núm.6: Zona de Flux Preferent

**Equip de redacció:**

Jordi Maspoch Comamala  
Ambientòleg  
Col·legiat núm. 600

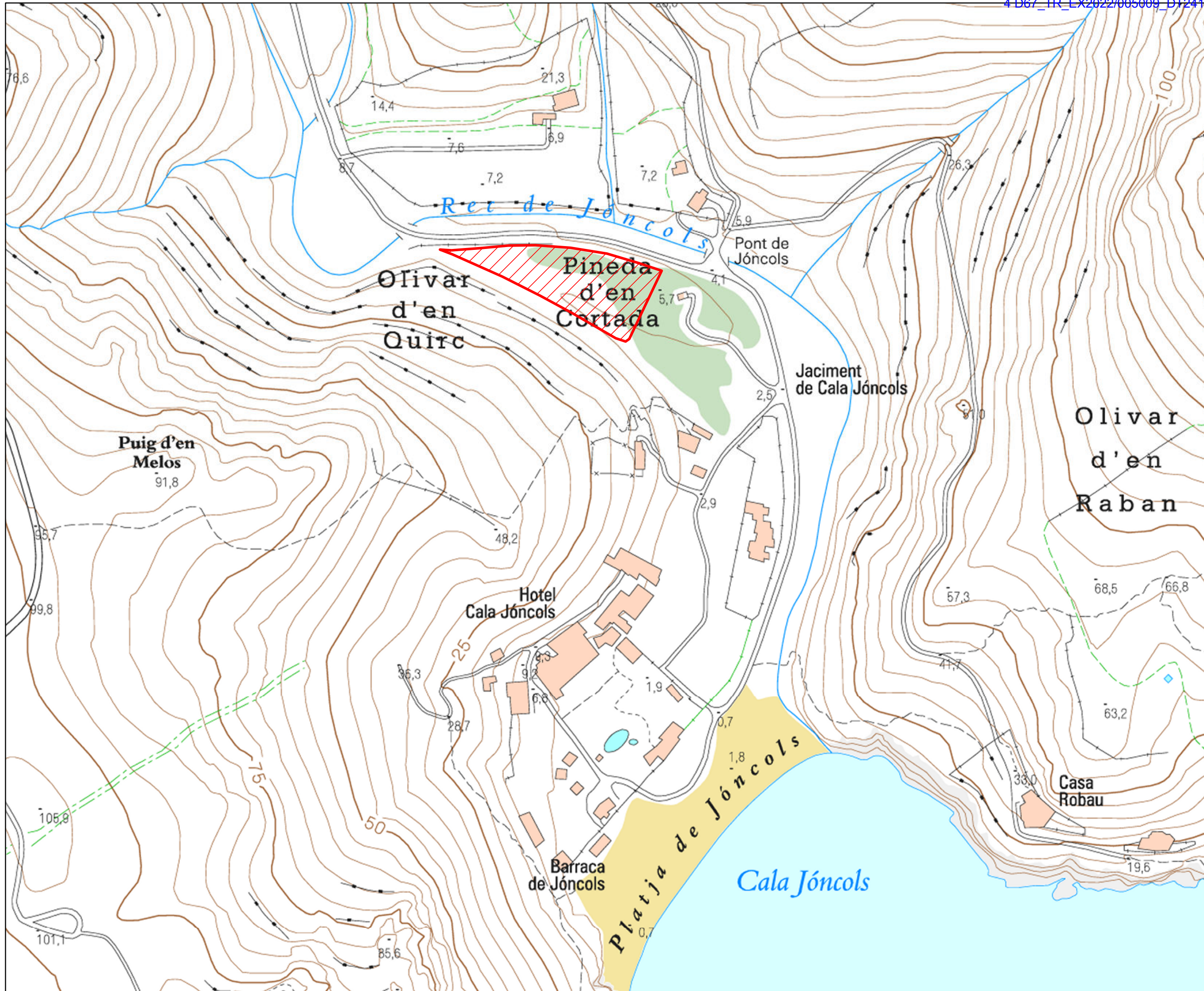
Josep Aleix Comas i Herrera  
Enginyer de Camins, Canals i Ports  
Col·legiat núm. 18188

Girona, juny de 2023

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



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



Llegenda:

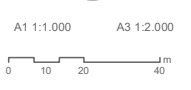


Fonts:  
Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)

**1**

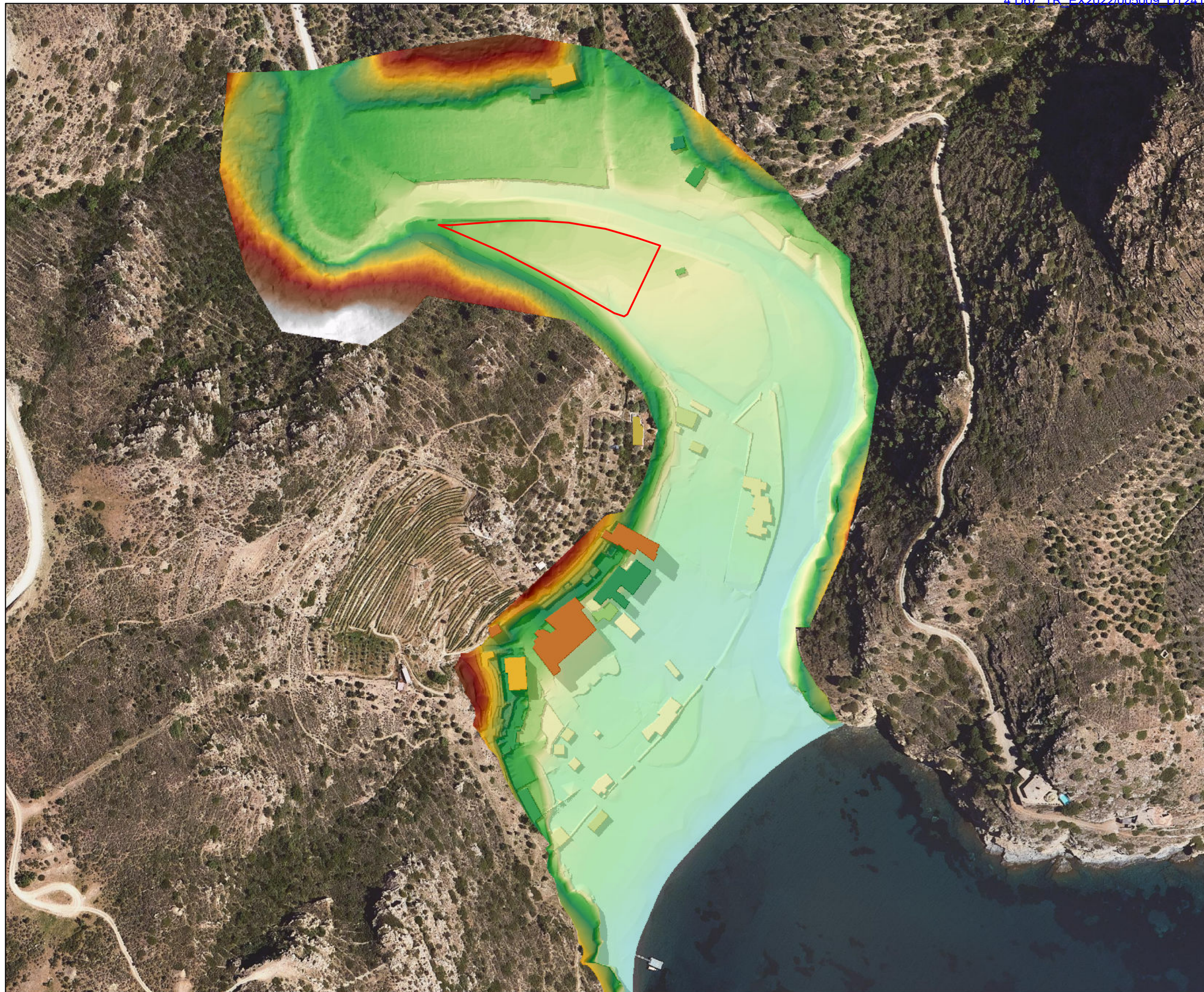
**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
A CALA JÓNCOLS, AL MUNICIPI  
DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Localització



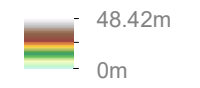
JUNY 2023

PROMOTOR:  
  
Ajuntament de Roses  
www.roses.cat



**Llegenda:**

Model d'Elevació del terreny (m)



Àmbit d'estudi

**Fonts:**

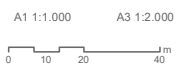
Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
A CALA JÓNCOLS, AL MUNICIPI  
DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Discretització de la modelització



JOSEP ALEX COMAS I HERRERA  
 ENGINYER DE CAMBRES, CANALS I PORTS  
 Col·legi 18788



JUNY 2023

PROMOTOR:





**Llegenda:**

Calat T= 10 anys

< 0,4m

0,4 - 1m

1 - 1,5m

1,5 - 2m

> 2m

Àmbit d'estudi

**Fonts:**

Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
A CALA JÓNCOLS, AL MUNICIPI  
DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Calat T=10 anys



JOSEP ALEX COMAS I HERRERA  
ENGINYER DE OBRAS PÚBLICAS Y PUERTOS  
C/El Segre, 18 188



JUNY 2023

PROMOTOR:






- Llegenda:**
- Calat T=100 anys
- < 0,4m
  - 0,4 - 1m
  - 1 - 1,5m
  - 1,5 - 2m
  - > 2m
  - Àmbit d'estudi

**Fonts:**  
Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**4**


**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
A CALA JÓNCOLS, AL MUNICIPI  
DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Calat T=100 anys




**SERPA**  
ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL

JOSEP ALEXI COMAS I HERRERA  
ENGINYER DE OBRAS PÚBLICAS I FORESTALS  
C/El Segre, 18/188



A1 1:750    A3 1:1.500



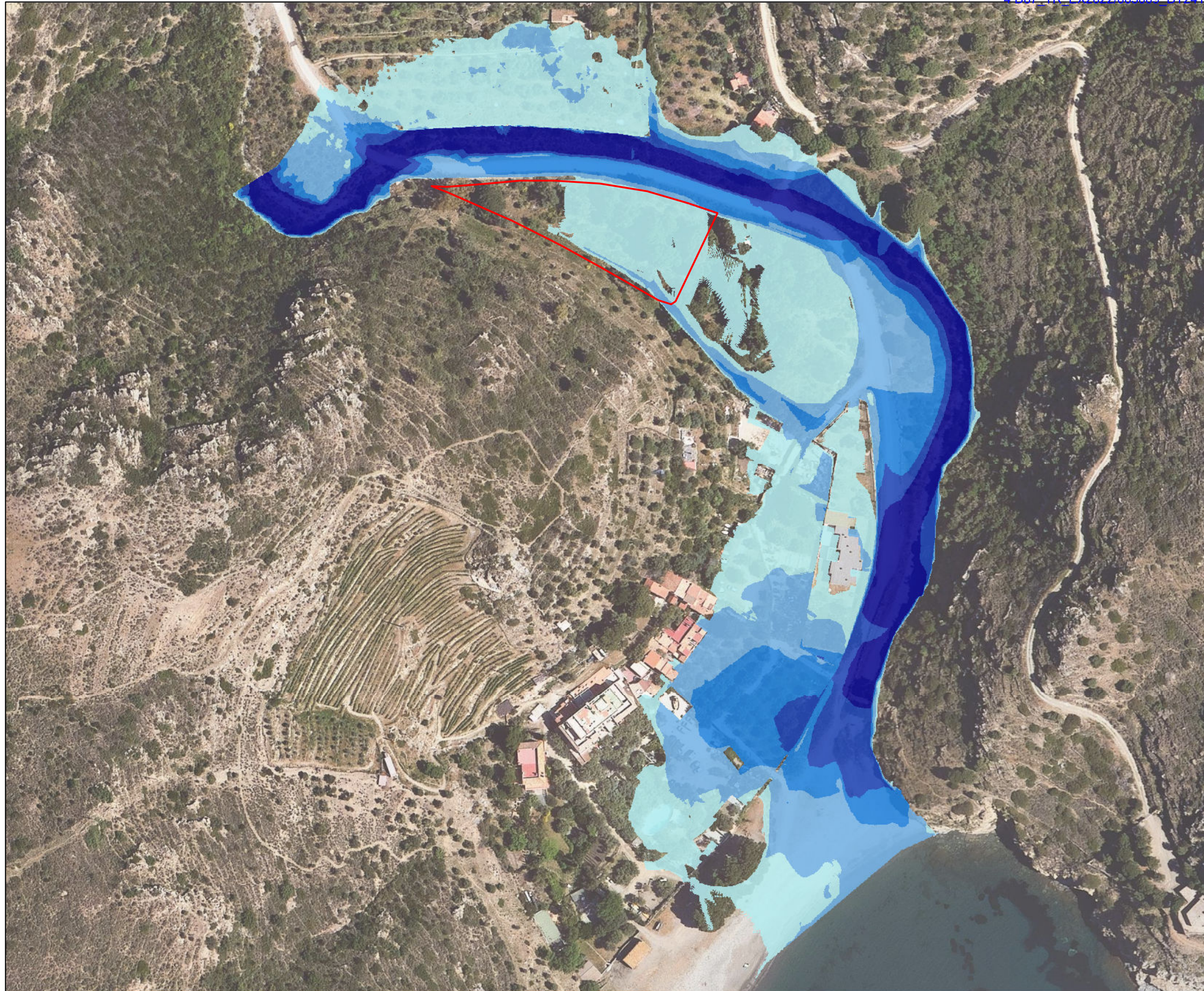
0 7.5 15 30 m

JUNY 2023

**PROMOTOR:**



**Ajuntament de Roses**  
www.roses.cat




- Llegenda:**
- Calat T=500 anys
- < 0,4m
  - 0,4 - 1m
  - 1 - 1,5m
  - 1,5 - 2m
  - > 2m
  - Àmbit d'estudi

**Fonts:**  
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**5**


**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
 INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
 A CALA JÓNCOLS, AL MUNICIPI  
 DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Calat T=500 anys




**SERPA**  
ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL

JOSEP ALEXIS COMAS I HERRERA  
 ENGINYER DE OBRAS PÚBLICAS I FORESTALS  
 Col. Reg. 18.188



A1 1:750    A3 1:1.500



0 7.5 15 30 m

JUNY 2023

**PROMOTOR:**



**Ajuntament de Roses**  
www.roses.cat




- Llegenda:**
- Zona de Flux Preferent
  - Àmbit d'estudi

**Fonts:**  
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)


**6**

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
 INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
 A CALA JÓNCOLS, AL MUNICIPI  
 DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

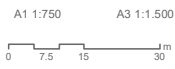
**Zona de Flux Preferent**



**SERPA**  
ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL  
JOSEP ALEX COMAS I HERRERA  
 ENGINYER DE OBRAS, CANALS I PORTS  
 Col. Reg. 18.188



A1 1:750    A3 1:1.500



0 7.5 15 30 m

JUNY 2023

**PROMOTOR:**



**Ajuntament de Roses**  
www.roses.cat

# ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT A CALA MONTJOI, A ROSES (ALT EMPORDÀ)



**ÍNDEX**

1. INTRODUCCIÓ .....	3
1.1. OBJECTIUS .....	3
1.2. ÀMBIT D'ESTUDI .....	3
1.3. ANTECEDENTS .....	8
1.4. RESUM METODOLÒGIC .....	9
2. NORMATIVA .....	10
2.1. REIAL DECRET 638/2016 .....	10
2.2. PLA DE GESTIÓ DEL DISTRICTE DE CONCA FLUVIAL DE CATALUNYA 2016-2021 ...	15
3. DESCRIPCIÓ DEL REC DE MONTJOI .....	16
4. HIDROLOGIA .....	24
4.1. ASPECTES BÀSICS .....	24
4.2. CABALS NORMALITZATS .....	24
4.3. CARACTERÍSTIQUES DE LA CONCA .....	25
4.4. CABALS EMPRATS A L'ESTUDI .....	25
4.5. HIDROGRAMES ADOPTATS A L'ESTUDI .....	25
5. HIDRÀULICA .....	27
5.1. MODEL DIGITAL DEL TERRENY .....	27
5.2. MODELITZACIÓ 2D .....	28
5.3. COEFICIENTS DE RUGOSITAT .....	30
5.3.1. PLANA D'INUNDACIÓ .....	30
5.3.2. LLERES .....	31
5.4. ESTRUCTURES .....	34
5.5. CONDICIONS DE CONTORN .....	35
5.6. GEOMETRIA DE CÀLCUL .....	36
6. SITUACIÓ ACTUAL .....	40
6.1. ELEMENTS DE REPRESENTACIÓ .....	40
6.2. ZONA DE FLUX PREFERENT .....	40
6.2.1. INTRODUCCIÓ .....	40
6.2.2. ZONA ON ES PODEN PRODUIR GREUS DANYS SOBRE LES PERSONES I ELS BÉNS (ZIP) .....	41
6.2.3. VIA D'INTENS DESGUÀS (VID) .....	41
6.2.4. ZONA DE FLUX PREFERENT (ZFP) .....	44
6.3. REPRESENTACIÓ GRÀFICA .....	44
6.3.1. ZONES INUNDABLES I ZONA DE FLUX PREFERENT EN EL REC DE MONTJOI .....	45
6.3.2. DETALL DE LES ZONES INUNDABLES I ZONA DE FLUX PREFERENT A L'ÀMBIT D'ESTUDI	46
6.4. CALATS I VELOCITATS AVINGUDA T=500 ANYS .....	48
7. RESULTATS I CONCLUSIONS .....	49
8. CARTOGRAFIA .....	49

**Índex d'imatges**

Imatge 1. Ortofotomatge amb l'àmbit d'estudi.....	4
Imatge 2. Fotografies llera adjacent a l'àmbit d'estudi .....	4
Imatge 3. Fotografies interior àmbit d'estudi .....	6
Imatge 4. Inundabilitat estudi ciutat de Vacances Cala Montjoi .....	8
Imatge 5. Esquema delimitació dels espais fluvials i les zones inundables .....	13
Imatge 6. Resum limitacions d'usos aplicables a nivell estatal (art. 9bis, 9ter, 9 quàter i 14 bis del RDPH) .....	14
Imatge 7. Rec de Montjoi aigües amunt de la carretera d'accés.....	16
Imatge 8. Vista de les dues estructures hidràuliques de la carretera d'accés.....	19
Imatge 9. Vista del rec aigües avall on es pot observar el mur perimetral del càmping ciutat de Vacances i del Bullifoundation.....	20
Imatge 10. Fitxa cabal normalitzat del rec de Montjoi.....	24
Imatge 11. Hietograma i hidrograma en el punt de desguàs .....	25
Imatge 12. Hidrograma rec de Montjoi.....	26
Imatge 13. Àmbits de les topografies utilitzades.....	27
Imatge 14. Model d'Elevació del Terreny (MET) .....	28
Imatge 15. Valors del coeficient de rugositat de Manning.....	31
Imatge 16. Fotografies llera .....	32
Imatge 17. Fotografies estructures hidràuliques del rec de Montjoi.....	34
Imatge 18. Fotografies estructures hidràuliques escòrrec lateral.....	34
Imatge 19. Detall malla de simulació 2D.....	36
Imatge 20. Fotografies portals .....	37
Imatge 21. Malla de simulació 2D I 2A/2D Area Conn. ....	37
Imatge 22. Malla de simulació 2D i Breaklines.....	38
Imatge 23. Imatges condicions modelització 2d – HECRAS.....	39
Imatge 24. ZIP/ZIG del rec de Montjoi .....	41
Imatge 25. Model delimitació de la VID.....	42
Imatge 26. Esquema murs laterals utilitzats per modelitzar les VID .....	42
Imatge 27. VID del rec de Montjoi.....	43
Imatge 28. Sobrelevació VID respecte T=100 anys.....	43
Imatge 29. Zona de flux preferent del rec de Montjoi.....	44
Imatge 30. Zona inundable per T=10 anys del rec de Montjoi.....	45
Imatge 31. Zona inundable per T=100 i 500 anys del rec de Montjoi .....	45
Imatge 32. Zona de flux preferent del rec de Montjoi.....	46
Imatge 33. Zona inundable per T=10 anys a l'àmbit d'estudi.....	46
Imatge 34. Zona inundable per T=100 i 500 anys a l'àmbit d'estudi .....	47
Imatge 35. Zones de Flux Preferent a l'àmbit d'estudi .....	47
Imatge 36. Calats per T=500 anys a l'àmbit d'estudi .....	48
Imatge 37. Velocitat per T=500 anys a l'àmbit d'estudi.....	48

# 1. INTRODUCCIÓ

Aquest estudi d'inundabilitat "**per la instal·lació d'un aparcament a Cala Montjoi, a Roses (Alt Empordà)**" es redacta a petició de l'Ajuntament de Roses pel requeriment de l'informe de 'Agència Catalana de l'Aigua (UDPH2022004369) en el marc de la Modificació del Pla General al sistema viari i d'aparcament del Cap de Creus.

## 1.1. OBJECTIUS

L'objectiu d'aquest estudi és determinar les zones inundables i la zona de flux preferent del rec de Montjoi en l'àmbit de l'aparcament previst en sòl rústic a Cala Montjoi segons la Modificació del Pla General al Sistema Viari i d'aparcaments del Cap de Creus. TM Roses

En l'informe de l'Agència Catalana de l'Aigua s'exposa entre d'altres coses:

"En aquest sentit, i pel que fa les àrees d'aparcaments proposades a les proximitats de Cala Rostella, de Cala Montjoi, i de Cala Jòncols, on hi discorren els recs de la Rostella, rec de Montjoi i riera de Jòncols respectivament, caldrà tenir en compte, i pel què fa la nova regulació que preveu la present Modificació Puntual amb els nous usos que es generaran amb la implantació de la zona d'aparcament en sòl rústic, el que disposen els articles 9 (bis) i 14 (bis) del Reglament del Domini Públic Hidràulic (modificat pel RD 638/2016) pel què fa a les limitacions d'usos en sòl rural en la zona de flux preferent i en la zona inundable.

D'acord amb l'article 9bis apartat b) del RDPH, en Zona de Flux Preferent no es permetran instal·lacions permanents d'aparcament de vehicles en superfície, pel que es considera necessari que es delimiti l'esmentada Zona de Flux Preferent en els àmbits indicats anteriorment per tal de verificar la compatibilitat d'usos de les zones d'aparcament proposades d'acord el que preveu l'article 9bis.

L'article 14bis 'Limitacions dels usos del sòl en la Zona inundable', no estableix limitacions d'usos en la Zona Inundable pel que fa la instal·lació d'aparcaments en sòl rural, sempre i quan el promotor aporti una declaració de responsable en la que expressa clarament que coneix i assumeix el risc existent i les mesures de protecció civil aplicables al cas, compromentent-se a traslladar aquesta informació als possibles afectats, amb independència de les mesures complementàries que consideri oportú adoptar per a la seva protecció."

En aquest sentit es determinaran les zones inundable per a T=10, 100 i 500 anys de període de retorn així com la Zona de Flux Preferent (ZFP); per tal de determinar els usos admesos respecte el risc d'inundabilitat segons la legislació vigent (modificació del RDPH, entrada en vigor del RD 638/2016, de 9 de desembre, publicat al BOE núm. 314 de 29 de desembre de 2016.

## 1.2. ÀMBIT D'ESTUDI

En aquest estudi s'ha estudiat un tram d'uns 500 metres del rec de Montjoi per tal d'estudiar en detall l'àmbit proposat d'aparcament en sòl rústic, agafant un tram aigües amunt fins a la desembocadura. L'àmbit d'estudi es troba al marge dret del rec de Montjoi, aigües amunt de la carretera d'accés.

Imatge 1. Ortofotomatge amb l'àmbit d'estudi



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

Imatge 2. Fotografies llera adjacent a l'àmbit d'estudi







Imatge 3. Fotografies interior àmbit d'estudi

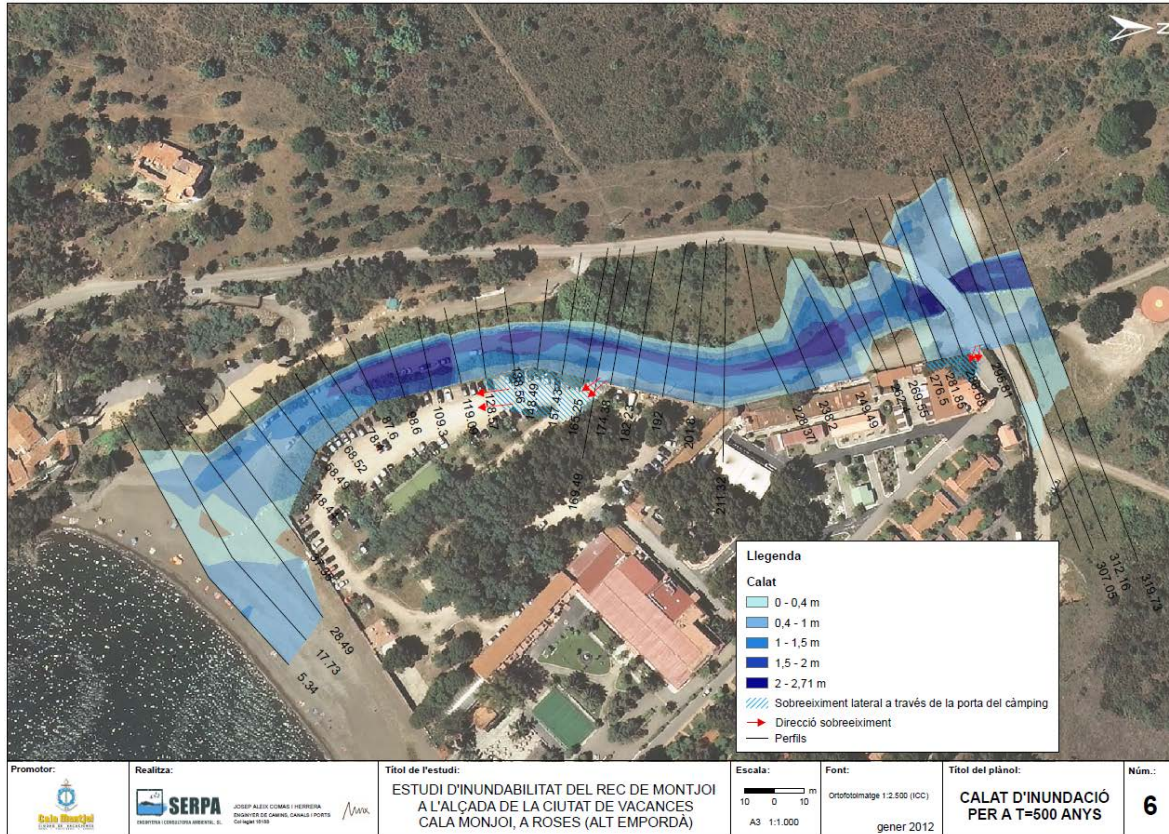




### 1.3. ANTECEDENTS

El gener de 2012, l'empresa SERPA Enginyeria i Consultoria Ambiental, SL va realitzar un estudi d'inundabilitat del rec de Montjoi a l'alçada de la ciutat de vacances Cala Montjoi, a Roses, on s'estudia l'estat actual d'aquesta i de la ciutat de vacances Cala Montjoi.

Imatge 4. Inundabilitat estudi ciutat de Vacances Cala Montjoi



L'any 2014, es va realitzar un informe complementari de l'estudi de l'any 2012 del rec de Montjoi a l'alçada de la ciutat de Vacances per recollir i donar resposta a l'informe de l'ACA de codi d'expedient UDPH2013003059 i estudiar la proposta d'actuació.

L'any 2017, l'empresa SERPA Enginyeria i Consultoria Ambiental, SL va realitzar un estudi d'inundabilitat del PAE elBulliFoundation on es va estudiar l'estat actual i de la proposta del PAE el BulliFoundation.

L'any 2021, l'Agència Catalana de l'Aigua va realitzar una cobertura de cabals normalitzats de la majoria de cursos fluvials del Districte de Conca Fluvial de Catalunya. Aquesta cobertura és de punts equidistants cada 50 m que corresponen a zones on s'acumula l'escorriment superficial i/o formen part de la xarxa de rius 1:50.000 i/o formen part de la cobertura de tramificació de cabals desenvolupada per l'Agència. La metodologia que es va seguir va ser el Mètode Racional, a excepció dels punts que tenen el seu origen a la tramificació de cabals a on l'Agència ha realitzat estudis hidrològics i/o hidràulics de detall. Els cabals de càlcul han estat els corresponents a les avingudes de MCO, 10, 100 i 500 anys de període de retorn. A més a més, la cobertura incloïa els paràmetres hidrològics que justifiquen els valors obtinguts. En aquest estudi s'han fet servir aquests cabals per estudiar el rec de Montjoi.

## 1.4. RESUM METODOLÒGIC

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

Els estudis hidrològics s'efectuen per tal de determinar els cabals per a cada curs fluvial i pels períodes de retorn corresponents. Un cop obtinguts aquests cabals s'incorporen en el model hidràulic per simular el funcionament de la xarxa fluvial. En aquest cas no s'ha realitzat cap estudi hidrològic perquè els cabals s'han extret a partir dels cabals normalitzats publicats per l'Agència Catalana de l'Aigua.

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

En aquest estudi s'ha optat per una modelització bidimensional per tal de representar amb major precisió la propagació de l'aigua pel rec de Montjoi els seus marges. Aquesta simulació 2D es realitza amb el programa Hec-Ras 6.3.1 que és software lliure. A partir del model digital del terreny (MDT) i la seva discretització amb una malla de quadrilàters (malla 2D), s'assigna a cadascuna d'aquestes cel·les les variables de cota del terreny, rugositat, condicions inicial i de contorn que li corresponguin.

Així doncs, s'ha optat per una modelització bidimensional en règim variable per tal de reflectir de forma més precisa la inundabilitat del curs fluvial i la seva possible afectació mitjançant l'evolució de l'hidrograma i les variabilitats de les intensitats en el temps.

El model numèric d'aquest programa permet el càlcul de les zones inundables en règim variable, en base a un hidrograma de cabals d'avinguda obtingut en aquest estudi creant un model per a cada període de retorn estudiat (10, 100 i 500 anys). Els resultats obtinguts són grafiats en un entorn SIG, de forma que s'obtenen els plànols amb la delimitació de les zones inundables pels períodes de retorn considerats i la zona de flux preferent.

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

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

## 2. NORMATIVA

### 2.1. REIAL DECRET 638/2016

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

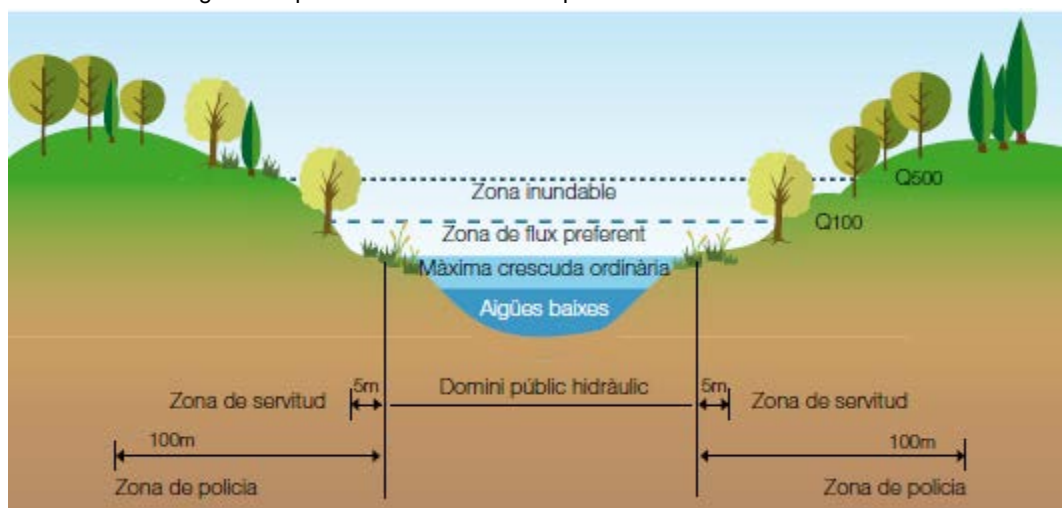
2. En els sòls que a la data d'entrada en vigor del Reial decret 638/2016, de 9 de desembre, estiguin en la situació bàsica de sòl urbanitzat, es pot permetre la construcció de noves edificacions, tenint en compte, en la mesura que es pugui, el que estableixen les lletres a) i b) de l'apartat 1.

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

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

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

Imatge 5. Esquema delimitació dels espais fluvials i les zones inundables



Font: Agència Catalana de l'Aigua

Imatge 6. Resum limitacions d'usos aplicables a nivell estatal (art. 9bis, 9ter, 9 quàter i 14 bis del RDPH)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

El Pla de gestió del districte de la conca fluvial de Catalunya 2022-2027 està redactat i en procés d'aprovació. Els documents del Pla de Gestió i del Programa de mesures van finalitzar el seu període d'informació pública el 19 d'abril de 2022. Actualment l'ACA es troba en fase de treball i anàlisi de les propostes i al·legacions rebudes, per tant no està aprovat definitivament.

De les determinacions normatives del 3er cicle de planificació, en interessa el Capítol XI Gestió de l'espai fluvial; i concretament:

- Secció primera - Determinacions relatives al règim d'usos de l'espai fluvial.  
Articles del 70 al 79
- Secció segona - Determinacions relatives a les actuacions de defensa front al risc d'inundacions  
Articles del 80 al 83

### 3. DESCRIPCIÓ DEL REC DE MONTJOI

La conca d'aportació del rec de Montjoi al tram de la seva desembocadura a la cala Montjoi abasta una superfície de 3,33 km<sup>2</sup>. La longitud del curs principal en aquest punt és d'aproximadament 3,73 km i presenta un pendent mig de l'ordre del 13,11%.

Cala Montjoi es situa a dotze quilòmetres del nucli urbà de Roses i es la platja més gran del municipi dins de l'espai protegit del cap de Creus, i també és una de les més conegudes.

En el tram d'estudi hi trobem dues estructures hidràuliques ubicades a la carretera d'accés a Cala Montjoi.

Imatge 7. Rec de Montjoi aigües amunt de la carretera d'accés







Imatge 8. Vista de les dues estructures hidràuliques de la carretera d'accés



Imatge 9. Vista del rec aigües avall on es pot observar el mur perimetral del càmping ciutat de Vacances i del Bullifoundation









Mur lateral càmping – camí accés a Cala Jóncols



## 4. HIDROLOGIA

### 4.1. ASPECTES BÀSICS

Per a poder realitzar l'estudi hidràulic, és necessari determinar els cabals que poden arribar a discórrer per l'eix principal de drenatge.

S'ha verificat que la cobertura dels cabals normalitzats realitzada per l'Agència Catalana de l'Aigua a l'any 2021 del Districte de Conca Fluvial de Catalunya ha estudiat el rec de Montjoi i per tant, en aquest estudi no caldrà realitzar cap estudi hidrològic addicional.

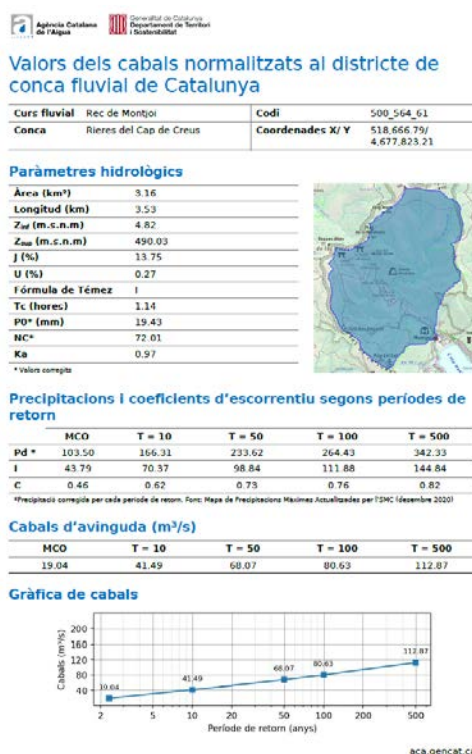
Un cop obtinguts els cabals pels períodes de retorn considerats s'incorporen en els models hidràulics per simular el funcionament de la xarxa fluvial.

### 4.2. CABALS NORMALITZATS

L'Agència Catalana de l'Aigua, l'any 2021, va realitzar una cobertura de cabals normalitzats de la majoria de cursos fluvials del Districte de Conca Fluvial de Catalunya. Aquesta cobertura és de punts equidistants cada 50 m que corresponen a zones on s'acumula l'escorriment superficial i/o formen part de la xarxa de rius 1:50.000 i/o formen part de la cobertura de tramificació de cabals desenvolupada per aquesta Agència. La metodologia que s'ha seguit ha estat el Mètode Racional, a excepció dels punts que tenen el seu origen a la tramificació de cabals a on aquesta Agència ha realitzat estudis hidrològics i/o hidràulics de detall. Els cabals de càlcul han estat els corresponents a les avingudes de 10, 100 i 500 anys de període de retorn. A més a més, la cobertura inclou els paràmetres hidrològics que justifiquen els valors obtinguts.

S'ha utilitzat els cabals normalitzats del codi 500\_564\_61 (518.666,79/4.677.823,21), el qual es localitza aigües avall de la carretera d'accés. S'ha considerat aquest punt per quedar-nos del costat de la seguretat i perquè l'objectiu es estudiar en detall la zona de l'àmbit de la proposta d'aparcament (aigües amunt de la carretera d'accés). Agafant el cabal a la seva desembocadura considerariem un volum d'aigua que s'incorpora al rec aigües avall de l'àmbit i per tant, que no circula pel tram d'estudi.

Imatge 10. Fitxa cabal normalitzat del rec de Montjoi



### 4.3. CARACTERÍSTIQUES DE LA CONCA

A la següent taula es mostra els valors dels paràmetres hidromorfomètrics i el temps de concentració del curs fluvial estudiat, els quals s'han extret principalment de les fitxes dels cabals normalitzats.

Taula 1. Característiques de la conca

Curs fluvial	Àrea (km <sup>2</sup> )	K <sub>A</sub>	Longitud L (km)	Cota màx. (m)	Cota mín. (m)	Pendent j (m/m)	Temps T <sub>c</sub> (h)	Grau impermeabilització (%)
Rec de Montjoi	3,16	0,97	3,53	490,03	4,82	13,75	1,14	0,27

### 4.4. CABALS EMPRATS A L'ESTUDI

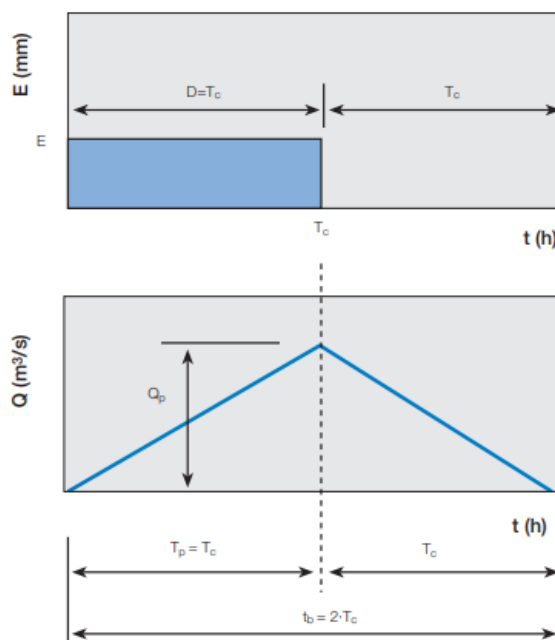
A la següent taula es mostren els cabals utilitzats en aquest estudi que s'han extret de la capa de cabals normalitzats de l'Agència Catalana de l'Aigua.

Curs fluvial	Cabals (m <sup>3</sup> /s)		
	10 anys	100 anys	500 anys
Rec de Montjoi	41,49	80,63	112,87

### 4.5 HIDROGRAMES ADOPTATS A L'ESTUDI

Els cabals obtinguts han estat calculats pel mètode racional i per realitzar la modelització s'ha optat per extreure l'hidrograma pels períodes de retorn considerats (10, 100 i 500 anys de període de retorn) mitjançant la relació del mètode racional amb l'hidrograma en el punt de desguàs, segons la guia tècnica "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local" de l'Agència Catalana de l'Aigua.

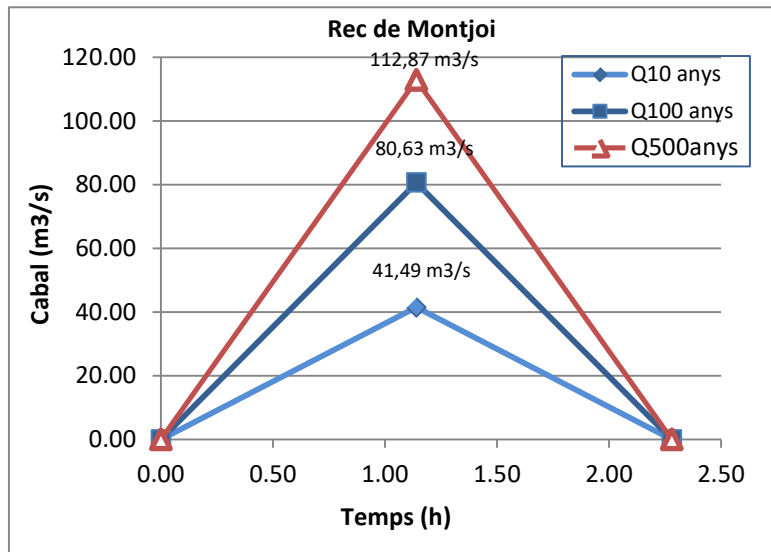
Imatge 11. Hietograma i hidrograma en el punt de desguàs



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

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

Imatge 12. Hidrograma rec de Montjoi



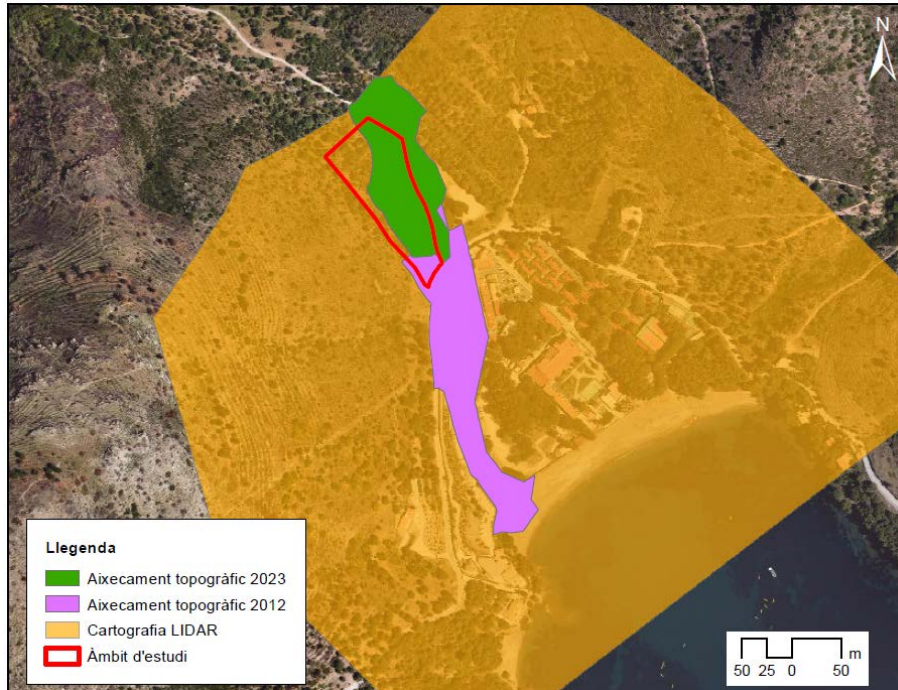
Font: Elaboració pròpia

## 5. HIDRÀULICA

### 5.1. MODEL DIGITAL DEL TERRENY

Per a la modelització hidràulica s'ha creat un únic Model d'Elevació del Terreny utilitzant l'aixecament topogràfic realitzat per l'estudi de l'any 2012 modificant el marge dret (obres del Bullifoundation), un nou aixecament topogràfic de la zona agües amunt de la carretera d'accés; i el conjunt s'ha ampliat mitjançant la cartografia LIDAR utilitzant únicament les cotes del terreny "GROUND". Pel què fa a l'aixecament topogràfic de l'any 2012, s'ha verificat que només hi ha hagut canvis significatius en el marge dret degut a les obres de Bullifoundation aprovades per l'Agència Catalana de l'Aigua, les quals s'han entrat en el model.

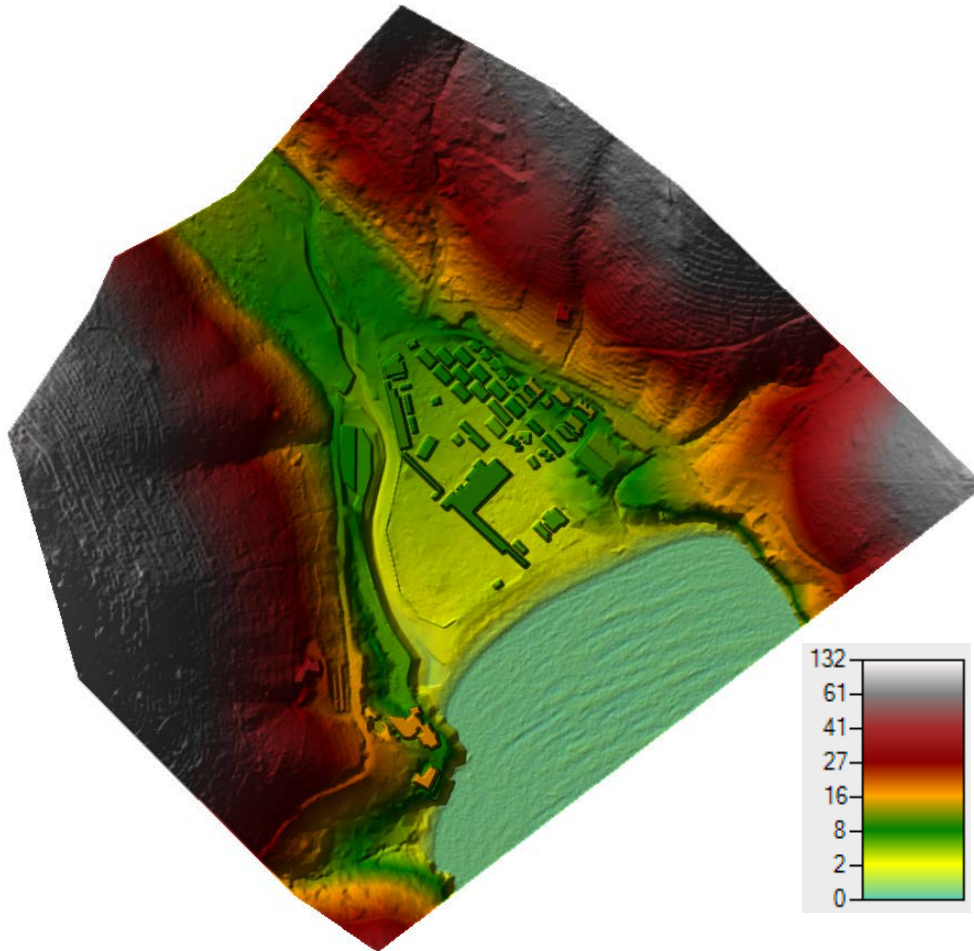
Imatge 13. Àmbits de les topografies utilitzades



Font: Elaboració pròpia

A partir d'aquestes dues cartografies s'ha creat un únic Model Digital del Terreny, el qual s'ha passat a format ràster (MET) amb una resolució de 0,25 píxels.

Imatge 14. Model d'Elevació del Terreny (MET)



Font: Elaboració pròpia

## 5.2. MODELITZACIÓ 2D

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

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

En aquest estudi la modelització bidimensional s'ha dut a terme amb la versió més recent del programa 6.3.1, desenvolupat per Hidrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers.

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

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

- Ones d'inundació dinàmiques.
- Expansions i contraccions sobtades.
- Anàlisis de propagació d'ones.
- Sobreelevació al voltant de les corbes.
- Múltiples estructures hidràuliques (ponts, culverts ...).

Aquest és un mètode molt més lent, amb temps de simulació molt llargs però molt més precís, sobretot a les zones on s'hi localitzen estructures hidràuliques (ponts, culverts ...).

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

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

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

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

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

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

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

### 5.3. COEFICIENTS DE RUGOSITAT

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

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

#### 5.3.1. PLANA D'INUNDACIÓ

La definició dels usos del sòl s'ha obtingut a partir del mapa de cobertes de Sòl de Catalunya de l'any 2018 descarregat de l'ICGC. Aquest mapa és una actualització de les Cobertes de sòl de 2009, realitzades a partir de la fotointerpretació de les ortofotos de l'ICGC 2018.

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

En aquest estudi s'han assignat els valors de  $n$  de Manning a les diferents cobertes de sòl determinades tenint en compte la relació d'aquestes amb les cobertes del SIOSE (Sistema de Informació sobre Ocupación del Suelo en España); i s'ha utilitzat la "GUIA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFIA DE ZONAS INUNDABLES" del *Ministerio de Medio Ambiente i Medio Rural y Marino*.

Taula 2. Cobertes de sòl i coeficients de Manning

Cobertes de sòl	Manning
Aparcament	0,03
Boscors clars d'aciculifolis	0,07
Boscors clars d'esclerofil·les i laurifolis	0,07
Boscors densos d'aciculifolis	0,07
Recinte Bullifoundation	0,1 <sup>*1</sup>
Camins forestals	0,03
Càmping	0,09 <sup>*1</sup>
Canyars	0,08
Carretera	0,1 <sup>*1</sup>
Edificacions aïllades en l'espai rural	0,09 <sup>*1</sup>
Mar	0,025
Matollar	0,065
Matollar – poc densos	0,055
Platges	0,025
Prats i herbassars	0,035
Roquissars i congestes	0,025
Sòl nu forestal	0,03
Zones verdes – càmping...	0,05

Els coeficients de rugositat de Manning dels camps marcats amb:

- <sup>\*1</sup> serà 0,04 perquè en el MET utilitzat en el model hidràulic conté els volums de les edificacions.

### 5.3.2. LLERES

Per la llera estudiada s'han utilitzat els coeficients de Manning determinats seguint el protocol de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) per a estudis de detall mig; i també seguint l'annex VI de la "Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables" publicada pel Ministeri de Medi Ambient i medi Rural i Marí, l'any 2011. Els dos es basen en l'estudi "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS).

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

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

on:

- $n_0$ : valor de  $n$  per una llera 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 mida de la secció transversal.
- $n_3$ : factor de correcció per incorporar obstruccions al flux.
- $n_4$ : factor de correcció per incorporar l'efecte de vegetació.
- $m$ : factor de correcció per incorporar l'efecte de la sinuositat en planta (meandres) de la llera.

Imatge 15. Valors del coeficient de rugositat de Manning

Condiciones del cauce		Valores	Descripción
Material	Tierra	0,020	Cauces de arcilla
	Roca cortada	$n_1$ , 0,025	Cauces en roca
	Grava fina	0,024	Cauces de grava
	Grava gruesa	0,028	
Grado de irregularidad	Bajo	0,000	Canales excavados lisos
	Menor	0,005	Canales excavadas en buenas condiciones
	Moderado	$n_2$ , 0,010	Canales con alguna erosión en márgenes
	Alto	0,020	Canales naturales con sucesiones de rápidos y remansos, bolos, raíces descubiertas
Variaciones de la sección transversal	Gradual	0,000	Casi uniforme
	Ocasionalmente alterante	$n_3$ , 0,005	Contracciones y expansiones infrecuentes
	Frecuentemente alterante	0,010-0,015	Contracciones y expansiones frecuentes
Efecto de las obstrucciones	Pequeño	0,000	Ocupan <5% del cauce
	Menor	0,010-0,015	Ocupan entre el 5-15% del cauce
	Apreciable	0,020-0,030	Ocupan entre el 15-50% del cauce
	Alto	0,040-0,060	Ocupan >50% del cauce
Vegetación	Baja	$n_4$ , 0,005-0,010	El calado es mayor que tres veces la altura de la vegetación
	Media	0,010-0,025	El calado es entre una y tres veces la altura de la vegetación
	Alta	0,025-0,050	La altura de la vegetación es la del calado
	Muy alta	0,050-0,100	La altura de la vegetación es el doble del calado o la vegetación es muy densa
Cantidad de meandros	Menor	$m$ , 1,000	Sinuosidad entre 1,0 y 1,2
	Apreciable	1,150	Sinuosidad entre 1,2 y 1,5
	Alta	1,300	Sinuosidad >1,5

Font: Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables publicada pel Ministerio de Medi Ambiente y medio Rural i Marino, l'any 2011

En el tram d'estudi s'han definit dos trams diferenciats del mateix curs fluvial. El tram núm.1 és el tram aigües amunt de la carretera d'accés menys la zona de l'embocadura de l'estructura hidràulica i el tram núm.2 és des de l'embocadura de l'obra hidràulica fins a la desembocadura.

Taula 3. Paràmetres i coeficients de Manning emprats per la llera del rec de Montjoi

	Rec de Montjoi	
	Tram núm.1	Tram núm.2
$n_0$	0,028	0,028
$n_1$	0,01	0,005
$n_2$	No cal incorporar ja que s'inclou en el model hidràulic en el coeficient d'expansió i contracció	
$n_3$	0,01	0
$n_4$	0,005	0,005
$m$	1	1
$n$	0,053	0,038

Imatge 16. Fotografies llera

Tram núm.1



Tram núm.2



## 5.4. ESTRUCTURES

S'ha localitzat un total de dues estructures hidràuliques en el tram d'estudi del rec de Montjoi. Una es troba a la mateixa llera del rec de Montjoi i l'altra un escòrrec lateral, les dues per travessar la carretera d'accés. Els tubs de l'escòrrec lateral es troben parcialment obstruïts per sediments.

Imatge 17. Fotografies estructures hidràuliques del rec de Montjoi



Imatge 18. Fotografies estructures hidràuliques escòrrec lateral



El programari HEC RAS a la seva versió 6.3.1 per a les zones 2D permet entrar ponts i culverts. L'estructura hidràulic de l'escòrrec lateral s'ha entrat com "*culvert*" i l'estructura hidràulica del rec de Montjoi com un pont "*bridge*". S'ha considerat entrar-la com un *bridge* per tal de representar adequadament la geometria de semi-arc perquè sinó s'hauria d'entrar una geometria equivalent rectangular.

En la taula següents es mostren les dimensions de les estructures hidràuliques que s'han introduït en el programa Hec-Ras i que es poden consultar directament a l'apartat *SA/SD Area Conn.* de la geometria de les modelitzacions.

Taula 4. Característiques estructures hidràuliques

Curs fluvial	Codi modelització	Estructura hidràulica			Ø	Observacions
		Amplada	Altura total	Altura arc		
Rec de Montjoi	Estructura_hidra	1m	1,05m	0,25m	-	3 ulls semi-arc S'ha entrat com un "Bridge" en el model 2d.
Escòrrec	Estructura_hidra2			-	2 tubs Tub Ø40cm	S'ha entrat com un "culvert"

## 5.5. CONDICIONS DE CONTORN

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

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

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

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

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

En el nostre estudi, la condició de contorn d'entrada s'ha entrat l'hidrograma de cabal corresponent a cada període de retorn considerat (10, 100 i 500 anys).

Com a condició de contorn de sortida s'ha considerat un hidrograma de nivell "Stage Hydrograph" amb els valors de la cota màxima del nivell del mar. Aquestes dades s'han extret del visor del Sistema Nacional de Cartografia i concretament, dels mapes de perillositat per inundació costanera a Espanya. D'aquest visor s'ha extret la cota màxima de la "Zona inundable con probabilidad media u ocasional (T=100 anys) y ZI con probabilidad baja o excepcional (T=500 anys) de origen marino". Cal dir que per T=10anys no hi ha dades i per aquest període s'ha utilitzat el nivell del mar per T=100 anys.

A la zona d'estudi, Cala Montjoi, no hi ha dades però es troba entre dues zones amb dades. Aquestes zones són ES100\_APSFR\_C13\_010 (Castelló d'Empúries-Roses) i ES100\_APSFR\_C14\_010 (Girona Nord – Cadaqués). Per tant, s'ha agafat els valors més desfavorables de les dues zones, el qual és el valor de Cadaqués, i s'ha aplicat en el model hidràulic.

Taula 5. Valors de nivell de mar imposats com a condició de contorn de sortida

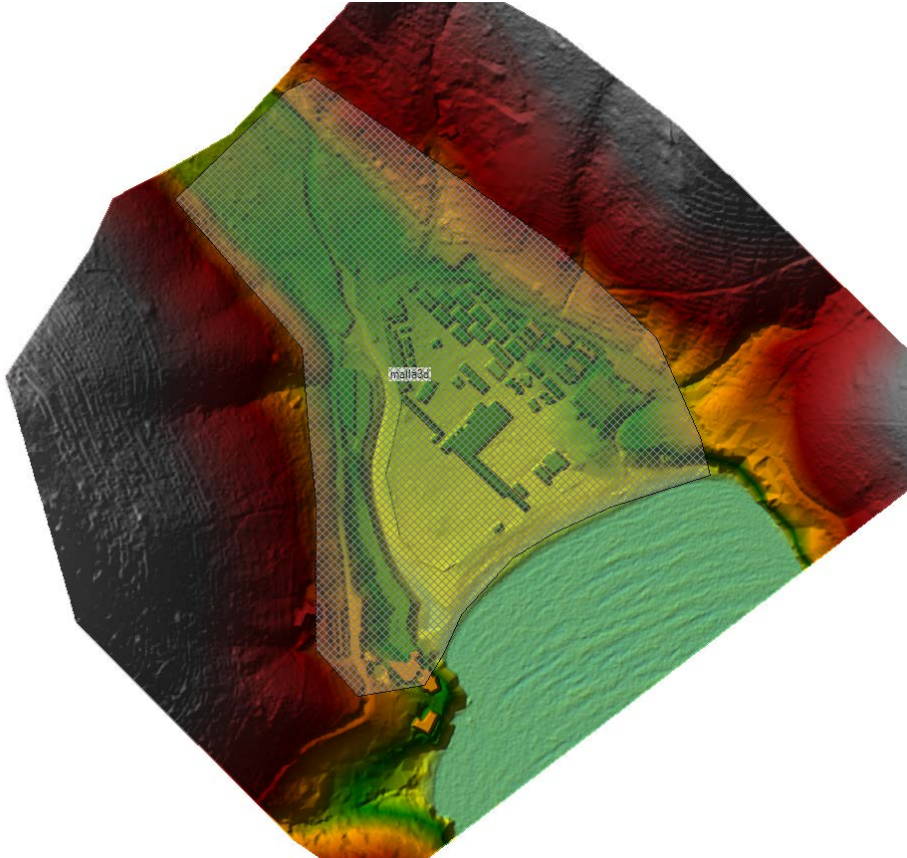
Nivell de mar (msnm)		
T10	T100	T500
0,86	0,86	0,92

## 5.6. GEOMETRIA DE CÀLCUL

Per l'execució del model 2D, l'àmbit d'estudi es cobreix amb unes malles de càlcul que es construeixen a partir del Model d'Elevació del Terreny creat en aquest estudi. En el programa Hec-Ras 6.3.1 s'ha entrat aquest MDE (format ràster) amb pas de malla quadrada de 0,25x0,25m (cel·la de 0,25m de costat) a través del format .TIFF. S'ha utilitzat aquest pas de malla perquè els elements siguin representants el més pròxims possible a la geometria real.

A partir d'aquest MDE es crea les malles de simulació. Pel què fa a les característiques de la malla es tracta d'una malla regular, en la qual s'ha imposat un perímetre on s'ha especificat que les cel·les siguin com a màxim 2x2 (cel·les de 1m de costat).

Imatge 19. Detall malla de simulació 2D



Un cop obtingudes les malles s'han entrat les estructures hidràuliques i els murs/motes paral·lels al flux de l'aigua per posar la cota de coronació segons aixecaments i mesures realitzades a camp. Totes aquestes estructures s'han entrat com a "2A/2D Areas Conn". És important dir, que els dos accessos "portals" al càmping Ciutat de Vacances Cala Montjoi s'han deixat oberts, és a dir, no s'han considerat els portals existents per quedar-nos del costat de la seguretat perquè podrien estar oberts o no aguantarien l'empenta de l'aigua. L'accés principal té una part parcialment opaca a la seva part inferior i l'accés secundari no té cap part opaca.

Imatge 20. Fotografies portals

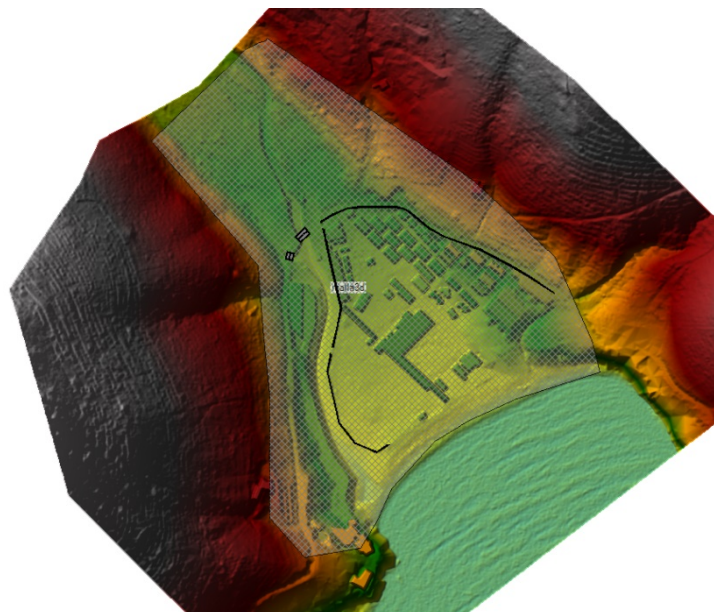
Accés principal



Accés secundari

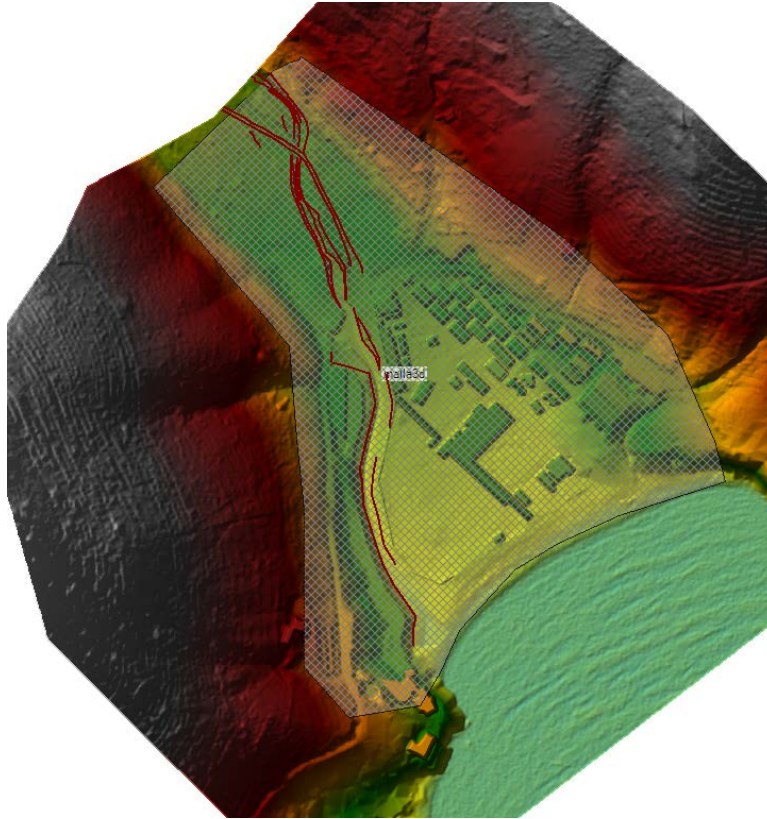


Imatge 21. Malla de simulació 2D I 2A/2D Area Conn.



També s'han entrat el fons de llera/canal d'aigües baixes i el cap i peu de talussos per representar-los correctament mitjançant Breaklines.

Imatge 22. Malla de simulació 2D i Breaklines



L'objectiu d'aquesta densificació és:

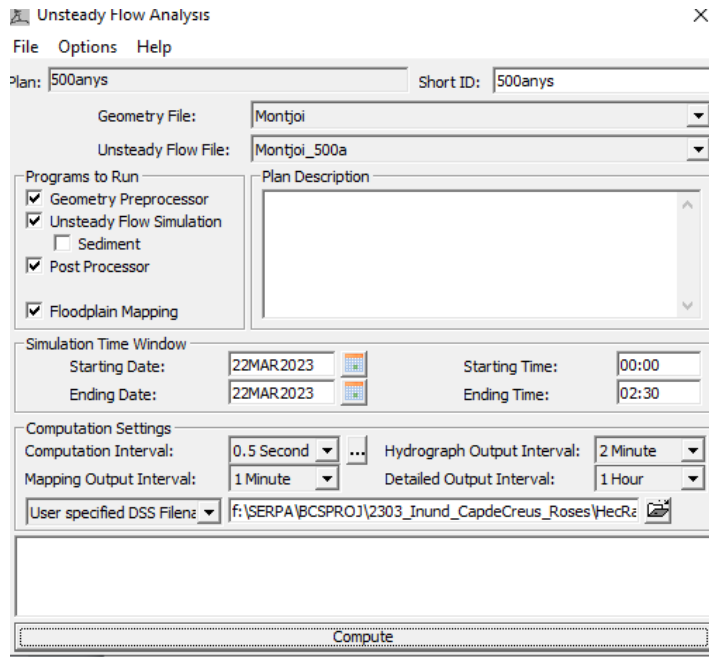
- Introducció Breaklines (línies de ruptura) per aconseguir representar fidelment les lleres dels cursos fluvials i els seus marges, per determinar amb més exactitud la circulació de la làmina d'aigua i els seus calats.
- Determinar "2A/2D Area Conn", per representar adequadament els murs paral·lels al flux de l'aigua i definir la cota de la seva coronació segons l'aixecament topogràfic i les mesures preses a camp.

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

Degut a la precisió de la malla s'ha realitzat la simulació amb un interval de temps de 0,5 segons per així minimitzar els errors i el temps de simulació per a cada període de retorn considerat de com a màxim 2 minut. L'interval de representació en la simulació "animació" és de 1 minut.

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

Imatge 23. Imatges condicions modelització 2d – HECRAS



HEC-RAS Unsteady Computation Options and Tolerances

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

Use Coriolis Effects (not used with Diffusion Wave equation)

Parameter	(Default)	mall3d
1 Theta (0.5-1.0)	1	1
2 Theta Warmup (0.5-1.0)	1	1
3 Water Surface Tolerance [max=0.06](m)	0.003	0.003
4 Volume Tolerance (m)	0.003	0.003
5 Maximum Iterations	20	20
6 Equation Set	Diffusion Wave	SWE-ELM (original/faster)
7 Initial Conditions Time (hrs)		
8 Initial Conditions Ramp Up Fraction (0-1)	0.1	0.1
9 Number of Time Slices (Integer Value)	1	1
10 Turbulence Model	None	None
11 Longitudinal Mixing Coefficient	0.3	0.3
12 Transverse Mixing Coefficient	0.1	0.1
13 Smagorinsky Coefficient	0.05	0.05
14 Boundary Condition Volume Check	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 Latitude for Coriolis (-90 to 90)		
16 Solver Cores	All Available	All Available
17 Matrix Solver	PARDISO (Direct)	PARDISO (Direct)
18 Convergence Tolerance	0.00001	0.00001
19 Minimum Iterations	3	3
20 Maximum Iterations	30	30
21 Restart Iteration	10	10
22 Relaxation Factor	1.3	1.3
23 SOR Preconditioner Iterations	10	10

## 6. SITUACIÓ ACTUAL

### 6.1. ELEMENTS DE REPRESENTACIÓ

Del rec de Montjoi s'obté, per una banda, cobertures en format vectorial corresponents als límits inundables màxims, i, per una altra, malles en format ràster amb els valors de calats d'inundació per als períodes de retorn de 10, 100 i 500 anys i velocitats de flux, per al període de retorn de 100 i 500 anys.

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

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

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

### 6.2. ZONA DE FLUX PREFERENT

#### 6.2.1. INTRODUCCIÓ

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

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

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

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

- a) Que el calat sigui superior a 1 m.
- b) Que la velocitat sigui superior a 1 m/s.
- c) Que el producte de les dues variables sigui superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.

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

Per obtenir la zona de flux preferent (ZFP) s'han realitzat noves modelitzacions hidràuliques a partir de les modelitzacions hidràuliques per T=100 anys de període de retorn però sense tenir en compte les estructures hidràuliques (en estat natural). Un cop realitzades aquestes modelitzacions, les quals també s'han introduït els corresponents condicions de contorn, s'han agafat els calats i les velocitats del model 2D, els quals han estat processats per extreure la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP). Posteriorment, s'ha procedit a obtenir al Via d'Intens Desguàs (VID).

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

Per obtenir aquestes zones s'han utilitzat els resultats de calats i velocitats e la modelització realitzada per T=100 anys de període de retorn. Aquestes capes s'han arreglat i s'han reclassificat segons els criteris esmentats anteriorment (es pot observar a la informació digital adjuntada a l'estudi).

Un cop s'han obtingut les tres capes s'ha realitzat la seva envoltant per obtenir la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP) o zona d'inundació greu (ZIG).

Imatge 24. ZIP/ZIG del rec de Montjoi



Font: Elaboració pròpia

### 6.2.3. VIA D'INTENS DESGUÀS (VID)

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

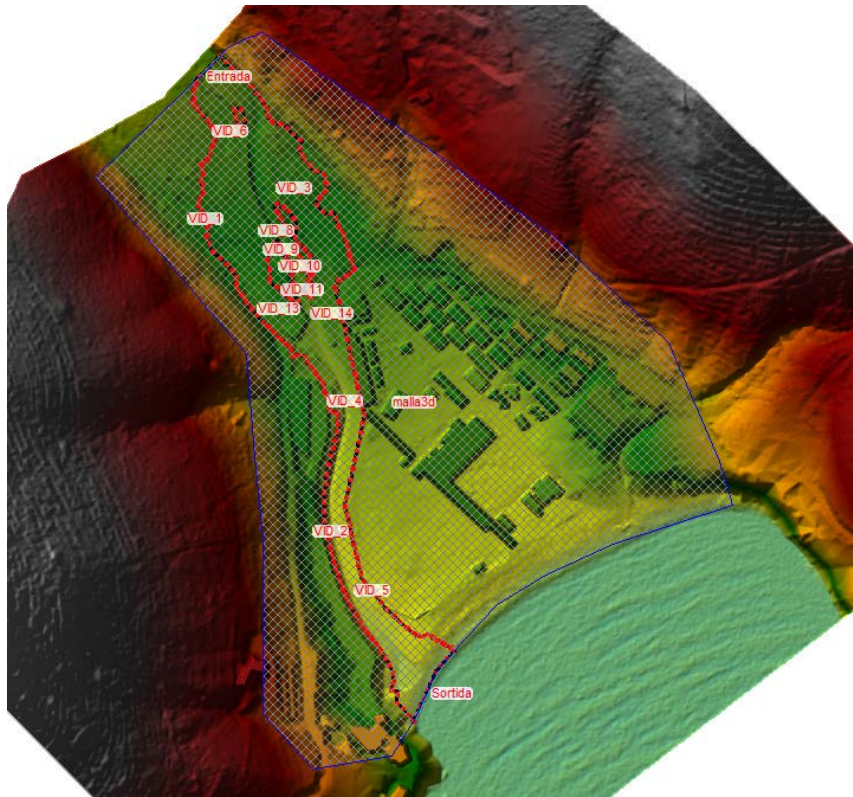
Tal com s'estableix en la Guia Metodològica per al desenvolupament del SNCZI, el desitjable és que VID i ZIP coincideixin en la seva ubicació el màxim possible. En el cas de models 2D, la Guia recomana situar inicialment la VID en la ZIP i verificar la sobrelevació provocada. Si aquesta és inferior a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

L'envoltant de la ZIP i la VID obtingudes segons la metodologia exposada donarà lloc a la delimitació de la Zona de Flux Preferent.

En aquest cas s'ha realitzat varies modelitzacions hidràuliques a partir de la modelització hidràulica per T=100 anys de període de retorn sense tenir en compte les estructures hidràuliques (en estat

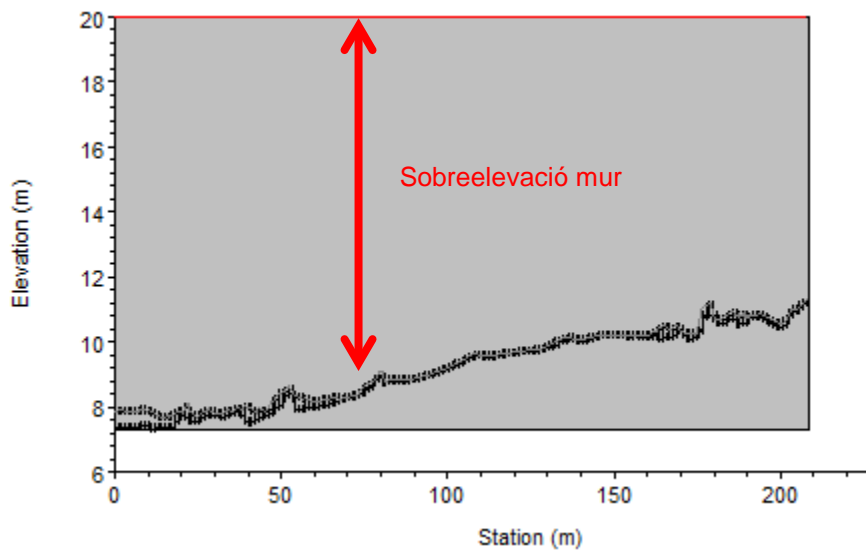
natural) introduint murs/sobreeixidors laterals mitjançant "2A/2D Area Conn" amb una alçada exagerada perquè el flux de l'aigua no els pugui sobrepassar. S'ha realitzat varies modelitzacions perquè la VID no coincideix exactament amb la ZIP perquè les sobreelevacions en algunes zones eren superiors a 0,3m i s'han anat interpretant els resultats.

Imatge 25. Model delimitació de la VID



Font: Elaboració pròpia

Imatge 26. Esquema murs laterals utilitzats per modelitzar les VID



Font: Elaboració pròpia

Un cop realitzada la modelització de la VID s'ha procedit a fer la diferència entre el calat per a T=100 anys de període de retorn i el calat obtingut en la VID. Aquesta sobreelevació ha de ser inferior a 0,3m. Com es pot observar a la imatge 23, la pràctica totalitat té una sobreelevacions inferiors a 0,3m

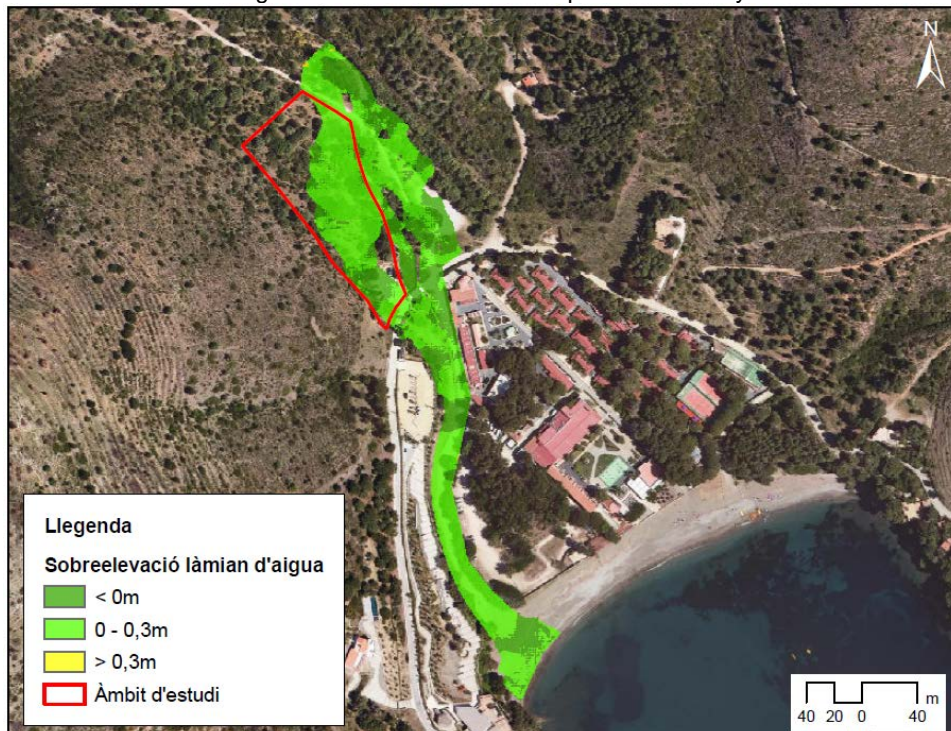
menys una petita zona a l'inici del tram que s'ha considerat un error de la pròpia modelització hidràulica.

Imatge 27. VID del rec de Montjoi



Font: Elaboració pròpia

Imatge 28. Sobreelevació VID respecte T=100 anys



Font: Elaboració pròpia

#### 6.2.4. ZONA DE FLUX PREFERENT (ZFP)

La Zona de Flux Preferent s'obté de l'envoltant de la zona d'intens desguàs (VID) i la zona on es poden produir greus danys sobre les persones i els béns (ZIP) o zona d'inundació greu (ZIG).

Imatge 29. Zona de flux preferent del rec de Montjoi



Font: Elaboració pròpia

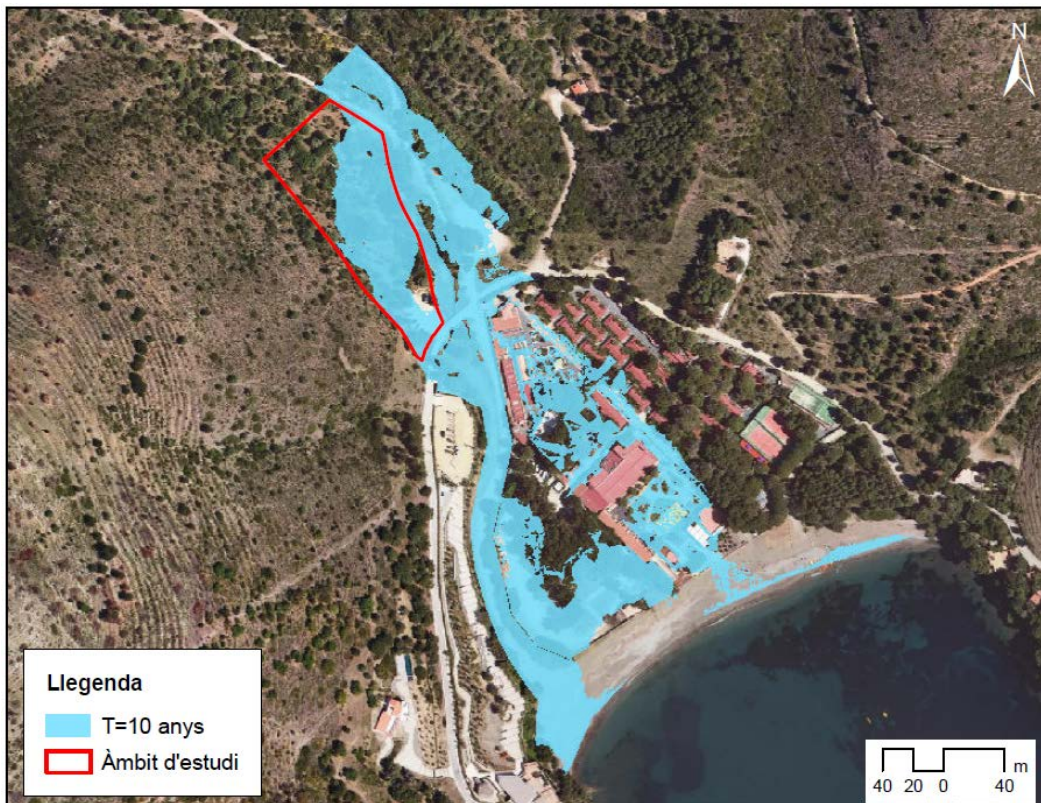
### 6.3. REPRESENTACIÓ GRÀFICA

D'acord al comentat en paràgrafs anteriors, el model 2D és un model continu, amb la propagació de l'avinguda, per tant, tal i com queda reflectit en les següents imatges.

S'han representat els resultats màxims per a cada període de retorn. És a dir, s'ha representat les zones inundables pels calats màxims per a T=10, 100 i 500 anys de període de retorn i la delimitació la zona de flux preferent. En aquest apartat es poden observar en detall aquestes capes a l'àmbit d'estudi

## 6.3.1. ZONES INUNDABLES I ZONA DE FLUX PREFERENT EN EL REC DE MONTJOI

Imatge 30. Zona inundable per T=10 anys del rec de Montjoi



Font: Elaboració pròpia

Imatge 31. Zona inundable per T=100 i 500 anys del rec de Montjoi



Font: Elaboració pròpia

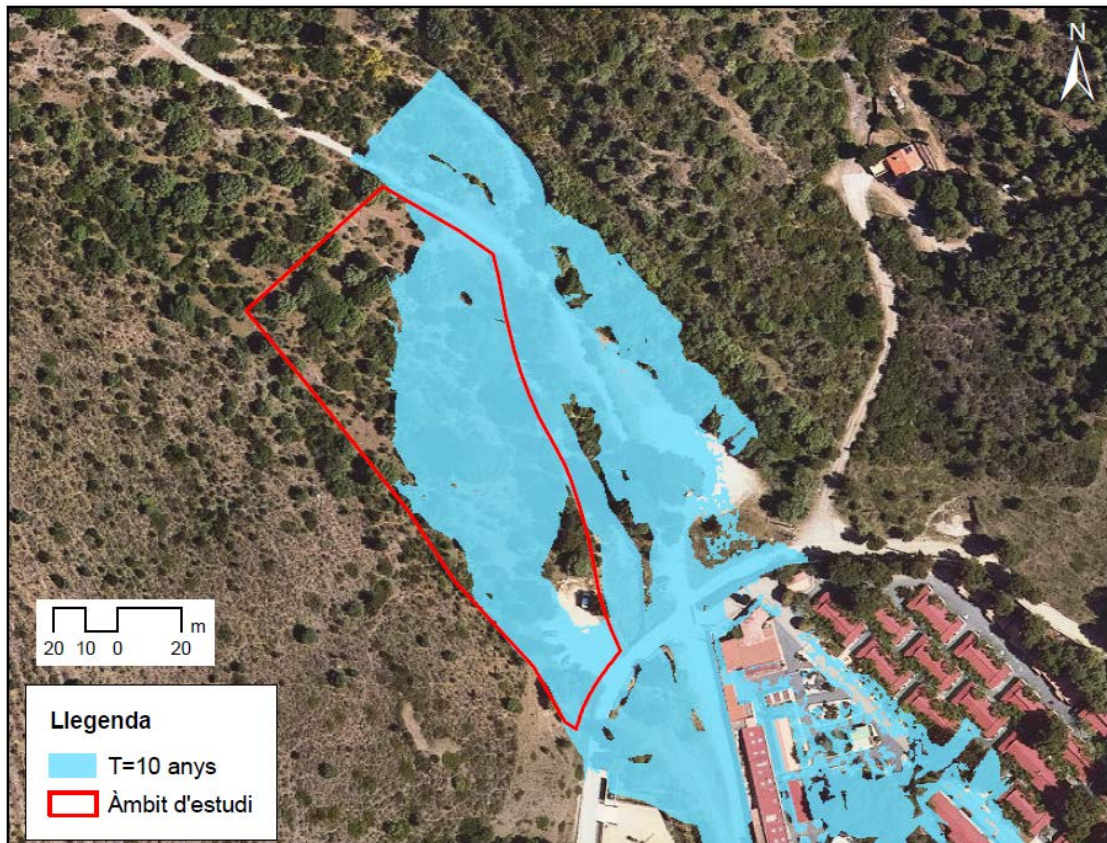
Imatge 32. Zona de flux preferent del rec de Montjoi



Font: Elaboració pròpia

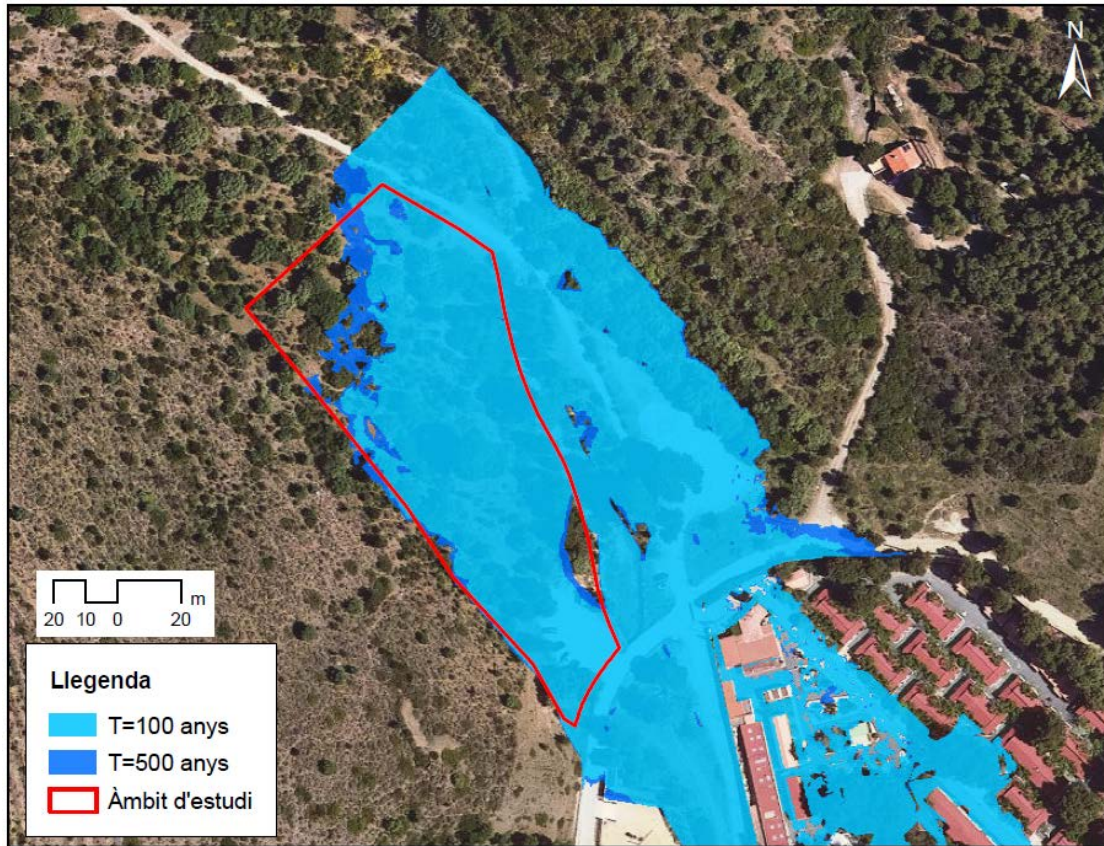
### 6.3.2. DETALL DE LES ZONES INUNDABLES I ZONA DE FLUX PREFERENT A L'ÀMBIT D'ESTUDI

Imatge 33. Zona inundable per T=10 anys a l'àmbit d'estudi



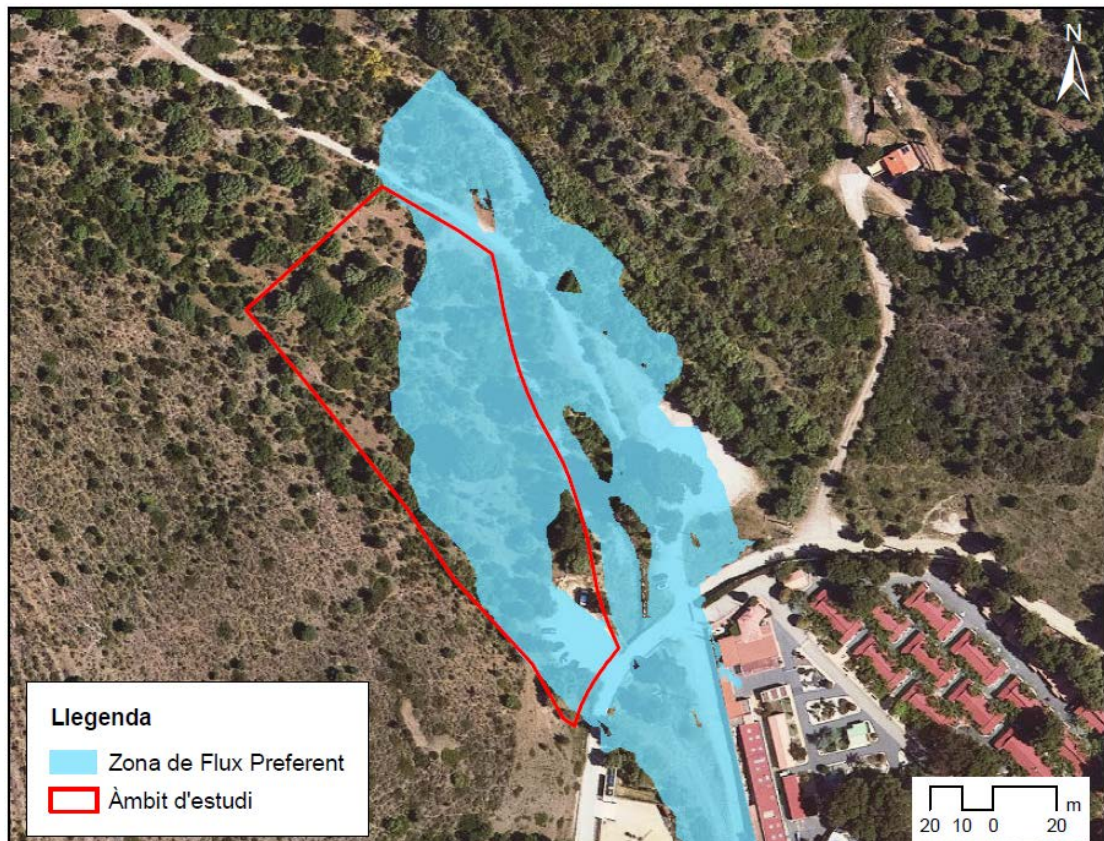
Font: Elaboració pròpia

Imatge 34. Zona inundable per T=100 i 500 anys a l'àmbit d'estudi



Font: Elaboració pròpia

Imatge 35. Zones de Flux Preferent a l'àmbit d'estudi

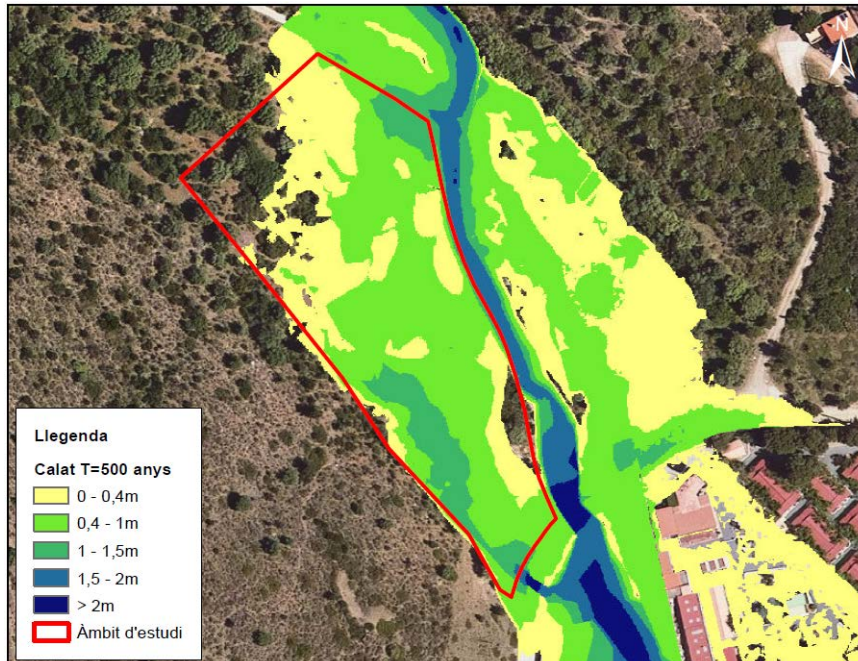


Font: Elaboració pròpia

## 6.4. CALATS I VELOCITATS AVINGUDA T=500 ANYS

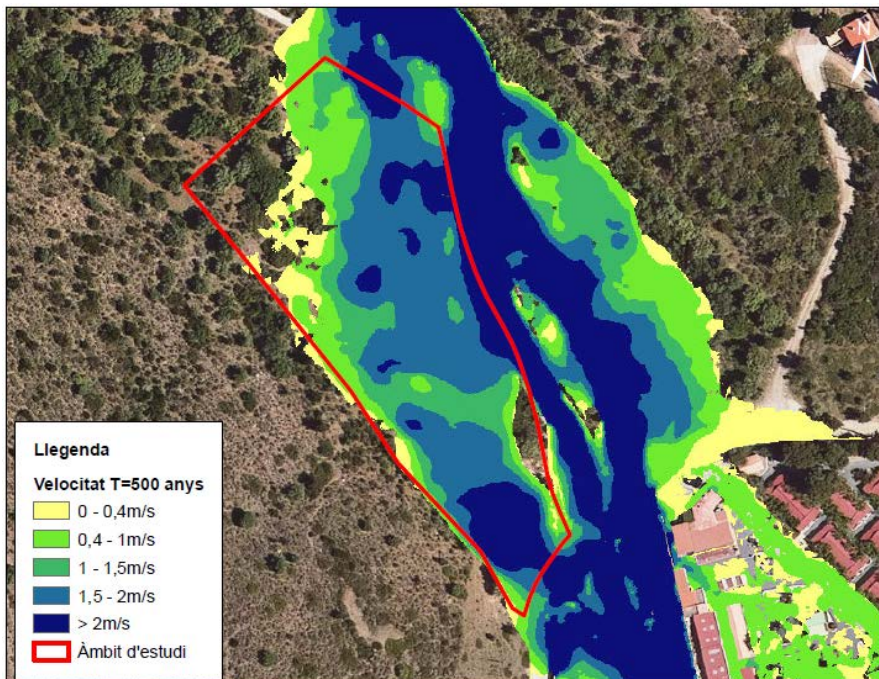
En aquest apartat es representarà els calats i les velocitats per l'avinguda per T=500 anys de període de retorn, per així conèixer aquests valors dins l'àmbit d'estudi.

Imatge 36. Calats per T=500 anys a l'àmbit d'estudi



Font: Elaboració pròpia

Imatge 37. Velocitat per T=500 anys a l'àmbit d'estudi



Font: Elaboració pròpia

## 7. RESULTATS I CONCLUSIONS

Pel què fa a les zones inundables, la llera del rec de Montjoi no té prou capacitat hidràulica i l'àmbit d'estudi s'inunda per tots els períodes de retorn considerats ( $T=10$ , 100 i 500 anys). Aigües avall de la carretera de Roses a Cala Montjoi (carrer de la Roca) s'observa com el recinte del BulliFoundation no s'inunda per cap període de retorn però en canvi, el càmping Ciutat de Vacances s'inunda lleument amb un calat molt baix perquè el mur perimetral existent impedeix l'entrada d'aigua i només entra pels portals d'accés existents que estan situats directament a la riera.

El pont de la carretera de Montjoi (carrer de la Roca) sobre el rec de Montjoi no té prou capacitat per cap dels períodes de retorn considerats i per tant, per  $T=10$  anys de període de retorn ja salta per sobre aquest carrer.

Pel què fa a la zona de flux preferent del rec de Montjoi s'observa com la pràctica totalitat de l'àmbit d'estudi "proposta d'aparcament en sòl rústic" es troba dins i només es troba fora l'extrem superior. El recinte del BulliFoundation i el Càmping Ciutat de Vacances es troben també fora de la zona de flux preferent.

Els calats per  $T=500$  anys dins l'àmbit d'estudi són inferiors a 1m en la pràctica totalitat però les velocitats dins l'àmbit d'estudi són força elevades, d'entre 1 i 2m/s.

En resum, a la part de l'àmbit que es troba dins la zona de flux preferent hi és d'aplicació l'article 9bis del Reial Decret 638/2016. Aquest article estableix limitacions pel què fa a la instal·lació d'aparcaments en sòl rural i per tant, en aquesta zona, no és un ús admissible segons el RD 638/2016. La petita part de l'àmbit (extrem superior) que no es troba afectada seria un ús compatible segons l'article 14bis del Reial Decret 638/2016; sempre i quan el promotor porti una declaració de responsable en la que expressa clarament que coneix i assumeix el risc existent i les mesures de protecció civil aplicables al cas, comproment-se a traslladar aquesta informació als possibles afectats, amb independència de les mesures complementàries que consideri oportú adoptar per a la seva protecció.

## 8. CARTOGRAFIA

Plànol núm.1: Localització

Plànol núm.2: Discretització de la modelització

Plànol núm.3: Calats d'inundació per  $T=10$  anys

Plànol núm.4: Calats d'inundació per  $T=100$  anys

Plànol núm.5: Calats d'inundació per  $T=500$  anys

Plànol núm.6: Zona de Flux Preferent

**Equip de redacció:**

Jordi Maspoch Comamala  
Ambientòleg  
Col·legiat núm. 600

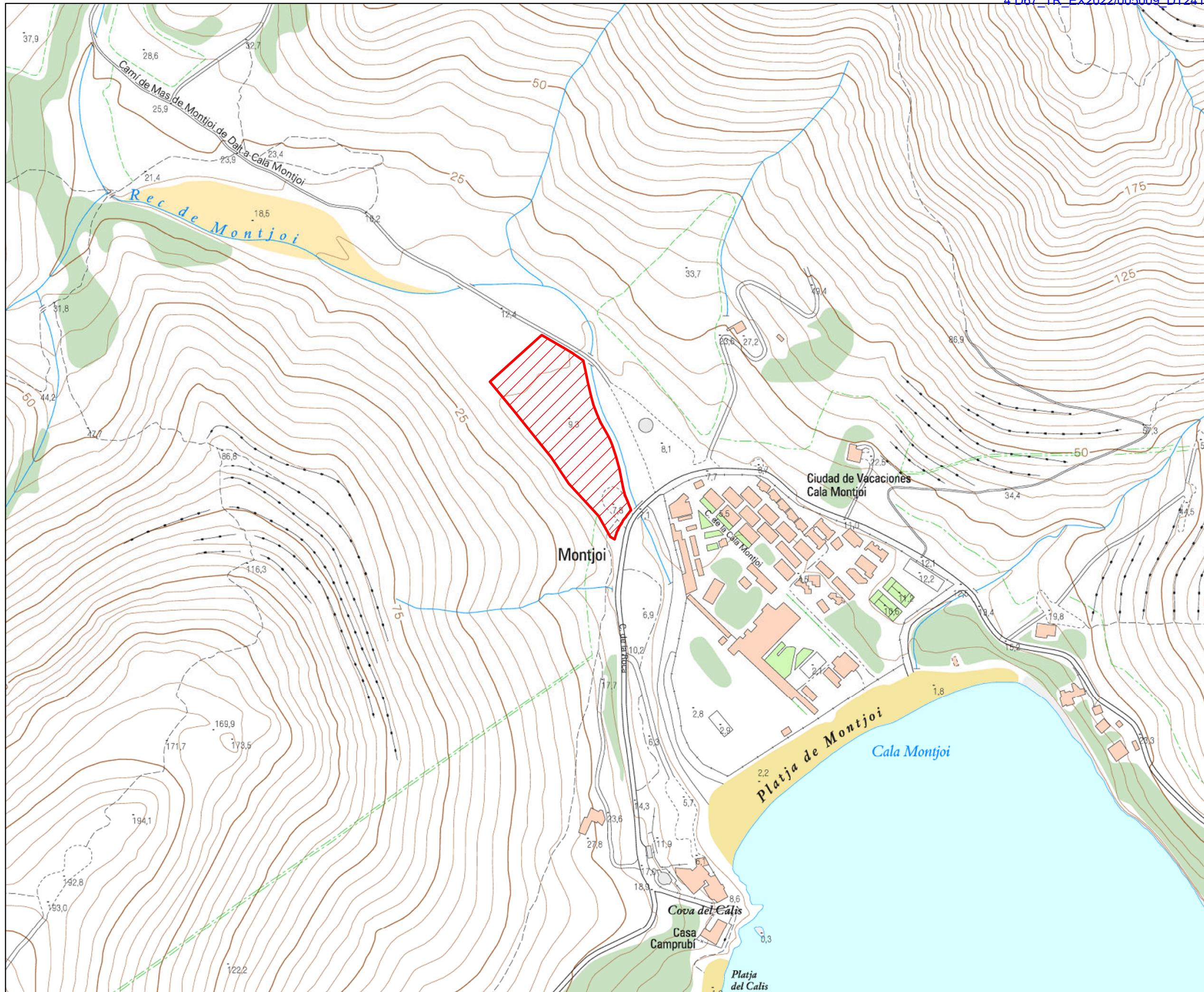
Josep Aleix Comas i Herrera  
Enginyer de Camins, Canals i Ports  
Col·legiat núm. 18188


Girona, juny de 2023

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



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



**Llegenda:**  
 Àmbit d'estudi

**Fonts:**  
 Base topogràfica 1:5.000 (ICGC)

**1**

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
 INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
 A CALA MONTJOI, AL MUNICIPI  
 DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Localització



**SERPA**  
 ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL  
JOSEP ALEX COMAS I HERRERA  
 ENGINYER DE OBRAS, CANALS I PORTS  
 Col. Reg. 18.938



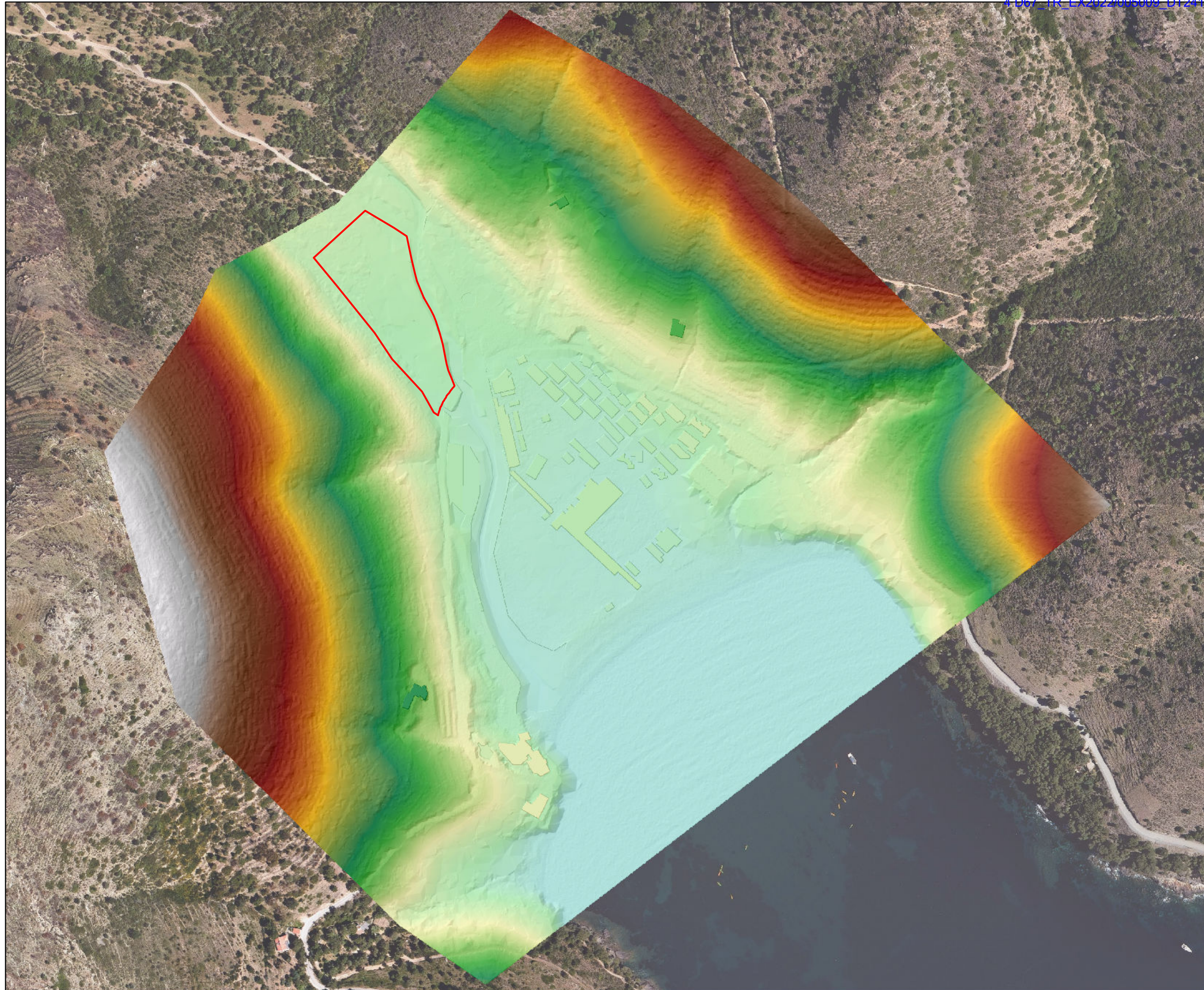
A1 1:1.500    A3 1:3.000



0 10 20 40 m

JUNY 2023

PROMOTOR:  
  
**Ajuntament de Roses**  
[www.roses.cat](http://www.roses.cat)



**Llegenda:**

**Model d'Elevació del Terreny**

132.38m

0m

Àmbit d'estudi

**Fonts:**  
Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
A CALA MONTJOI, AL MUNICIPI  
DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Discretització de la modelització

**SERPA**  
ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL

JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA  
ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS  
C/El Segre, 10/100

A1 1:1.000 A3 1:2.000

0 15 30 60 m

JUNY 2023

PROMOTOR:

**Ajuntament de Roses**  
www.roses.cat



**Llegenda:**

Calat T=10 anys

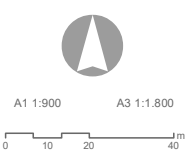
- < 0,4m
- 0,4 - 1m
- 1 - 1,5m
- 1,5 - 2m
- > 2m
- Àmbit d'estudi

**Fonts:**

Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
 INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
 A CALA MONTJOI, AL MUNICIPI  
 DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Calat T=10 anys



JUNY 2023

PROMOTOR:






- Llegenda:**
- Calat T=100 anys
- < 0,4m
  - 0,4 - 1m
  - 1 - 1,5m
  - 1,5 - 2m
  - > 2m
  - Àmbit d'estudi

**Fonts:**  
Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**4**


**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
A CALA MONTJOI, AL MUNICIPI  
DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Calat T=100 anys

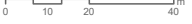


**SERPA**  
ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL

JOSEP ALEX COMAS I HERRERA  
ENGINYER DE OBRAS PUBLICAS I PROMOT  
COT Nº 18.158



A1 1:900    A3 1:1.800



0 10 20 40 m

JUNY 2023

**PROMOTOR:**



**Ajuntament de Roses**  
www.roses.cat



**Llegenda:**

Calat T=500 anys

- < 0,4m
- 0,4 - 1m
- 1 - 1,5m
- 1,5 - 2m
- > 2m
- Àmbit d'estudi

**Fonts:**

Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
 INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
 A CALA MONTJOI, AL MUNICIPI  
 DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

Calat T=500 anys



JUNY 2023

PROMOTOR:





**Llegenda:**

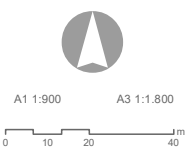
- Zona de Flux Preferent
- Àmbit d'estudi

**Fonts:**

Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
 INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
 A CALA MONTJOI, AL MUNICIPI  
 DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

**Zona de Flux Preferent**



JUNY 2023

PROMOTOR:






- Llegenda:**
- Zona de Flux Preferent
  - Àmbit d'estudi

**Fonts:**  
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)


**6**

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
 INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
 A CALA JÓNCOLS, AL MUNICIPI  
 DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

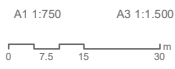
**Zona de Flux Preferent**



**SERPA**  
ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL  
JOSEP ALEX COMAS I HERRERA  
 ENGINYER DE OBRAS, CANALS I PORTS  
 Col. Reg. 18.188



A1 1:750    A3 1:1.500



0 7.5 15 30 m

JUNY 2023

**PROMOTOR:**



**Ajuntament de Roses**  
www.roses.cat



- Llegenda:**
- Zona de Flux Preferent
  - Àmbit d'estudi

**Fonts:**  
 Ortofotomatge 1:2.500 (ICGC)

**6**

**ESTUDI D'INUNDABILITAT PER LA  
 INSTAL·LACIÓ D'UN APARCAMENT  
 A CALA MONTJOI, AL MUNICIPI  
 DE ROSES (ALT EMPORDÀ)**

**Zona de Flux Preferent**



**SERPA**  
ENGINYERIA I CONSULTORIA AMBIENTAL, SL

JOSEP ALEIX COMAS I HERRERA  
 ENGINYER DE CANALS, CANALS I PORTS  
 Col·legiat 10100



A1 1:900    A3 1:1.800



0 10 20 40 m

JUNY 2023

**PROMOTOR:**



**Ajuntament de Roses**  
www.roses.cat

**PROJECTE: ANÀLISI DE RISCOS GEOLÒGICS:**  
**una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta**  
**Falconera a Roses**

*Núm Expedient: 0039.2023*



**LITHOS**



**GEOTÈCNIA**

Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail lithos@icog.es



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

## TAULA DE CONTINGUT

1. INTRODUCCIÓ - OBJECTIUS.....	4
2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓ.....	5
2.1 TREBALLS DE CAMP.....	5
2.1.1 Estació Geomecànica: Mesura d'orientacions i cabussaments de les discontinuïtats .....	5
2.1.2 Assaig escleròmetre .....	5
2.1.3 Mostra inalterada.....	6
2.1.4 Talussos i afloraments .....	6
3. GEOLOGIA I GEOTÈCNIA.....	7
3.1 CONTEXT GEOLÒGIC DEL SOLAR.....	7
3.2 NIVELLS ESTRATIGRÀFICS DIFERENCIATS .....	7
3.2.1 Nivell 1: Aportacions antròpiques.....	8
3.2.2 Nivell 2: Terra rossa i sauló.....	8
3.2.3 Nivell 3: Calcàries i dolomies que per metamorfisme passen a marbres. 9	9
3.2.4 Nivell 4: Gresos i grauwaques amfibolítics.....	10
3.2.5 Nivell 5: Granodiorites amb biotita i hornblenda.....	12
3.3 NIVELL FREÀTIC I AIGÜES SUPERFICIALS .....	13
4. AVALUACIÓ ESTABILITAT .....	14
4.1 INTRODUCCIÓ.....	14
4.2 MÈTODES D'INVESTIGACIÓ .....	15
4.3 ESTIMACIÓ DE LA RESISTÈNCIA DEL MASSÍS ROCÓS MITJANÇANT L'APLICACIÓ DE CLASSIFICACIÓ GEOMECÀNICA.....	16
RMR .....	20
4.3.1 Conclusió.....	22
5. SISMICITAT .....	23
6. ANNEX A: CÀLCULS .....	24
7. ANNEX B: LABORATORI .....	25
8. ANNEX C: DOCUMENTACIÓ GRÀFICA.....	26



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

## **RELACIÓ DE TAULES**

FOTOGRAFIA 1: MATERIALS APORTATS. BLOCS DE GRAVES CANTELLUDES DECIMÈTRIQUES DE SUBBASE DE LA CARRETERA.	8
FOTOGRAFIES 2: MATERIALS ARGILOSOS I SAULÓ A L'INDRET DESPRÈS. ASPECTE DE LA PRESÈNCIA VERTICAL DE LES CAVITATS CÀRSTIQUES AL LLARG DEL FRONT D'EXPLOTACIÓ DE LA PEDRERA.....	9
FOTOGRAFIA 3: MARBRES .....	10
TAULA 4: VALORS PARAMÈTRICS DEL NIVELL 3.....	10
FOTOGRAFIA 5: GRESOS I GRAUWAQUES AMFIBOLÍTIQUES.....	11
TAULA 6: VALORS PARAMÈTRICS DEL NIVELL 4.....	11
FOTOGRAFIA 7: GRANODIORITES .....	12
TAULA 8: VALORS PARAMÈTRICS DEL NIVELL 5.....	12
FOTOGRAFIA 9: MARBRES EN CONTACTE AMB ELS GRASOS I GRAUWAQUES AMFIBOLÍTIQUES I PER CONTACTE DISCORDANT INTRUSIU DE LES GRANODIORITES. TOTS AQUESTS CONTACTES SÓN INDRETS D'INESTABILITATS. ....	14
FOTOGRAFIA 10: ASPECTE DE LES DISCONTINUITATS VERTICALS REBLERTES DE TERRA ROSSA EN ELS MARBRES. SÓN DISCONTINUITATS NATURALS. ....	15
FOTOGRAFIA 11: FRACTURES PROVOCADES PER EXPLOTACIÓ MINERA. RUPTURES DE BLOCS MOLT ERRÀTICA....	16
TAULA 12: ESTACIÓ GEOMECÀNICA MARBRES, NIVELL 3, EG1 i EG2 .....	17
TAULA 13: ESTACIÓ GEOMECÀNICA GRANODIORITA, NIVELL 5, EG3 .....	18
TAULA 14: ESTACIÓ GEOMECÀNICA GRESOS I GRAUWAQUES AMFIBOLÍTIQUES, NIVELL 4, EG4 .....	19
TAULA 15 VALORACIÓ DE LA CLASSIFICACIÓ GEOMECÀNICA DEL MASSÍS ROCÓS (SEGONS BENIAWSKI, 1979) ...	20
TAULA 16. VALOR COEFICIENT DEL TERRENY (C) SEGONS NCSE-02.....	23

## **RELACIÓ DE FIGURES**

FIGURA 1 PROJECCIÓ EQUIAREAL EXEMPLE DE LES DISCONTINUITATS MESURADES A L'EG1 i EG2, MARBRES, NIVELL 3. EN GROC ORIENTACIÓ DEL PRECIPICI. ....	21
FIGURA 2 PROJECCIÓ EQUIAREAL EXEMPLE DE LES DISCONTINUITATS MESURADES A L'EG3, GRANODIORITES, NIVELL 5. EN GROC ORIENTACIÓ DEL PRECIPICI. ....	21
FIGURA 3 PROJECCIÓ EQUIAREAL EXEMPLE DE LES DISCONTINUITATS MESURADES A L'EG4, GRESOS I GRAUWAQUES AMFIBOLÍTIQUES, NIVELL 4. EN GROC ORIENTACIÓ DEL PRECIPICI. ....	22



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

## 1. INTRODUCCIÓ - OBJECTIUS

<b>OBRA:</b>	una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi		
<b>LOCALITZACIÓ:</b>	Punta Falconera a Roses		
<b>TREBALLS:</b>	<b>ESTUDI ESTABILITAT GEOLÒGICO-GEOTÈCNIC</b>		
<b>SOL.LICITA:</b>	Josep Aleix Comas Herrera (Serpa Enginyeria i Consultoria Ambiental)		
<b>CLIENT:</b>	Ajuntament de Roses		
<b>ADREÇA:</b>	Avenida Rhode, 239		
<b>LOCALITAT:</b>	Roses	<b>C.P.:</b>	17480
<b>TEL.</b>	972255691	<b>FAX.</b>	<b>MAIL</b>
<b>N./ REF.:</b>	<b>0039.2023</b>	<b>3155.2023</b>	
<b>V./REF:</b>			

Es vol realitzar una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi a Punta Falconera a Roses, per tal de fer les corresponents solucions d'estabilització o canvi de traçat.

L'objectiu del treball ha estat determinar les característiques geològiques i geomecàniques del sostre i substrat de la corba prop precipici per tal d'avaluar actuacions a realitzar i obtenció dels paràmetres geomecànics i donar solucions adaptades a l'indret. Redacció de la present Memòria-Conclusió.

En el **Capítol 2** de la present Memòria es descriuen els treballs realitzats per a aconseguir l'objectiu proposat i els fonaments teòrics dels diferents assaigs utilitzats. En el **Capítol 3** es defineix el Model Geològic/Geotècnic de l'indret. En el **Capítol 4** s'avalua l'estabilitat pel projecte que ens ocupa. En el **Capítol 5** la Sismicitat de l'indret.

Els treballs de camp foren dirigits i supervisats en la seva totalitat per un Titulat Superior en Geologia.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
 17190 Salt  
 Telèfon 972 242 630  
 Fax 972 242 630  
 www.lithosgeotecnia.com  
 E-mail info@lithosgeotecnia.com

## 2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓ

### 2.1 TREBALLS DE CAMP

El treball de camp es realitzar el dia 29/05/23. El treball es va planificar utilitzant diferents tècniques de prospecció *in situ* i de laboratori, adients a la natura del terreny trobat. Concretament s'han realitzat 4 estacions geomecàniques i observacions a l'entorn de la corba de la carretera. Es va fer una revisió del materials aflorants al precipici i es detecta fractures pròpies d'efectes de voladures.

#### 2.1.1 Estació Geomecànica: Mesura d'orientacions i cabussaments de les discontinuïtats

Es realitza una fitxa amb:

La litologia: natura, potència, formació i edat.

Formacions superficials: natura i textura, morfologia i gruix.

Fracturació: juntes de blocs per metre cúbic

Resistència de la matriu rocosa

Hidrogeologia

Mitjançant brúixola i clinòmetre i cinta mètrica es realitza mesura de direcció, inclinació i direcció d'aquesta, espaiat, continuïtat en rumb i cabussament, apertura, rugositat, reompliment (composició, gruix, meteorització, filtracions i resistència) de les discontinuïtats observables i intuïbles a la roca a estudiar, en diferents afloraments i estratègicament preses.

Aquest mètode ens permet analitzar perfectament el substrat rocós i poder establir si les sol.licitacions que representa l'estructura dissenyada són assumibles o cal alguna mesura correctora.

Norma d'aplicació: **ISRM 78.**

**S'han numerat D'EG1 fins a EG4.**

#### 2.1.2 Assaig escleròmetre

Mitjançant l'escleròmetre es pot estimar la resistència a compressió simple de la roca a partir de la resistència al rebot de la superfície de la roca assajada.

Aquesta mesura del rebot es correlaciona amb la resistència a compressió simple, mitjançant el gràfic de Miller (1965), que té en compte la densitat de la roca i l'orientació del martell respecte al pla assajat.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

Obtenim un valor representatiu de la roca estadísticament i donada la seva senzillesa es poden prendre gran nombre de mesures.

### **2.1.3 Mostra inalterada**

En els estrats cohesius es realitza la presa de mostres inalterades mitjançant agafamostres de paret prima, per al seu posterior anàlisi en laboratori. La presa es realitza clavant dinàmica o estàticament, depenent de la consistència del sòl.

Norma d'aplicació: **ASTM 3550-84 / 1587-83.**

S'ha pres mostres de roca per tal d'avaluar-les.

### **2.1.4 Talussos i afloraments**

Observació en els talussos existents així com afloraments.

La seva finalitat és avaluar indrets on aflori les diferents tipologies de roca existents i prendre mesures així com identificar-les poder fer una cartografia i obtenir una idea del funcionament de la geologia pròxima.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
 17190 Salt  
 Telèfon 972 242 630  
 Fax 972 242 630  
 www.lithosgeotecnia.com  
 E-mail info@lithosgeotecnia.com

### 3. GEOLOGIA I GEOTÈCNIA

#### 3.1 CONTEXT GEOLÒGIC DEL SOLAR

El precipici de la corba objecte d'estudi s'ubica al municipi de Roses, a Punta Falconera.

Geològicament està constituït per calcàries i dolomies, afectades per metamorfisme regional hercinià de grau mètric. Aquest metamorfisme les recristal·litza transformant-les amb marbres. Concorda amb els gresos grauvaquics de base i constitueixen el tram més alt de la sèrie paleozoica de Cap de Creus. La potència reconeguda màxima és de l'ordre de 100 m. Per sota es troben el gresos amfibolítics i grauvaquics amb potència de l'ordre de 150 m.

S'atribueix a roques del Cambroordovicià, ara fa uns 510 milions d'anys.

En contacte discordant intrusiu i net es troben cap a l'oest unes granodiorites amb biotita i hornblenda.

S'atribueixen al carbonífer superior-permià, ara fa uns 300 milions d'anys.

A la documentació gràfica es mostra el plànol geològic de la zona, editat per l'ICGC a escala 1/50.000, el plànol de situació i els perfils geològics-geotècnics.

S'ha realitzat la topografia de la cova per poder redactar aquest informe.

#### 3.2 NIVELLS ESTRATIGRÀFICS DIFERENCIATS

Distingim cinc nivells estratigràfics, o tipologies de litologies, com a fonamentals:

1. Aportacions antròpiques.
2. Terra rossa i sauló.
3. Calcàries i dolomies que per metamorfisme passen a marbres.
4. Gresos i grauwaques amfibolítics.
5. Granodiorites amb biotita i hornblenda.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

### 3.2.1 Nivell 1: Aportacions antròpiques.

**Constitució:** Correspon a materials aportats per a fer la carretera d'accés a Cala Montjoi des de l'Almadrava. Són graves decimètriques de pedra trencats. Presenta poca matriu sorrenca entre els blocs. Sols.

**Potència i Geometria:** Presenten una potència de 0.5 m. Es pot observar, només allà on s'ha fet el despreniment i a quedat al descobert el material d'aportació antròpic. Teòricament aquests materials van disminuint en potència cap a la carretera.



Fotografia 1: Materials aportats. Blocs de graves cantelludes decimètriques de subbase de la carretera.

**Consideracions Especials:** Són materials inestables.

### 3.2.2 Nivell 2: Terra rossa i sauló.

**Constitució:** Correspon a materials d'alteració de les calcàries i que reomple cavitats càrstiques. També es troben materials d'alteració de les granodiorites per contacte amb els marbres. La composició és d'argiles i sorres. Sols.

Obra: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses n/Ref.:0039.2023



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

**Potència i Geometria:** Es visualitzen a la fractura per despreniment del precipici. Són bàsicament els materials que es va erosionant i desprenen. Presenten una potència irregular, però són verticals. Les argiles per reomplir cavitats càrstiques verticals i el sauló per tractar-se de l'alteració de la granodiorita que presenta un contacte net i quasi vertical d'orientació N140. Es pot observar a diferents indrets del front d'explotació de la pedrera, per les argiles, i s'observa, i intueix, al llarg del contacte entre marbres i granodiorita. Allà on s'ha fet el despreniment també els deixa els al descobert.



Fotografies 2: Materials argilosos i sauló a l'indret després. Aspecte de la presència vertical de les cavitats càrstiques al llarg del front d'explotació de la pedrera.

**Consideracions Especials:** Són materials inestables. A d'estabilitat a curt termini.

### 3.2.3 Nivell 3: Calcàries i dolomies que per metamorfisme passen a marbres.

**Constitució:** Calcàries i dolomies que per metamorfisme passen a marbres. Roques. Les calcàries es presenten de tonalitats blanques i grises, les dolomies rosades. Període Cambroordovicià els sediments, ara fa uns 510 milions d'anys. El metamorfisme els afecta per la intrusió del nivell 4, granodiorita, durant l'orogènia herciniana, ara fa uns 300 milions d'anys.

**Potència i Geometria:** Per topografia, la potència és superior als 36 m observables. Es troben carstificades naturalment. S'observen, sobretot, fractures provocades per l'explotació posterior, artificialment. Es troba al damunt dels gresos amfibolítics que es presenten sedosos, grassos i cerosos.

LITHOS

Josep Ma. de Sagarra, 5  
 17190 Salt  
 Telèfon 972 242 630  
 Fax 972 242 630  
 www.lithosgeotecnia.com  
 E-mail info@lithosgeotecnia.com



Fotografia 3: Marbres

**Resistència i Deformabilitat:** S'ha avaluat la resistència a la compressió simple in situ mitjançant l'escleròmetre i els paràmetres geomecànics segons classificacions geomecàniques de Beniaowski.

$q_u$	$\phi$	$\gamma$
692.42	15-25°	2.80

$q_u$  resistència a la compressió simple in situ de valors d'escleròmetre Kg/cm<sup>2</sup>.

$\phi$  angle de fregament intern correlacionat amb el valor de classificació Geomecànica segons Beniaowski,1978.

$\gamma$  valor densitat d'arxiu,1980. g/cm<sup>3</sup>.

Taula 4: Valors Paramètrics del Nivell 3

**Consideracions Especials:** Són els materials a avaluar la seva estabilitat, ja que componen gairebé el 100 % de la part de la timba o precipici. Presenta diferenciacions en front l'estabilitat corresponent a carstificacions naturals i la que és de l'explotació minera.

### 3.2.4 Nivell 4: Gresos i grauwaques amfibolítics.

**Constitució:** Gresos i grauwaques amfibolítics afectats per metamorfisme. Roques. Període Cambroordovicà els sediments, ara fa uns 510 milions d'anys. El metamorfisme els afecta per la intrusió del nivell 5, granodiorita, durant l'orogènia herciniana, ara fa uns 300 milions d'anys.

Obra: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses n/Ref.:0039.2023



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

**Potència i Geometria:** Per topografia, la potència és superior als 36 m observables. Es troben carstificades naturalment. S'observen, sobretot, fractures provocades per l'explotació posterior, artificialment. Es troba al damunt dels gresos i grauwaques amfibolítics que es presenten sedosos, grassos i cerosos.



Fotografia 5: gresos i grauwaques amfibolítics.

**Resistència i Deformabilitat:** S'ha avaluat la resistència a la compressió simple in situ mitjançant l'escleròmetre i els paràmetres geomecànics segons classificacions geomecàniques de Beniaowski.

$q_u$	$\phi$	$\gamma$
488,69	25-35°	2.67

$q_u$  resistència a la compressió simple in situ de valors d'escleròmetre Kg/cm<sup>2</sup>.

$\phi$  angle de fregament intern correlacionat amb el valor de classificació Geomecànica segons Beniaowski,1978.

$\gamma$  valor densitat d'arxiu,1980. g/cm<sup>3</sup>.

Taula 6: Valors Paramètrics del Nivell 4

**Consideracions Especials:** Són els materials que es troben a la base. Es presenten com a materials rrelliscosos i que faciliten la inestabilitats per els que es troben al seu damunt. Amb presència d'aigua la seva superfície es torna altament rrelliscosa. El nivell 3, sol ser permeable per carstificació i el nivell 4 impermeable. Això fa que l'aigua pugui assolir el nivell 4 i es torni

Obra: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses n/Ref.:0039.2023



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

una superfície on pugui facilitar el lliscament entre el nivell 3 i el 4. No s'observa massa afectacions per l'explotació minera, tot i que, en aquells indrets on s'ha excavat presenta un talús que facilita, encara més un efecte gravitatori presumptament d'inestabilitat.

### 3.2.5 Nivell 5: Granodiorites amb biotita i hornblenda.

**Constitució:** Granodiorites amb biotita i hornblenda. Roca plutònica.

**Potència i Geometria:** Es presenten en una orientació en contacte amb els marbres, nivell 3, discordant intrusiu. La orientació és N140. El contacte amb els marbres i la part externa exposat als agents atmosfèrics es presenten alterats a sauló. Es troba fins a la població de Roses.



Fotografia 7: Granodiorites

**Resistència i Deformabilitat:** S'ha avaluat la resistència a la compressió simple in situ mitjançant l'escleròmetre i els paràmetres geomecànics segons classificacions geomecàniques de Beniaowski.

$q_u$	$\phi$	$\gamma$
575.83-593.82	25-35°	2.53

$q_u$  resistència a la compressió simple in situ de valors d'escleròmetre Kg/cm<sup>2</sup>.

$\phi$  angle de fregament intern correlacionat amb el valor de classificació Geomecànica segons Beniaowski,1978.

$\gamma$  valor densitat d'arxiu,1980. g/cm<sup>3</sup>.

Taula 8: Valors Paramètrics del Nivell 5



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

**Consideracions Especials:** Encara que queden fora de la determinació de estabilitat, si que condicionen la del nivell 3, ja que en el contacte entre els dos es produeixen inestabilitats. Són els materials cap on seria recomanable de recolzar la carretera.

### 3.3 NIVELL FREÀTIC I AIGÜES SUPERFICIALS

No s'ha detectat la presència d'aigua a l'indret, en data de realització dels assaigs i observacions.

Si que hi ha fissures on clarament hi circula aigua. L'aigua que es recull a la part superior del precipici és l'única que pot caure per les parets verticals. En principi els pendents de la carretera recullen l'aigua cap a l'interior del massís.

Els materials descrits com a nivell 2, argiles, són materials susceptibles a retenir l'aigua. La retenció d'aigua provoca un augment de volum i un canvi en els paràmetres geomecànics cap a valors desfavorables a l'estabilitat.

El nivell 3, en front l'aigua actua com a drenant per vies càrstiques.

El nivell 4, actua com a nivell impermeable respecte el nivell 3. L'aigua pot circular pel contacte entre els dos materials. Per les característiques mineralògiques del nivell 4, pot presentar-se molt relliscosa en presència d'aigua, ja que sense aigua també n'és.

Les erosions regressives del precipici sempre vindran desencadenades per presència d'aigua o increments de pes en capçalera.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

## 4. AVALUACIÓ ESTABILITAT

### 4.1 INTRODUCCIÓ

Es vol avaluar l'estabilitat del precipici que es troba a la corba de la carretera de L'Almadrava a cala Montjoi passant per la Falconera. Aquest revolt es troba suportat per materials aportats per l'home, argiles d'alteració de calcàries marmoritzades i pel marbres que varen ser explotades per l'home, és a dir es troba al damunt d'un front de pedrera abandonada. Els marbres es troben al damunt de gresos i grauwaques amfibolítics molt cerosos. Just pel revolt passa el contacte vertical discordant intrusiu entre els marbres i les granodiorites en una orientació aproximada N140°.

D'entrada tots aquests factors no afavoreixen que la presència d'una infraestructura i/o estructura pugui presentar-se molt estable, ja que de per si, el substrat rocós, tot i lent, és un substrat inestable. Si a aquest fet i afegim l'efecte de les voladures per l'explotació dels marbres, que han deixat moltes fractures sense una ordenació racional i lògica, com moltes vegades són els produïts per efectes naturals, tenim un indret amb perillositat i sense possibilitats d'estabilització racional.

Pel que poden intuir que l'estabilitat no es pot obtenir en un 100% i la possibilitat de modificació de la traça de la carretera seria el més raonable.



**Fotografia 9: Marbres en contacte amb els gresos i grauwaques amfibolítics i per contacte discordant intrusiu de les granodiorites. Tots aquests contactes són indrets d'inestabilitats.**

Obra: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses n/Ref.:0039.2023



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

## 4.2 MÈTODES D'INVESTIGACIÓ

Es segueixen els criteris de l'ISRM per tal d'avaluar discontinuïtats de la roca i estabilitat.

A tal efecte s'ha realitzat 4 estacions geomecàniques.

Cal diferenciar molt clarament les discontinuïtats naturals i les discontinuïtats provocades per l'explotació minera.

El precipici presenta unes discontinuïtats naturals preferents que han condicionat precisament la manera de construir i constituir el massís. Són discontinuïtats que han provocat dissolució del carbonat que componen les calcàries i els marbres per circulació i presència d'aigua. Han generat conductes naturals. Aquestes, en general, són estables. No presenten caigudes de blocs significativament. És presenten reblerts per materials argilosos, nivell 2. L'orientació observable és vertical.



Fotografia 10: Aspecte de les discontinuïtats verticals reblertes de terra rossa en els Marbres. Són discontinuïtats naturals. .

Ara bé, les discontinuïtats provocades pels explosius de l'explotació minera ha deixat molts i molts de blocs fragmentats. Ha trencat els marbres en fragments més petits i aleatoris. L'aleatorietat fa que no es pugui posar elements de contenció acurats i de tracte gairebé quirúrgic. S'hauria de fer en general, la qualcosa no té massa sentit, ja que deteriora el nucli de la pròpia font que potser motiu de visita, l'essència de l'explotació minera deixant al descobert un tall-secció de la composició del massís.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com



Fotografia 11: Fractures provocades per explotació minera. Ruptures de blocs molt erràtica.

#### 4.3 ESTIMACIÓ DE LA RESISTÈNCIA DEL MASSÍS ROCÓS MITJANÇANT L'APLICACIÓ DE CLASSIFICACIÓ GEOMECÀNICA

A partir de les dades preses en les estacions geomecàniques, apliquem el mètode recomanat per a la descripció quantitativa de discontinuïtat en massissos rocósos suggerit per l'ISRM, 1989.

Estimarem la resistència del massís rocós, en el recorregut, mitjançant l'aplicació de criteris de ruptura empírics, mitjançant l'aplicació de classificacions geomecàniques. La roca a avaluar correspon al marbre, nivell 3, els gresos amfibolítics, nivell 4 i les granodiorites, nivell 5.

<b>FAMÍLIA DE JUNTES 1</b>	
Orientació	Direcció pla 173 a 252 i 188 a 195 Cabussaments 58 a 66 i 81 a 87
Espaiat en mm	400 a 500 i 1000
Continuïtat en mm	5000 i 500
Obertura en mm	0.1-200 i 0.1 a 0.25
Rugositat	Lleugerament rugosa a ondulada i llisa
Reompliment	Sols residuals, precipitats, granodiorita i calcita amb orientacions per estries
Resistència compressió simple	692.4-593.8 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>FAMÍLIA DE JUNTES 2</b>	
Orientació	Direcció pla 18 a 312 i 326 a 341 Cabussaments 20 a 79 i 31 a 44
Espaiat en mm	1000 i 500
Continuïtat en mm	5000 i 1000
Obertura en mm	0.25 a 100



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

Rugositat	ondulada i rugosa
Reompliment	Sols residuals, precipitats, granodiorita
Resistència compressió simple	692.4-593.8 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>FAMÍLIA DE JUNTES 3</b>	
Orientació	Direcció pla 135 a 141 i 113 a 139 Cabussaments 63 a 73 i 33 a 49
Espaïat en mm	400-500
Continuïtat en mm	5000 i 1000
Obertura en mm	0.1-200 i 0,25 a 300
Rugositat	Lleugerament rugosa a ondulada i rugosa
Reompliment	Sols residuals, precipitats, granodiorita
Resistència compressió simple	692.4-593.8 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>CHARACTERITZACIÓ DE LA MATRIU ROCOSA</b>	
Identificació	Marbres
Meteorització	I mineria
Índex de fracturació	Bastant diaclasat (12 d/m <sup>3</sup> )
RQD	<25%. Molt mala qualitat
Resistència a la compressió simple	692.4-593.8 Kp/cm <sup>2</sup>
Densitat	2.67 T/m <sup>3</sup>

Taula 12: Estació geomecànica marbres, nivell 3, EG1 i EG2

<b>FAMÍLIA DE JUNTES 1</b>	
Orientació	Direcció pla 149 a 157, Cabussaments 69 a 83
Espaïat en mm	200 a 1000
Continuïtat en mm	1.500
Obertura en mm	0.1
Rugositat	Lleugerament rugosa a llisa
Reompliment	no
Resistència compressió simple	575.8 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>FAMÍLIA DE JUNTES 2</b>	
Orientació	Direcció pla 211 a 244, Cabussaments 63 a 80
Espaïat en mm	400
Continuïtat en mm	1000
Obertura en mm	0.1 a 0.25
Rugositat	Lleugerament rugosa a llisa
Reompliment	Sols residuals
Resistència compressió simple	575.8 Kp/cm <sup>2</sup>

LITHOS

Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

<b>FAMÍLIA DE JUNTES 3</b>	
Orientació	Direcció pla 95, Cabussaments 43
Espaïat en mm	20-200
Continuïtat en mm	400
Obertura en mm	0.1-0.25
Rugositat	Lleugerament rugosa a llisa
Reompliment	no
Resistència compressió simple	575.8 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>FAMÍLIA DE JUNTES 4</b>	
Orientació	Direcció pla 334, Cabussaments 52
Espaïat en mm	500-1000
Continuïtat en mm	3000
Obertura en mm	0.1-0.25
Rugositat	Lleugerament rugosa a llisa
Reompliment	no
Resistència compressió simple	575.8 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERITZACIÓ DE LA MATRIU ROCOSA</b>	
Identificació	Granodiorita
Meteorització	III
Índex de fracturació	Bastant diaclasat (12 d/m <sup>3</sup> )
RQD	<25%. Molt mala qualitat
Resistència a la compressió simple	575.8 Kp/cm <sup>2</sup>
Densitat	2.53 T/m <sup>3</sup>

Taula 13: Estació geomecànica granodiorita, nivell 5, EG3

<b>FAMÍLIA DE JUNTES 1</b>	
Orientació	Direcció pla 47 a 50 Cabussaments 68 a 84
Espaïat en mm	400 a 600
Continuïtat en mm	>1000
Obertura en mm	0.1
Rugositat	Llisa
Reompliment	no
Resistència compressió simple	488.7 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>FAMÍLIA DE JUNTES 2</b>	
Orientació	Direcció pla 166 Cabussaments 67
Espaïat en mm	1000

Obra: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses n/Ref.:0039.2023



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

Continuïtat en mm	3000
Obertura en mm	0.1
Rugositat	Llisa
Reompliment	no
Resistència compressió simple	488.7 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>FAMÍLIA DE JUNTES 3</b>	
Orientació	Direcció pla 32 Cabussaments 42
Espaïat en mm	400-600
Continuïtat en mm	>5000
Obertura en mm	0.1
Rugositat	Llisa
Reompliment	no
Resistència compressió simple	488.7 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERITZACIÓ DE LA MÀTRIU ROCOSA</b>	
Identificació	Gresos i grauwaques amfibolítiques
Meteorització	I mineria
Índex de fracturació	VI
RQD	<25%. Molt mala qualitat
Resistència a la compressió simple	488.7 Kp/cm <sup>2</sup>
Densitat	2.67 T/m <sup>3</sup>

Taula 14: Estació geomecànica gresos i grauwaques amfibolítiques, nivell 4, EG4

### Estimació dels paràmetres resistents de discontinuïtats

Per a l'estimació dels paràmetres resistents de les discontinuïtats presents al massís rocós hem utilitzat els procediments empírics necessaris per a cada cas.

El primer pas ha estat representar en projecció equiareal les discontinuïtats principals presents al massís rocós (veure fig 1)

El següent ha estat la determinació de la resistència a compressió simple mitjançant els assaigs d'escleròmetre in situ. El resultat obtingut és d'entre 593.8-692.4 Kp/cm<sup>2</sup>, pels marbres, nivell 3; 575,8 Kp/cm<sup>2</sup>, per les granodiorites, nivell 5 i 488,7 Kp/cm<sup>2</sup>, pels gresos i grauwaques amfibolítiques, nivell 4.

Obra: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses n/Ref.:0039.2023



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

## Classificació

<i>Classificació segons Beniaowski, 1979</i>			
Paràmetres de classificació	Valoració marbres	Valoració gresos i grauwaques amfibolítiques	Valoració granodiorites
Resistència roca intacte	7	7	4
RQD	3	3	3
Espaiat entre discontinuïtats	8	10	8
Discontinuïtats (lleugerament rugoses a llises)	0	10	20
Aigua (eixuts)	15	15	15
<b>RMR</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>50</b>

Taula 15 Valoració de la classificació geomecànica del massís rocós (segons Beniaowski, 1979)

El massís rocós és de classe IV de qualitat dolenta pels marbres i de classe III de qualitat mitja pels gresos i grauwaques amfibolítiques i granodiorites.

Segons aquest criteri la cohesió del massís és de 1-2 Kp/cm<sup>2</sup> i l'angle de fregament intern entre 15º a 25º pels marbres i de 2-3 Kp/cm<sup>2</sup> i l'angle de fregament intern entre 25º a 35º pels gresos i grauwaques amfibolítiques i granodiorites.

### Avaluació estabilitat per les discontinuïtats mitjançant projecció esterogràfica

L'avaluació de les estacions geomecàniques respecte la direcció del precipici obtenim els resultats següents:

#### **Pels marbres, nivell 3:**

Les caigudes més probables són per tascó.

Les dimensions dels blocs a caure són mètriques, de grans dimensions.

Les línies d'intersecció dels plans de discontinuïtats corresponen a 100,5/34º; 38,8/10º; 51,4/2,8º i 52/17,5º, com a més significatius de blocs de grans dimensions. Dos nuclis de petits blocs que es troben pseudoparal·lels al talús d'orientació 98-147/78º a 87º i 328/20º. Seran les orientacions de caigudes preferents.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

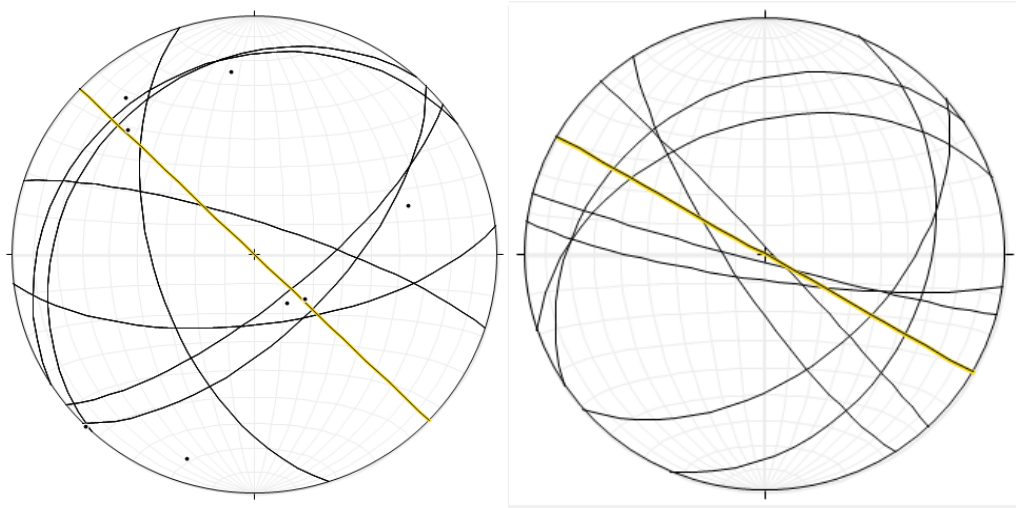


Figura 1 Projectió equiareal exemple de les discontinuïtats mesurades a l'EG1 i EG2, marbres, nivell 3. En groc orientació del precipici.

#### Per les granodiorites, nivell 5:

Les caigudes més probables són per tascó.

Les dimensions dels blocs a caure són decimètriques. No disposem d'afloraments significatius per poder avaluar adequadament la tipologia de dimensió. En zones properes, s'ha pogut observar una estabilitat elevada en aquests materials, sempre que sigui la roca sana. La roca meteoritzada es presenta més inestable, i normalment ja cauen els blocs més inestables durant l'excavació.

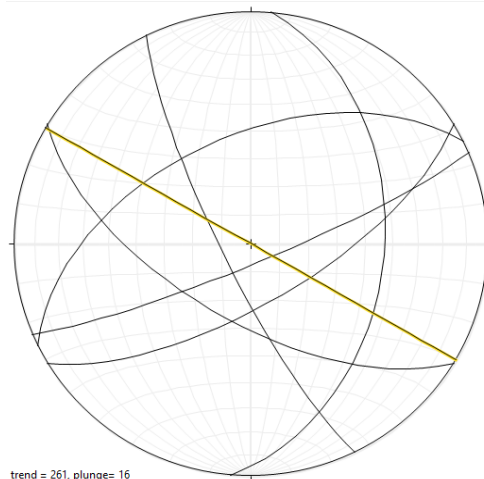


Figura 2 Projectió equiareal exemple de les discontinuïtats mesurades a l'EG3, granodiorites, nivell 5. En groc orientació del precipici.

Les línies d'intersecció dels plans de discontinuïtats corresponen a  $60,6/4,3^\circ$  i  $73,1/50^\circ$  com a liniacions de tascons principals que es poden formar. Seran les orientacions de caigudes preferents.

#### Pels gresos i grauwaques amfibolítiques, nivell 4:

Les caigudes més probables són planars.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

Les dimensions dels blocs a caure són decimètriques i alguna mètrica. Els plans que poden ser susceptibles de desprendiments corresponen a orientacions d'entre 32-50 i cabussaments corresponents de 42º a 84º (línies de màxim pendent d'entre 302-320 / 42º-84º).

Aquest nivell es pot observar a la base de la pedrera, per sota dels marbres, i poden ser causants de mobilitzacions del que disposen per sobre, ja que es presenten favorables a la inestabilitat respecte el precipici i la seva superfície és molt llisa, cerosa i amb possible presència d'aigua.

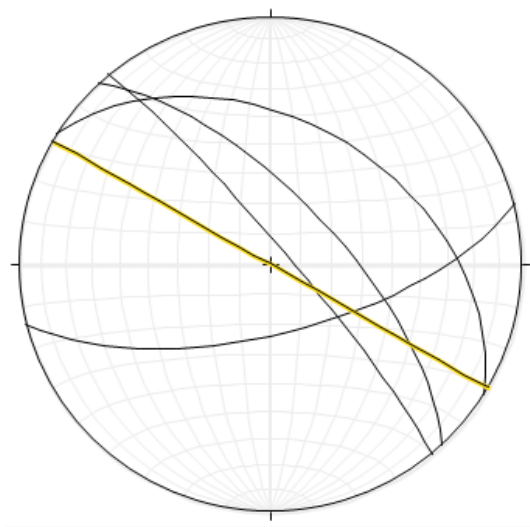


Figura 3 Projectió equiareal exemple de les discontinuïtats mesurades a l'EG4, gresos i grauwaques amfibolítiques, nivell 4. En groc orientació del precipici.

#### 4.3.1 Conclusió

- El precipici presenta cinc tipologies de materials susceptibles a inestabilitats:
  - Dues avaluades com a sols: corresponents a aportacions antròpiques i sols residuals de la meteorització de les calcàries que han passat a marbres.
  - Tres avaluades com a roques: els marbres, els gresos i grauwaques amfibolítiques i les granodiorites.
- Els sols, en tots els casos es consideren inestables.
- Els marbres es troben molt fragmentats per les voladures, ja que són els materials explotats a la pedrera i els interessava la seva extracció.
- Els gresos i grauwaques amfibolítiques i les granodiorites, es troben més estables.
- S'ha realitzat 4 estacions geomecàniques. S'ha avaluat aquelles estacions geomecàniques que es troben a l'entorn de la corba de la carretera.
- El precipici presenta dues tipologies de fractures: les naturals de geologia regional i les humanitzades per l'explotació minera.



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

- Les humanitzades no presenten una regularitat susceptible a ser valorada i interpretada per tal de poder fer contencions concretes. Són erràtiques i a discreció, pel que la contenció hauria de ser global i contrària a qualsevol estabilitat raonable.
- Les fractures naturals són de possible avaluació i concreció en solucions compatibles amb la voluntat d'estabilitzar el precipici.
- En front aquesta situació, el més recomanable és realitzar la carretera el més allunyat possible del precipici. Una distància prudencial seria 25 m. Ara la carretera passa pel contacte entre marbres i granodiorita. El canvi de traça de la carretera és la única solució vàlida per la seguretat de les persones. La perillositat en aquest contacte és massa elevada.
- Aquesta afirmació es basa amb l'avaluació de perillositat respecte a l'estabilitat de les discontinuïtats de roques i sols juntament amb l'anàlisi retrospectiu del propi revolt, que ja ha patit desprendiments recents.

## 5. SISMICITAT

Es segueix la NCSE-02.

Roses, acceleració sísmica bàsica ( $a_b$ ) de 0.06g.

L'estructura és classificada d'importància normal.

El valor C en els 30 primeres metres sota la superfície és d'1.

nivell	C	EG	Potència	Total	C Total
1	1	30	30	30	
total			30	30	1

Taula 16. valor coeficient del terreny (c) segons NCSE-02.

Restem a la seva disposició per a qualsevol consulta o ampliació d'allò exposat i de les possibilitats energètiques del subsòl juntament amb la tecnologia disponible,

**Salt, 16/05/2023**

**JORDI FERRER I LÓPEZ**

**Geòleg M.E.G. col·legiat nº 4016**

Obra: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses n/Ref.:0039.2023



Josep Ma. de Sagarra, 5  
 17190 Salt  
 Telèfon 972 242 630  
 Fax 972 242 630  
 www.lithosgeotecnia.com  
 E-mail info@lithosgeotecnia.com

## 6. ANNEX A: CÀLCULS

### PER ROQUES

#### CRITERI DE BARTON (1976,1985)

Model empíric per poder predir l'envolvent de les resistències de tall per a juntes en discontinuïtats.

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} [\operatorname{JRC} \operatorname{lg} (\operatorname{JCS}/\sigma) + \varphi_r]$$

on

JRC és el quocient de rugositat de la litoclasa, el valor pres com a 7.

$\varphi_r$  és l'angle de fregament residual. S'ha pres de l'RMR de Bieniawski de: marbres 15º-25º; gresos i grauwaques amfibolítics i granodiorita 25º-35º.

JCS és la resistència a la compressió simple de les parets de la litoclasa. Obtingut per l'assaig de l'escleròmetre i segons formulació de Miller (1965), on:

$$\operatorname{lg} \sigma_c = 0.00088 * \gamma * R + 1.01$$

essent

R número del rebot de l'escleròmetre: marbres 33.7 i 34.3; gresos i grauwaques 28,9 i granodiorites 33.7.

$\gamma$  densitat de la roca en (KN/m<sup>3</sup>), pres com: marbres 28; gresos i grauwaques 26,7 i granodiorites 25,3.

$\sigma_c$  resistència a la compressió simple en (MN/m<sup>2</sup>), pres de: marbres 692.4/593.8 Kg/cm<sup>2</sup>; gresos i grauwaques 575,8 Kg/cm<sup>2</sup> i granodiorites 488.7 Kg/cm<sup>2</sup>



Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

## 7. ANNEX B: LABORATORI

Expedient 039.2023  
Descripció Roses pedrera

### RESUM DE LES ACTES DE LABORATORI

IDENTIFICADORS	15147	15148	15149
	C1 / BI1	C3 / BI2	S1 / M.I.1
	00,00 - 00,00	00,00 - 00,00	00,00 - 00,00
Densitat aparent	2,80 g/cm <sup>3</sup>	2,53 g/cm <sup>3</sup>	2,67 g/cm <sup>3</sup>
Densitat seca	2,79 g/cm <sup>3</sup>	2,51 g/cm <sup>3</sup>	2,66 g/cm <sup>3</sup>

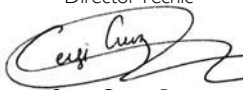
## LLIBRE D'ACTES DE LABORATORI VOLUM 15147

Client	EXPEDIENT	15147	DATA	05-05-2023
	CLIENT	Lithos Geotècnia SL.	EXP. CLIENT	039.2023
	DIRECCIÓ	Josep M <sup>a</sup> de Sagarra, 5 de Salt (Girona) 17190		
	C.I.F.	B17661455		
Mostra	LOCALIZACIÓ	Roses pedrera		
	TIPUS DE MOSTRA	C1/B11		
	PROFUNDITAT	00,00 - 00,00		
Expedient	ASSAIGS REALITZATS	Densitat aparent d'un sòl (balança hidrostàtica)		
	NÚMERO DE REVISIÓ	0		
Normativa	RG LECCE	CAT-L-084		
	DATA DRR	31-01-2011, 02-02-2015		
<p><b>Land laboraori d'assaigs i geotècnia SL</b> . ha realitzat els assaigs descrits utilitzant mètodes normalitzats i de reconeixament internacional. La Direcció de LAND, es compromet amb el compliment establert en la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2017, el Decret 149/2017, de 17 d'octubre (Acreditació de laboratoris d'assaig de la construcció), i amb el Real Decreto 410/2010, de 31 de març.</p>				

### NOTES

*Les dades de la mostra recepcionada han estat facilitades pel client*

Canet d'Adri a 16 de mayo de 2023

Director Tècnic  
  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geòleg

Director  
  
Carles Cruz i Rovira

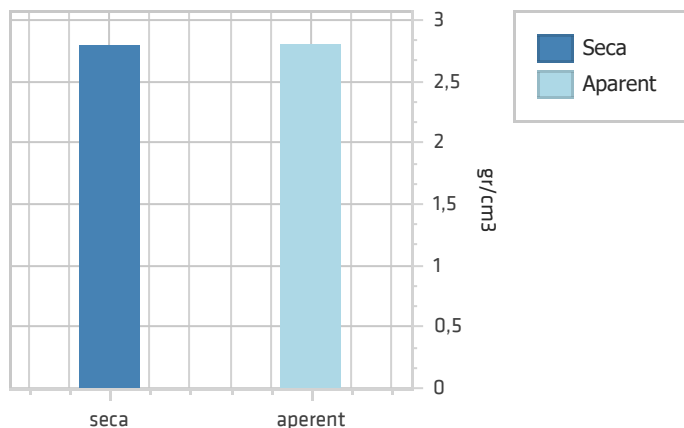
## OBERTURA I DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA

TIPOLOGIA		
IDENTIFICADORS	Tipus de mostra	Bloc
	Procedència	Cata
	Procedència número	1
	Mostra número	1
	Profunditat mostreig (m)	00,00 - 00,00
	Segment estudiat (m)	00,00 - 00,00
DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA		
CARACTERÍSTIQUES	Origen	Roca
	Classificació USCS	
	Color	Blanc amb traces grises
	Olor	-
	Presència de carbonats	No

Director Tècnic  
  
 Sergi Cruz i Rovira  
 Enginyer Geòleg

Director  
  
 Carles Cruz i Rovira

Mostra 15147  
Expedient Lithos Geotecnia  
Descripció Roses pedrera  
Data entrada 05/05/2023

**DENSITAT PEL MÈTODE DE LA BALANÇA HIDROSTÀTICA U.N.E. 103301/94**

Imatge de la mostra

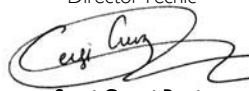
**CONDICIONS INICIALS**

Temperatura ambient	20,0
Densitat parafina (g/cm <sup>3</sup> )	0,89
Humitat natural (%)	0,38
Humitat ambiental (%)	75
Descripció litològica	doc. obertura

**DENSITAT UNE 103301-94**

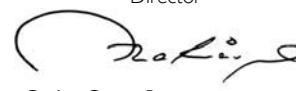
Pes mostra (g)	719,00
Pes mostra assaig (g)	51,66
Volum mostra (cm <sup>3</sup> )	1,19
Densitat aparent (g/cm <sup>3</sup> )	2,80
Densitat seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,79

Director Tècnic



Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geòleg

Director



Carles Cruz i Rovira

## LLIBRE D'ACTES DE LABORATORI VOLUM 15148

Client	EXPEDIENT	15148	DATA	05-05-2023
	CLIENT	Lithos Geotècnia SL.	EXP. CLIENT	039.2023
	DIRECCIÓ	Josep M <sup>a</sup> de Sagarra, 5 de Salt (Girona) 17190		
	C.I.F.	B17661455		
Mostra	LOCALIZACIÓ	Roses pedrera		
	TIPUS DE MOSTRA	C3/B12		
	PROFUNDITAT	00,00 - 00,00		
Expedient	ASSAIGS REALITZATS	Densitat aparent d'un sòl (balança hidrostàtica)		
	NÚMERO DE REVISIÓ	0		
Normativa	RG LECCE	CAT-L-084		
	DATA DRRR	31-01-2011, 02-02-2015		
<p><b>Land laboraori d'assaigs i geotècnia SL</b> . ha realitzat els assaigs descrits utilitzant mètodes normalitzats i de reconeixament internacional. La Direcció de LAND, es compromet amb el compliment establert en la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2017, el Decret 149/2017, de 17 d'octubre (Acreditació de laboratoris d'assaig de la construcció), i amb el Real Decreto 410/2010, de 31 de març.</p>				

### NOTES

*Les dades de la mostra recepcionada han estat facilitades pel client*

Canet d'Adri a 16 de mayo de 2023

Director Tècnic  
  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geòleg

Director  
  
Carles Cruz i Rovira

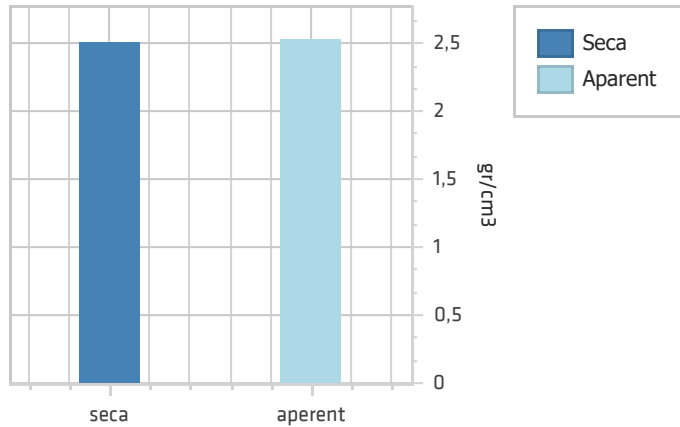
## OBERTURA I DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA

TIPOLOGIA		
IDENTIFICADORS	Tipus de mostra	Bloc
	Procedència	Cata
	Procedència número	3
	Mostra número	2
	Profunditat mostreig (m)	00,00 - 00,00
	Segment estudiat (m)	00,00 - 00,00
DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA		
CARACTERÍSTIQUES	Origen	Roca
	Classificació USCS	
	Color	Groguenc amb traces marrons
	Olor	-
	Presència de carbonats	No

Director Tècnic  
  
 Sergi Cruz i Rovira  
 Enginyer Geòleg

Director  
  
 Carles Cruz i Rovira

Mostra 15148  
Expedient Lithos Geotecnia  
Descripció Roses pedrera  
Data entrada 05/05/2023

**DENSITAT PEL MÈTODE DE LA BALANÇA HIDROSTÀTICA U.N.E. 103301/94**

Imatge de la mostra

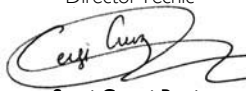
**CONDICIONS INICIALS**

Temperatura ambient	20,0
Densitat parafina (g/cm <sup>3</sup> )	0,89
Humitat natural (%)	0,76
Humitat ambiental (%)	75
Descripció litològica	doc. obertura

**DENSITAT UNE 103301-94**


Pes mostra (g)	455,00
Pes mostra assaig (g)	63,39
Volum mostra (cm <sup>3</sup> )	1,25
Densitat aparent (g/cm <sup>3</sup> )	2,53
Densitat seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,51

Director Tècnic



Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geòleg

Director



Carles Cruz i Rovira

## LLIBRE D'ACTES DE LABORATORI VOLUM 15149

Client	EXPEDIENT	15149	DATA	05-05-2023
	CLIENT	Lithos Geotècnia SL.	EXP. CLIENT	039.2023
	DIRECCIÓ	Josep M <sup>a</sup> de Sagarra, 5 de Salt (Girona) 17190		
	C.I.F.	B17661455		
Mostra	LOCALIZACIÓ	Roses pedrera		
	TIPUS DE MOSTRA	S1/M.I.1		
	PROFUNDITAT	00,00 - 00,00		
Expedient	ASSAIGS REALITZATS	Densitat aparent d'un sòl (balança hidrostàtica)		
	NÚMERO DE REVISIÓ	0		
Normativa	RG LECCE	CAT-L-084		
	DATA DRRR	31-01-2011, 02-02-2015		
<p><b>Land laboraori d'assaigs i geotècnia SL</b> . ha realitzat els assaigs descrits utilitzant mètodes normalitzats i de reconeixament internacional. La Direcció de LAND, es compromet amb el compliment establert en la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2017, el Decret 149/2017, de 17 d'octubre (Acreditació de laboratoris d'assaig de la construcció), i amb el Real Decreto 410/2010, de 31 de març.</p>				

### NOTES

*Les dades de la mostra recepcionada han estat facilitades pel client*

Canet d'Adri a 16 de mayo de 2023

Director Tècnic  
  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geòleg

Director  
  
Carles Cruz i Rovira

## OBERTURA I DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA

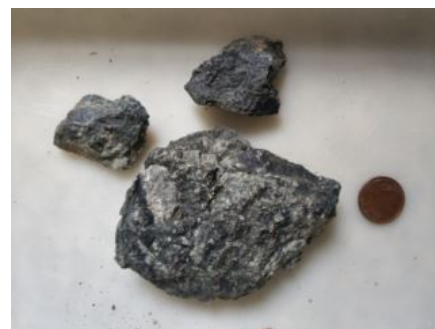
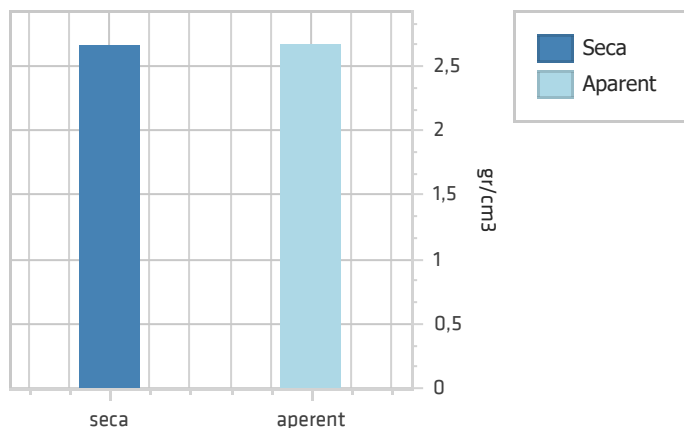
TIPOLOGIA		
IDENTIFICADORS	Tipus de mostra	Inalterada
	Procedència	Sondeig
	Procedència número	1
	Mostra número	1
	Profunditat mostreig (m)	00,00 - 00,00
	Segment estudiat (m)	00,00 - 00,00
DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA		
CARACTERÍSTIQUES	Origen	Roca
	Classificació USCS	
	Color	Gris fosc
	Olor	-
	Presència de carbonats	No

Director Tècnic  
  
 Sergi Cruz i Rovira  
 Enginyer Geòleg

Director  
  
 Carles Cruz i Rovira

Mostra 15149  
Expedient Lithos Geotecnia  
Descripció Roses pedrera  
Data entrada 05/05/2023

## DENSITAT PEL MÈTODE DE LA BALANÇA HIDROSTÀTICA U.N.E. 103301/94



Imatge de la mostra

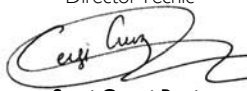
## CONDICIONS INICIALS

Temperatura ambient	20,0
Densitat parafina (g/cm <sup>3</sup> )	0,89
Humitat natural (%)	0,37
Humitat ambiental (%)	75
Descripció litològica	doc. obertura

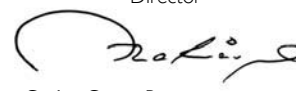
## DENSITAT UNE 103301-94

Pes mostra (g)	458,00
Pes mostra assaig (g)	54,06
Volum mostra (cm <sup>3</sup> )	1,05
Densitat aparent (g/cm <sup>3</sup> )	2,67
Densitat seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,66

Director Tècnic

Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geòleg

Director

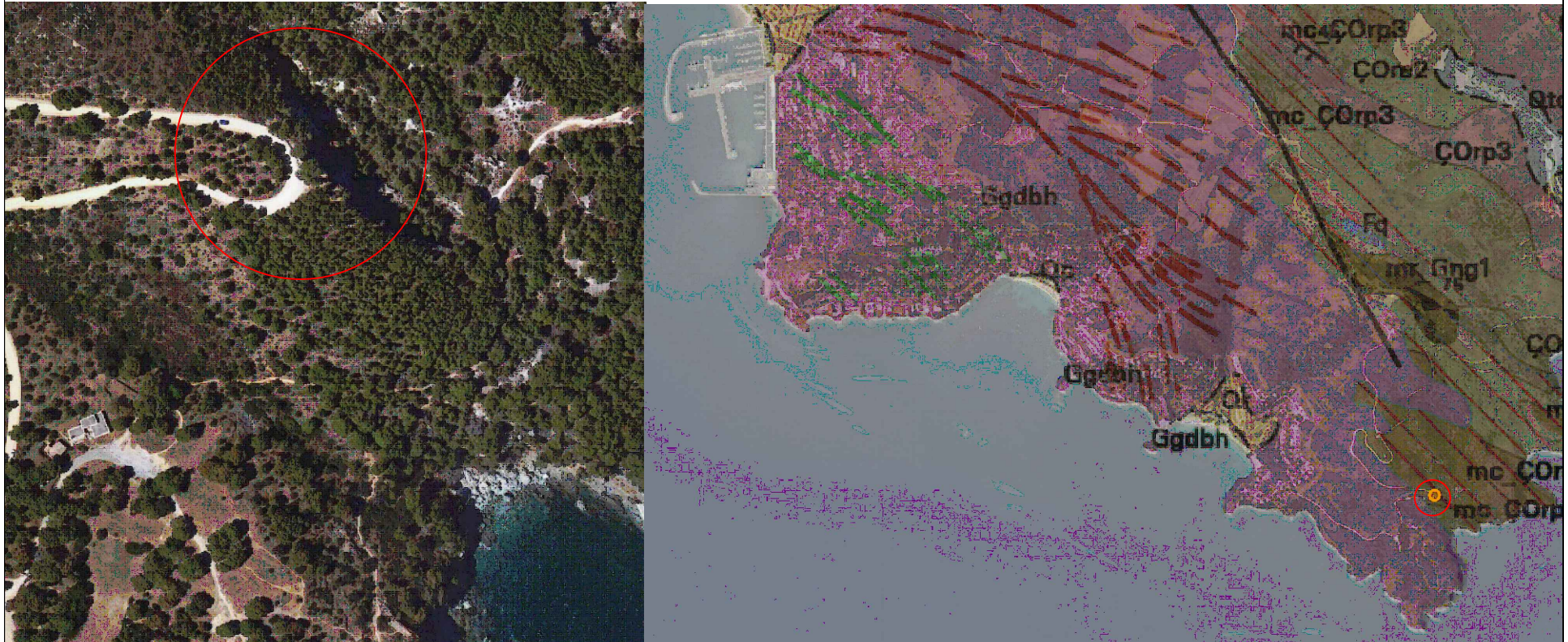


Carles Cruz i Rovira



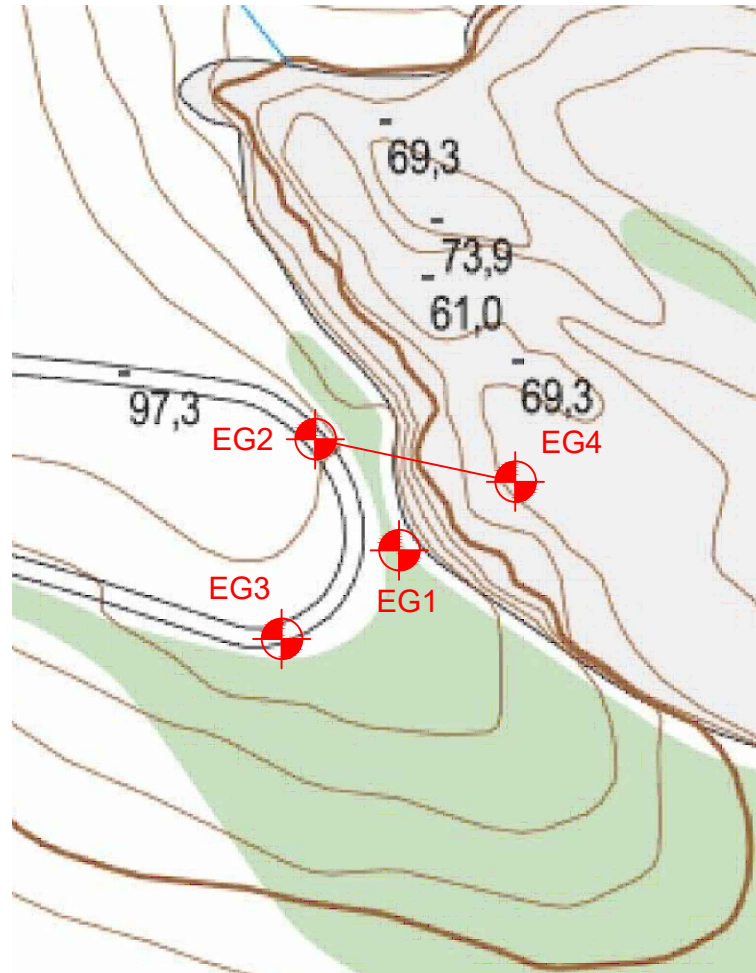
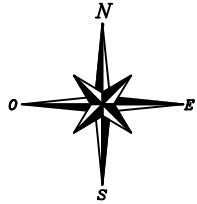
Josep Ma. de Sagarra, 5  
17190 Salt  
Telèfon 972 242 630  
Fax 972 242 630  
www.lithosgeotecnia.com  
E-mail info@lithosgeotecnia.com

## 8. ANNEX C: DOCUMENTACIÓ GRÀFICA



ANNEX:	1	PLÀNOL NÚM. 1 ORTOFOTOMAPA I PLÀNOL GEO LòGIC	CONTRACTISTA: SERPA (Ajuntament de Roses)	EXPEDIENT: 039.2023	<b>LITHOS</b>
TREBALL:	ESTUDI GEOTÈCNIC	PROJECTE: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses	DATA: 29.04.2023		






Escala aproximada 1:1500

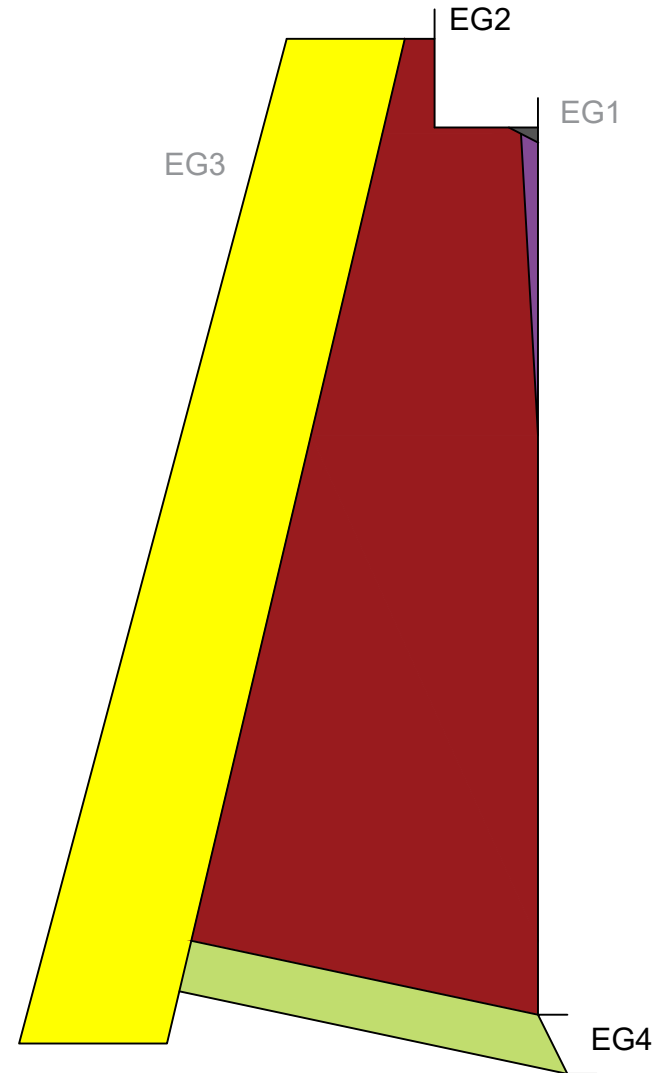



ANNEX: <b>2</b>	PLÀNOL NÚM. 1 EMPLAÇAMENT DELS PUNTS DE PROSPECCIÓ	CONTRACTISTA: SERPA (Ajuntament de Roses)	EXPEDIENT: 039.2023	<b>LITHOS</b>
TREBALL: ESTUDI GEOTÈCNIC	PROJECTE: una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses	DATA: 29.04.2023		


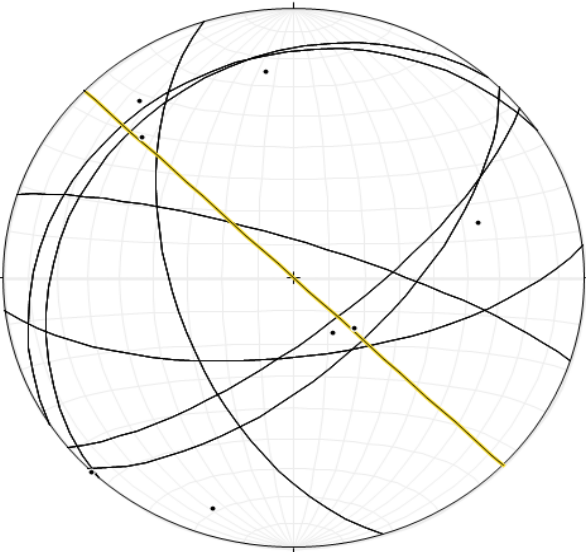
## PERFIL GEOTÈCNIC EG2-EG4


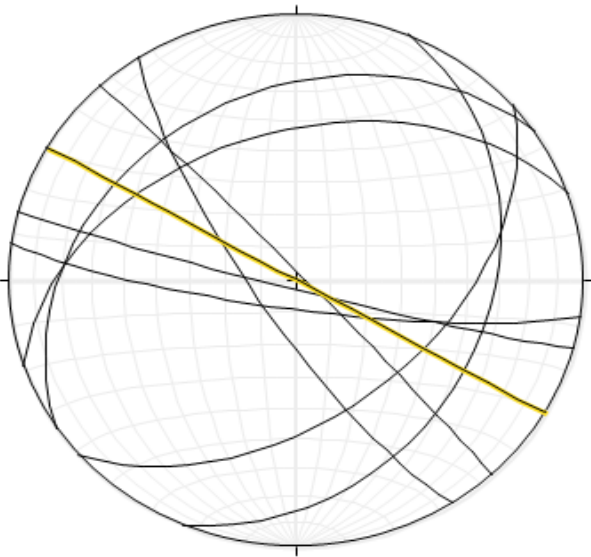
Escala 1:250

LLEGENDA:	
	Nivell 1: Aportacions antròpiques.
	Nivell 2: Terr rossa i sauló.
	Nivell 3: Calcàries i dolomies que per metamorfisme passen a marbres.
	Nivell 4: Gresos i grauwaques amfibolitics.
	Nivell 5: Granodiorites amb biotita i hornblenda.

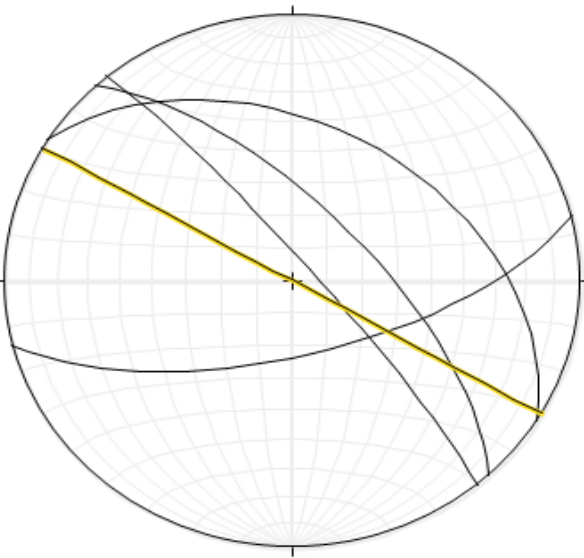
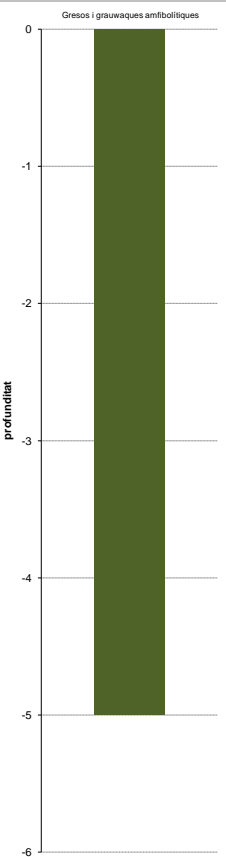




ANNEX:	<b>3</b>	PLÀNOL NÚM. 1	CONTRACTISTA:	SERPA (Ajuntament de Roses)	EXPEDIENT:	039.2023	
TREBALL:	ESTUDI GEOTÈCNIC	PROJECTE:	una avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi al Punta Falconera a Roses	DATA:	29.04.2023		

OBRA: <b>avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi</b>		Punta Falconera (Roses)		<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">EG-1</div> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">LITHOS</div> </div>																																					
CLIENT: SERPA (aj.de Roses)	DATA DE L'ASSAIG: 29/04/2023	NIVELL FREÀTIC: No 92,0																																							
EXPEDIENT: 39.2023	GEÒLEG SUPERVISOR: Jordi Ferrer López	COTA:																																							
RESIST. COMPRESSIÓ SIMPLE	VALORS ESCLERÒMETRE	COLUMNA LITOLÒGICA	% Humitat Natural	Granulometria % que passa	Límits d'Atteberg																																				
				5.0 mm. 2.0 mm. 0.4 mm. 0.08 mm.	L Líquid L Plàstic I Plàstica	Sulfats % SO4 Resistència al Tall Angle de freg. Intern Densitat aparent N spr / ROD Miacentzació RMR																																			
28	692,42 N314 33 33 29 25 33 31 39 32 44 38 33,7	Calcares, Marble				15°-25° 2,80 25% I mineria 33,0																																			
		profunditat																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Strike</th> <th>Dip</th> <th>Dip Quad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>083,0</td><td>66,0</td><td>S</td></tr> <tr><td>2</td><td>222,0</td><td>23,0</td><td>W</td></tr> <tr><td>3</td><td>162,0</td><td>56,0</td><td>W</td></tr> <tr><td>4</td><td>237,0</td><td>20,0</td><td>N</td></tr> <tr><td>5</td><td>288,0</td><td>79,0</td><td>N</td></tr> <tr><td>6</td><td>045,0</td><td>63,0</td><td>E</td></tr> <tr><td>7</td><td>051,0</td><td>73,0</td><td>S</td></tr> <tr><td>8</td><td>314,0</td><td>90,0</td><td>N</td></tr> </tbody> </table>	No.	Strike	Dip	Dip Quad	1	083,0	66,0	S	2	222,0	23,0	W	3	162,0	56,0	W	4	237,0	20,0	N	5	288,0	79,0	N	6	045,0	63,0	E	7	051,0	73,0	S	8	314,0	90,0	N	1			
No.	Strike	Dip	Dip Quad																																						
1	083,0	66,0	S																																						
2	222,0	23,0	W																																						
3	162,0	56,0	W																																						
4	237,0	20,0	N																																						
5	288,0	79,0	N																																						
6	045,0	63,0	E																																						
7	051,0	73,0	S																																						
8	314,0	90,0	N																																						
<u>EQUIPS I MAQUINÀRIA</u> PROCEQ SA Origina SCHMIDT Zürich Switzerland Model N		<u>OBSERVACIONS</u> Estabilitat de les parets: Estable a mig termini Excavabilitat: Maquinària especialitzada en roca (martell pneumàtic) i giratoria per la part alterada.																																							

OBRA: <b>avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi Punta Falconera (Roses)</b>										<b>EG-2</b>		<b>LITHOS</b>								
CLIENT: SERPA (aj.de Roses)		DATA DE L'ASSAIG: 29/04/2023			NIVELL FREÀTIC: No															
EXPEDIENT: 39.2023		GEOLÒGIC SUPERVISOR: Jordi Ferrer López			COTA: 95,0															
RESIST. COMPRESSIÓ SIMPLE	VALORS ESCLERÒMETRE				COLUMNA LITOLÒGICA	% Humitat Natural	Granulometria % que passa				Límits d'Atterberg	Sulfats % SO4	Resistència al Tall	Angle de freg. Intern	Densitat aparent	N spt / ROD	Miacentzació	RMR		
	593,82 N120 28 20 28 40 25 40 38 40 44 40 34,3				0 Calcares, Marbre														33,0	
					-1 profunditat															
					-2															
					-3															
						<div style="border: 1px solid black; width: 10px; height: 10px; display: inline-block; background-color: red;"></div> 1														
<b>EQUIPS I MAQUINÀRIA</b> PROCEQ SA Origina SCHMIDT Zürich Switzerland Model N					<b>OBSERVACIONS</b> Estabilitat de les parets: Estable a mig termini Excavabilitat: Maquinària especialitzada en roca (martell pneumàtic) i giratoria per la part alterada.															



OBRA: <b>avaluació d'estabilitat corba camí ctra.L'Almadrava a Montjoi</b>		<b>Punta Falconera (Roses)</b>		<b>EG-4</b>		<b>LITHOS</b>																													
CLIENT: SERPA (aj.de Roses)	DATA DE L'ASSAIG: 29/04/2023	NIVELL FREÀTIC: No 60,0																																	
EXPEDIENT: 39.2023	GÈOLEG SUPERVISOR: Jordi Ferrer López		COTA:																																
RESIST. COMPRESSIÓ SIMPLE	VALORS ESCLERÒMETRE	COLUMNA LITOLÒGICA	% Humitat Natural	Granulometria % que passa	Limits d'Atteberg	Sulfats % SO4	Resistència al Tall	Angle de freg. Intern	Densitat aparent	N spr / ROD	Meteorització	RMR																							
	<p>488,69 N120 22 31 30 35 27 21 35 35 25 28 28,9</p> <p>26,7</p>  <table border="1" data-bbox="336 1212 649 1324"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Strike</th> <th>Dip</th> <th>Dip Quad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>317,0</td> <td>68,0</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>320,0</td> <td>84,0</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>076,0</td> <td>67,0</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>302,0</td> <td>42,0</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>120,0</td> <td>30,0</td> <td>S</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Strike	Dip	Dip Quad	1	317,0	68,0	E	2	320,0	84,0	E	3	076,0	67,0	S	4	302,0	42,0	N	5	120,0	30,0	S	<p>Gresos i grauwaques amfibolliques</p>  <p>profunditat</p>				25-35°	2,80	25%	I mineral	50,0	 
No.	Strike	Dip	Dip Quad																																
1	317,0	68,0	E																																
2	320,0	84,0	E																																
3	076,0	67,0	S																																
4	302,0	42,0	N																																
5	120,0	30,0	S																																
<b>EQUIPS I MAQUINÀRIA</b> PROCEQ SA Origina SCHMIDT Zürich Switzerland Model N		<b>OBSERVACIONS</b> Estabilitat de les parets: Estable a llarg termini Excavabilitat: Maquinària especialitzada en roca (martell pneumàtic) i giratoria per la part alterada.																																	