

L'aplicació del  
LIDAR en estudis  
d'inundabilitat

Juny 2013

Joan Sunyer



**Geocat**  
Gestió de Projectes s.a.



**ICC**  
Institut Cartogràfic  
de Catalunya

## L'aplicació del LIDAR en estudis d'inundabilitat



# Inundabilitat i hidràulica fluvial



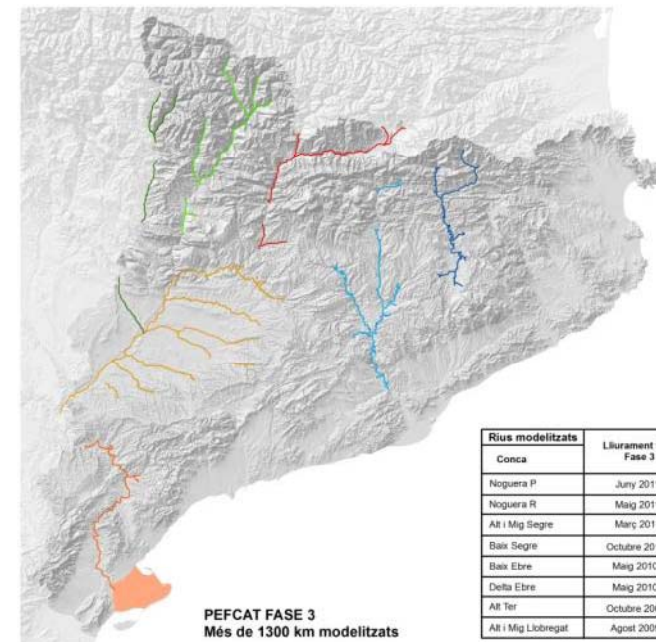
*Introducció*

## Inundabilitat i hidràulica fluvial

- Estudis d'inundabilitat (diferents períodes de retorn)
- Estudis d'erosió, transport i deposició de sediments
- Enginyeria hidràulica i de drenatge



## CAMPS DE TREBALL



Rius modelitzats	Lliurament final Fase 3	Clau
Conca		
Noguera P	Juny 2011	
Noguera R	Maig 2011	
Alt i Mig Segre	Març 2011	
Baix Segre	Octubre 2010	
Baix Ebre	Maig 2010	
Delta Ebre	Maig 2010	
Alt Ter	Octubre 2009	
Alt i Mig Llobregat	Agost 2009	

## Inundabilitat i hidràulica fluvial

### Camps de treball - estudis d'inundabilitat

- Models hidrològics
- Models hidràulics
- Delimitació de zones inundables
- Determinació de calats d'inundació i velocitat del flux
- Determinació de la perillositat i avaluació del risc
- Proposta de mesures preventives i/o correctores

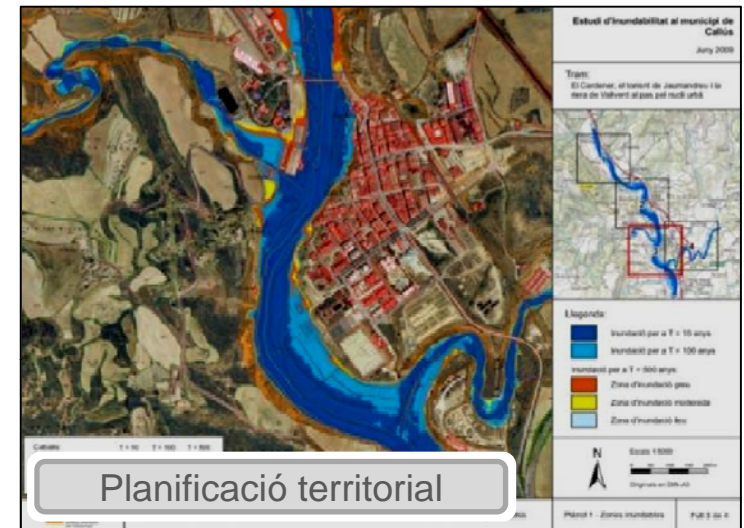


# Inundabilitat i hidràulica fluvial

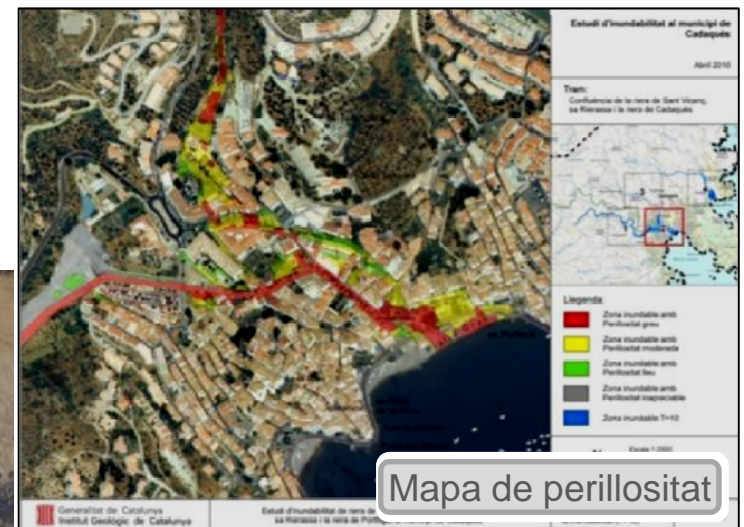
## Inundabilitat i risc d'inundació

### Zones potencialment inundables

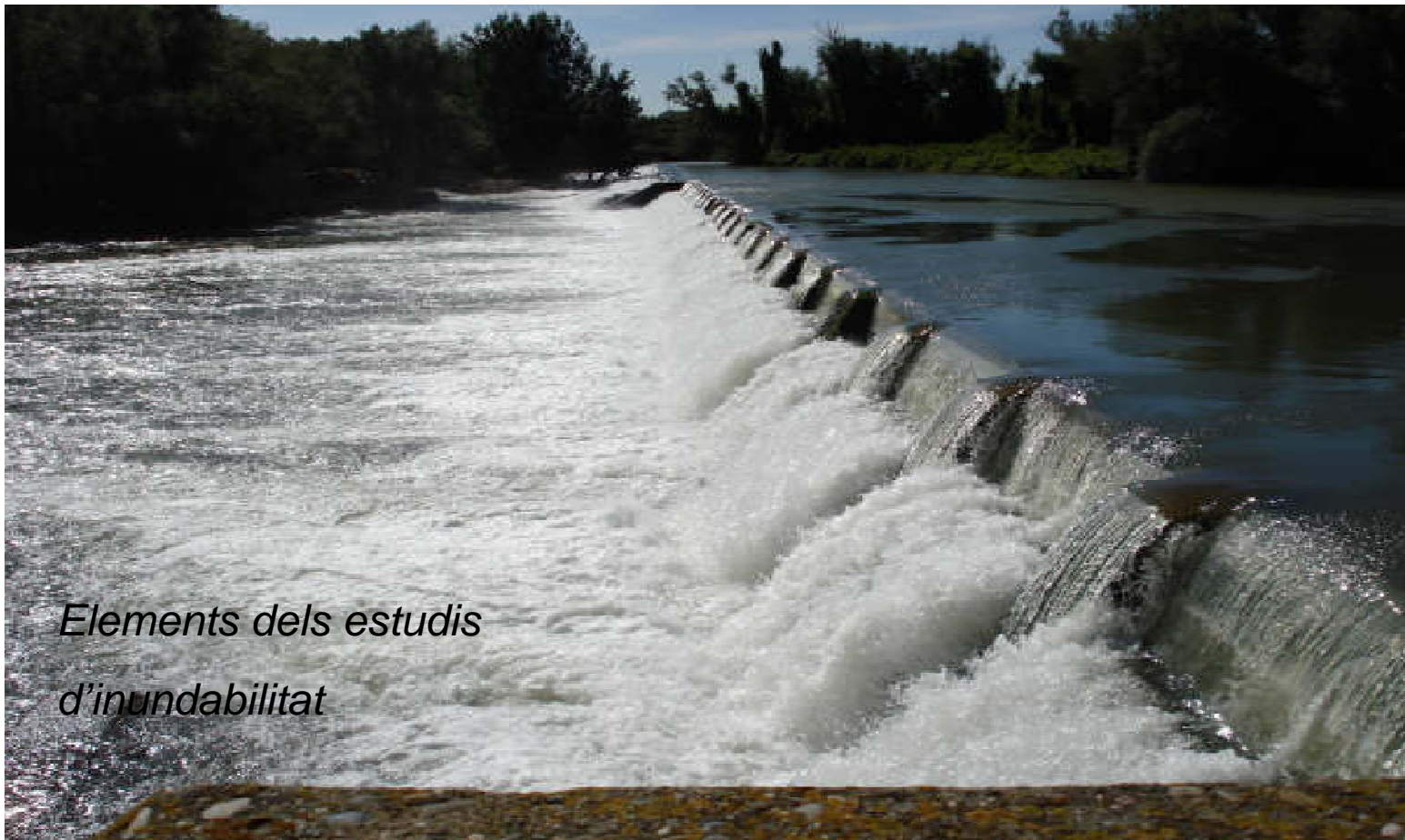
- Mapes d'inundabilitat dissenyats a partir d'objectius definits (ex. Llei d'urbanisme)
- Finalitats dels mapes d'inundabilitat:
  - Desenvolupament territorial (local o regional)
  - Plans d'emergència



Planificació territorial



## Inundabilitat i hidràulica fluvial

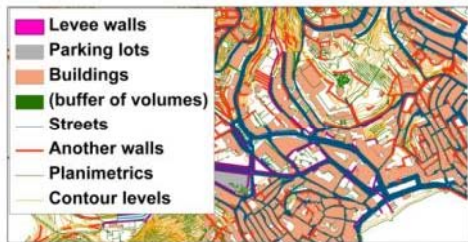


*Elements dels estudis  
d'inundabilitat*

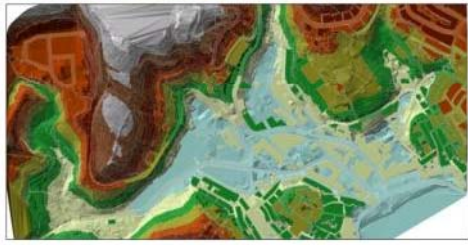
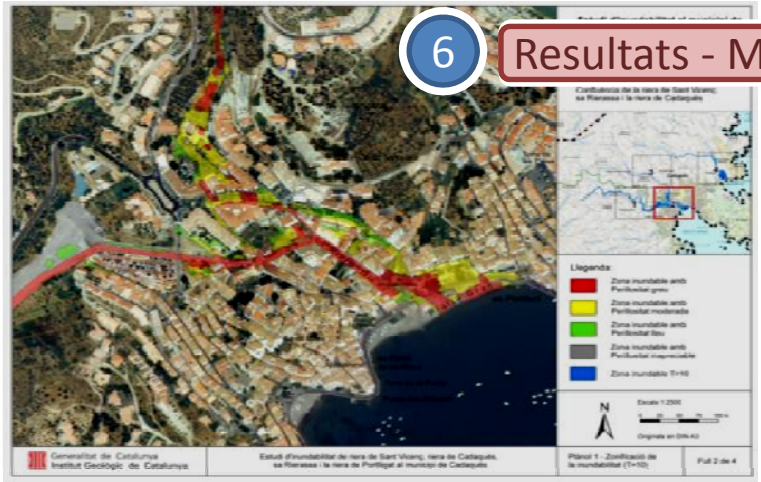
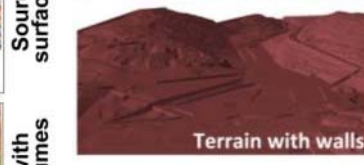
# Inundabilitat i hidràulica fluvial

## Elements dels estudis d'inundabilitat

### 6 Resultats - Mapes



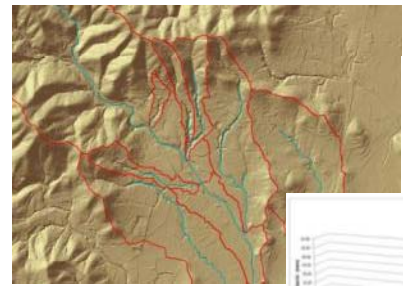
### 1 Geometria



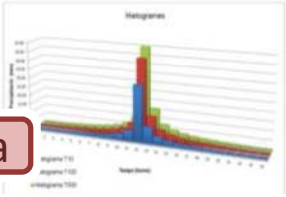
### 4 Malla - Seccions



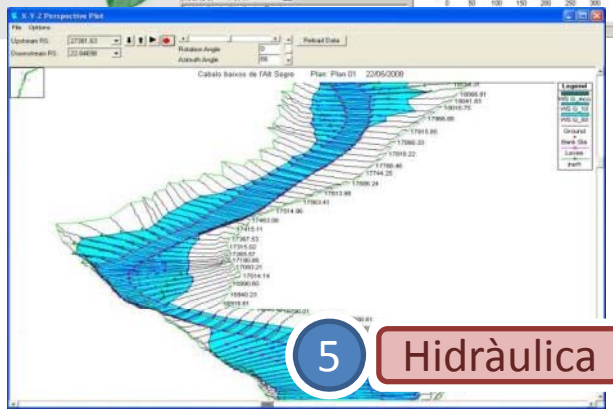
### 2 Rugositat



### 3 Hidrologia



### 5 Hidràulica



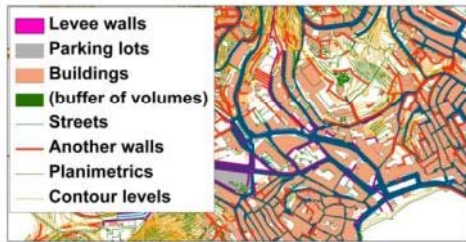


# Inundabilitat i hidràulica fluvial

## Elements dels estudis d'inundabilitat

6

Results - Maps



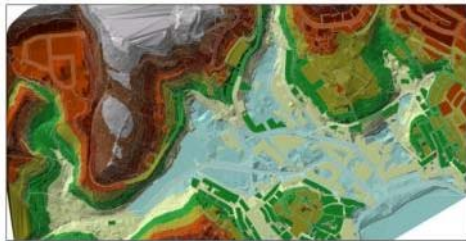
1

### Geometria

Source data for surface geom



TIN surface with buildings volumes



## Geometria

- Model Digital del Terreny LIDAR
- Model Digital de Superfície
- Cartografia
- Ortofotografia
- Planimèria
- Obres projectades

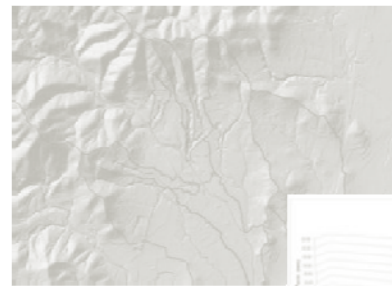
4

M



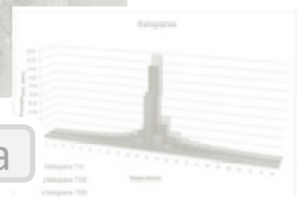
2

### Rugositat



3

### Hidrologia



5

### Hidràulica

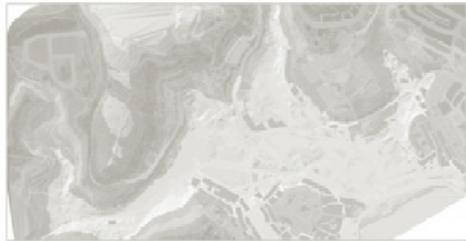
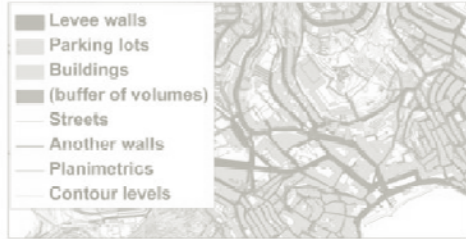


# Inundabilitat i hidràulica fluvial

## Elements dels estudis d'inundabilitat

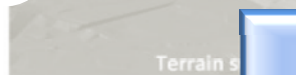
6

Results - Maps



1 Geometria

Source data for surface geom.



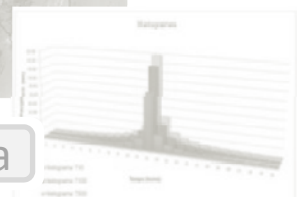
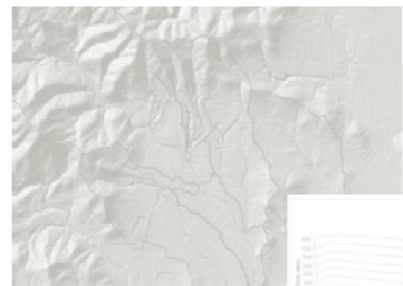
### Rugositat

- Cobertes del sòl
- Usos del sòl
- Litologies aflorants
- Vegetació
- Manning



2 Rugositat

3 Hidrologia

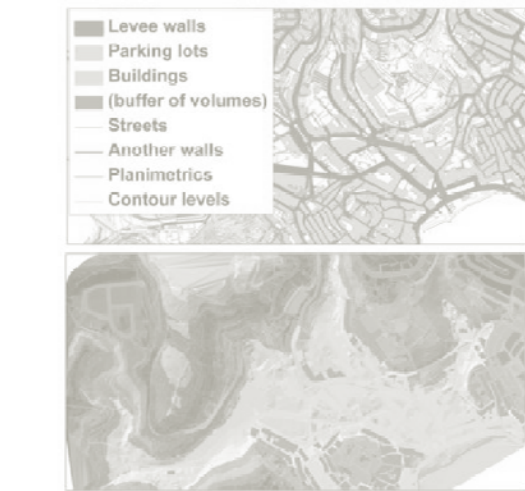


5 Hidràulica



# Inundabilitat i hidràulica fluvial

## Elements dels estudis d'inundabilitat

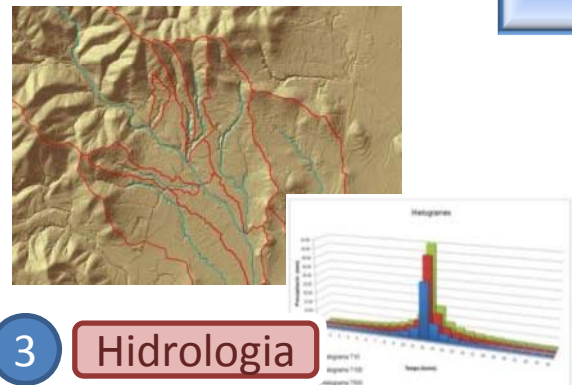


### 1 Geometria



### 2 Rugositat

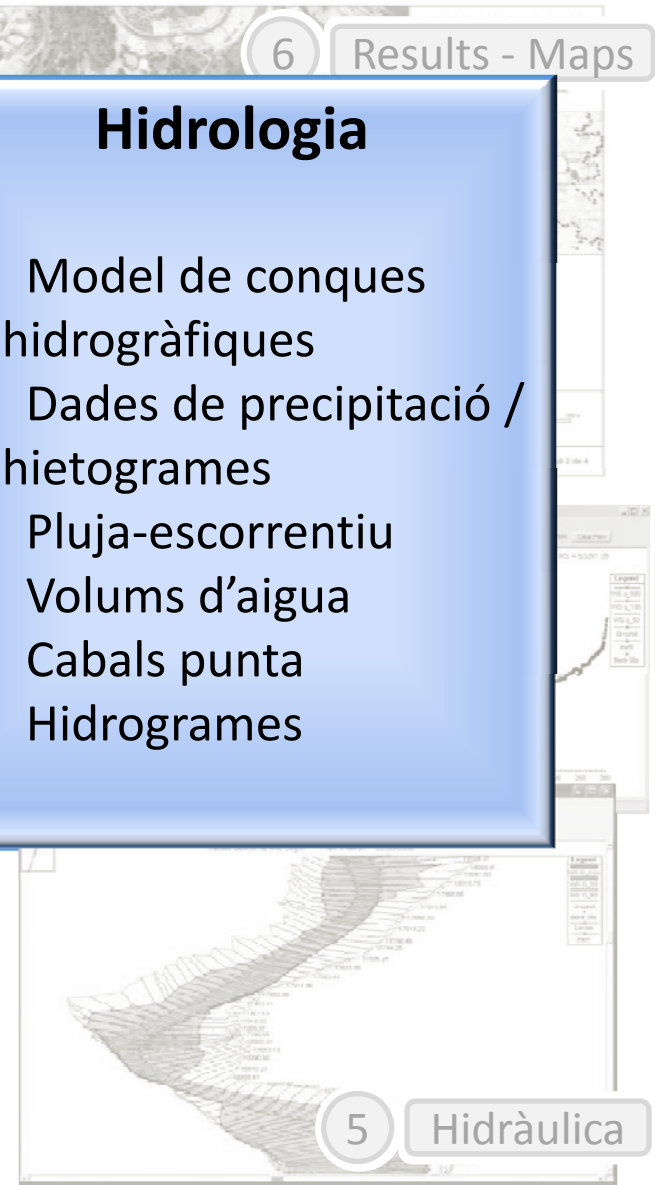
### 3 Hidrologia



## Hidrologia

- Model de conques hidrogràfiques
- Dades de precipitació / hietogrames
- Pluja-escorrentiu
- Volums d'aigua
- Cabals punta
- Hidrogrames

### 4



# Inundabilitat i hidràulica fluvial

## Elements dels estudis d'inundabilitat

### Geometria de càlcul

- Entrada de dades (canal i plana d'inundació)
- Dimensions: 1D, 2D
- Seccions de càlcul (1D)
- Malla de càlcul (2D)

#### Legend

Manning roughness coefficients	
Roads & pavements	- n = 0,028
Sands & gravels	- n = 0,038
Gardens & grass	- n = 0,040
Bush & crops	- n = 0,055
Bald areas	- n = 0,040

2

Rugositat

3

Hidrologia

4

Malla - Seccions

6

Results - Maps



5

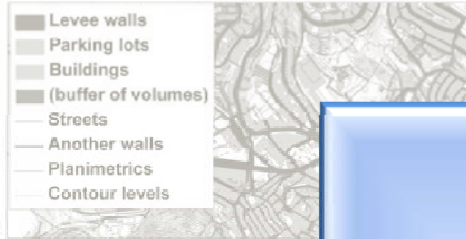
Hidràulica

# Inundabilitat i hidràulica fluvial

## Elements dels estudis d'inundabilitat

### 6 Results - Maps

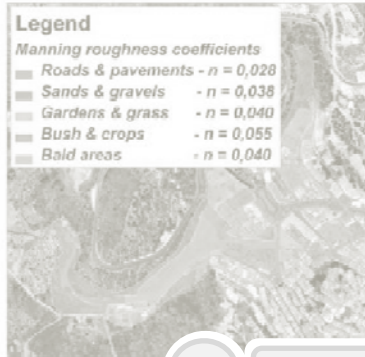
### 1 Geometria



## Hidràulica 1D / 2D

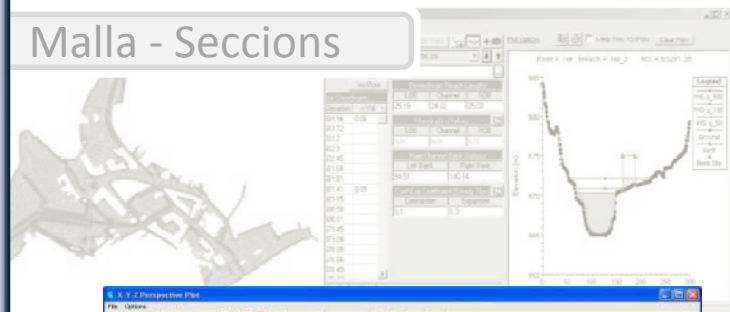
- Polígons d'inundació
- Límits inundables
- Nivell d'aigua
- Calat d'inundació
- Velocitat del flux
- Perillositat
- Potencial d'erosió

### 2 Rugositat

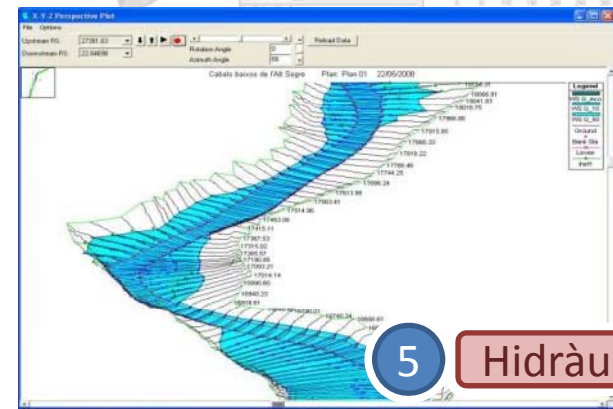


### 3 Hidrologia

### Malla - Seccions



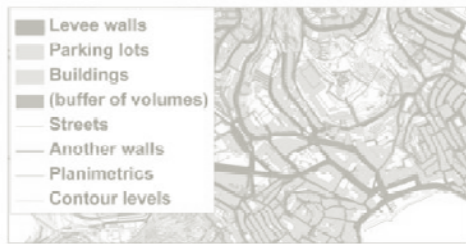
### 5 Hidràulica



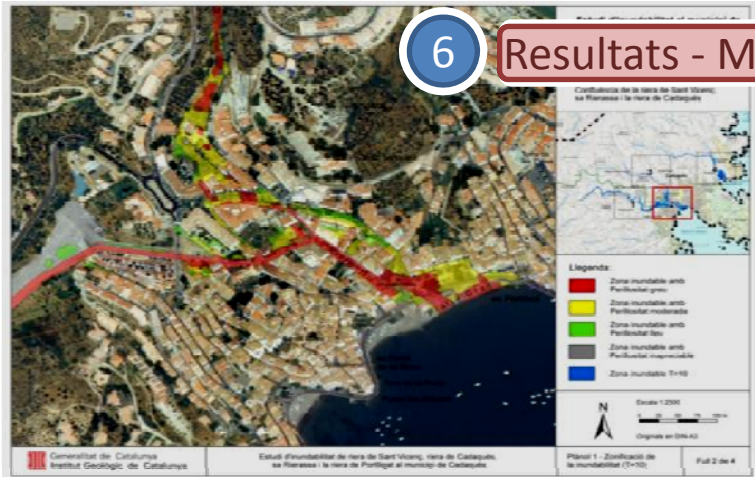
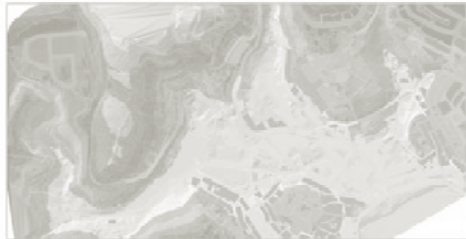
# Inundabilitat i hidràulica fluvial

## Elements dels estudis d'inundabilitat

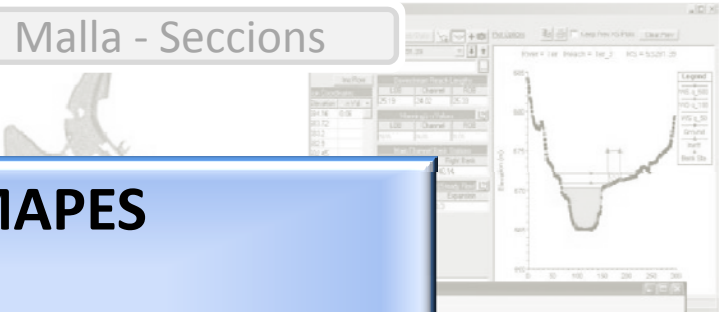
### 6 Resultats - Mapes



### 1 Geometria



### 4 Malla - Seccions



## RESULTATS: MAPES

- Zonificació: recurrència (anys), perillositat
- Escala: local, regional
- Representació: ortofotografia i cartografia
- Informe final



### 2 Rugositat

### 3 Hidrologia

### 5 Hidràulica

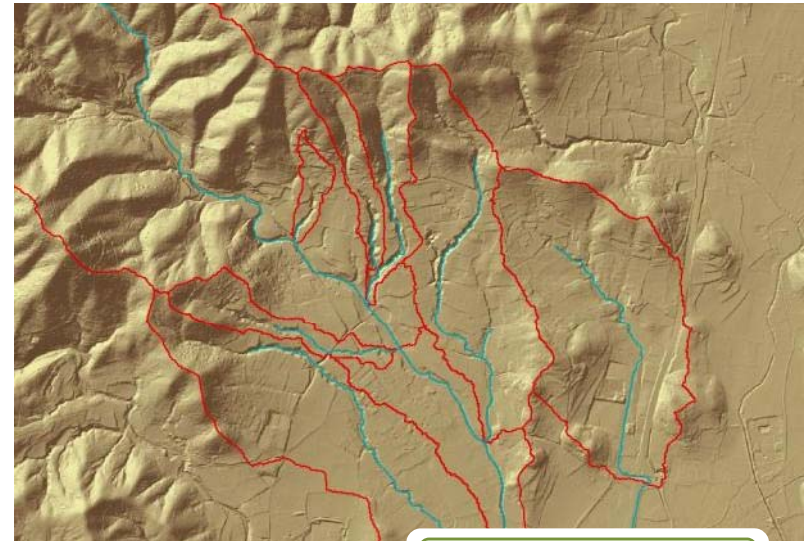
# Inundabilitat i hidràulica fluvial

## HIDROLOGIA

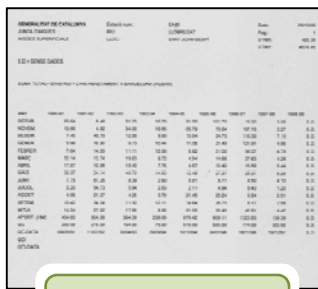
### Volums d'aigua i cabals d'avinguda

- Processat de dades
- Transformació pluja-escorrentiu

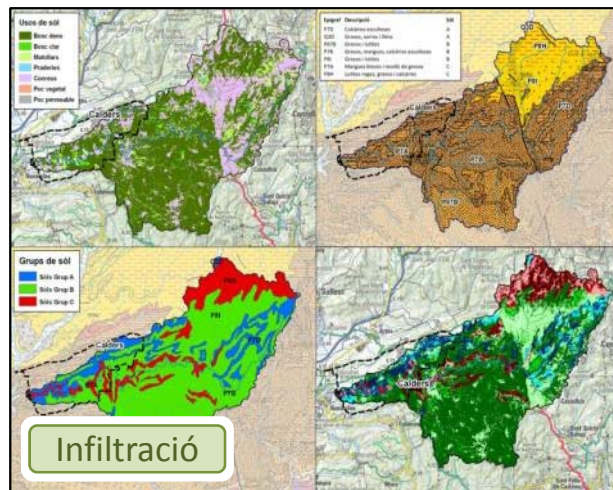
Model de conques



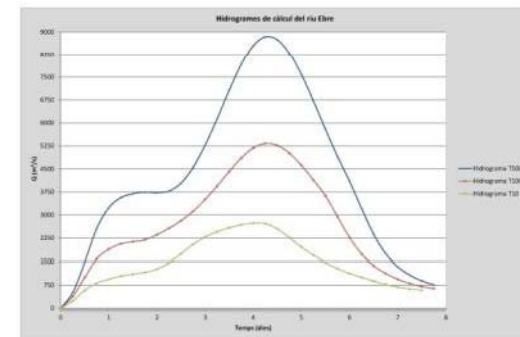
Model de conques



Precipitació



Infiltració



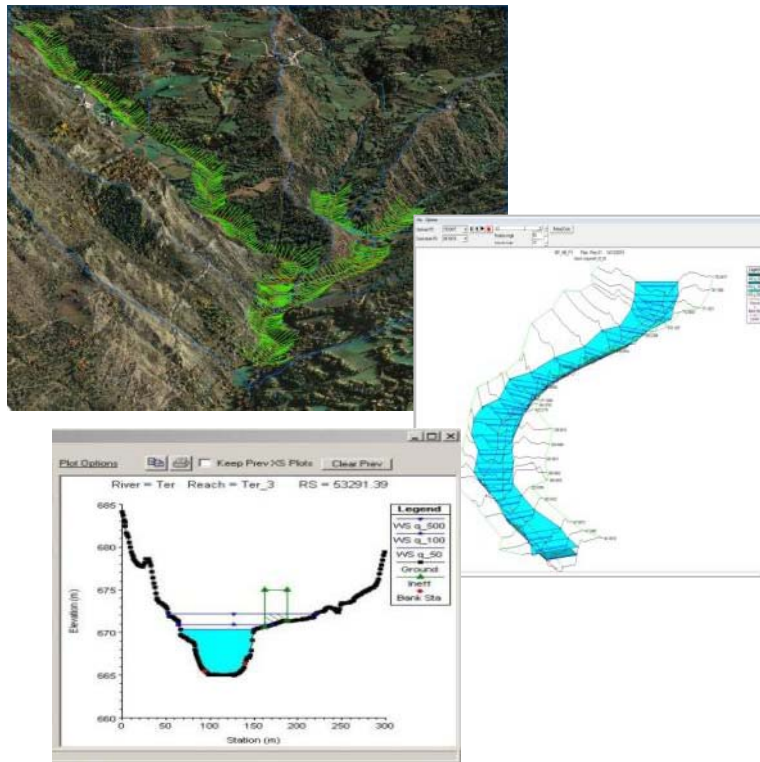
# Inundabilitat i hidràulica fluvial

Càlcul dels nivells de la superfície de l'aigua amb un model de mecànica de fluids

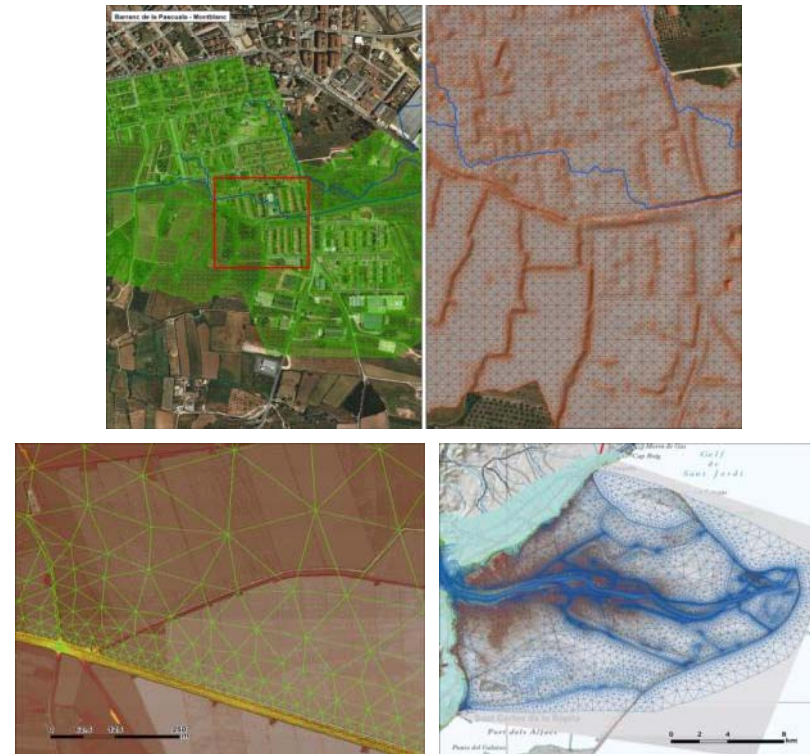
## HIDRÀULICA

- GIS
- Models Hidràulics
- MDT

Model unidimensional- 1D



Model bidimensional- 2D

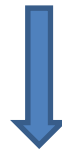




## LIDAR i estudis d'inundabilitat

*Tota la feina està basada en un model digital del Terrent - MDT*

- Detallat*
- Actualitzat*
- Elements orogràfics representats*
- Elements i modificacions d'origen antròpic representats*



# LIDAR

## LIDAR i estudis d'inundabilitat



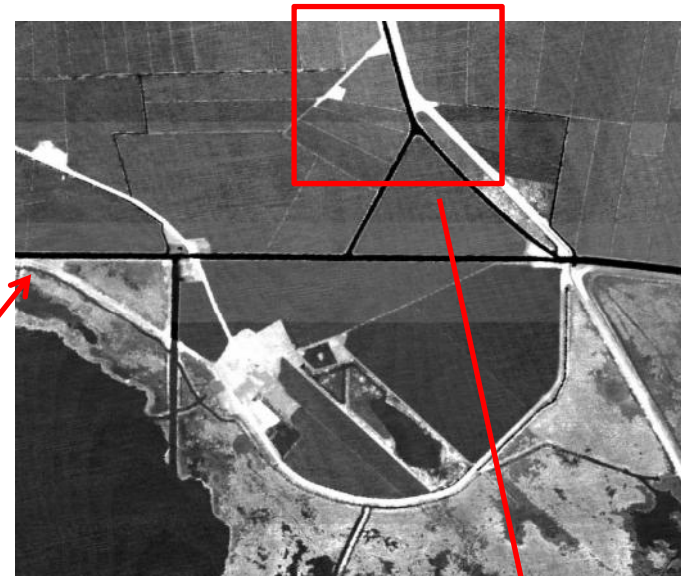
## LIDAR i estudis d'inundabilitat

Algunes particularitats:

- Densitat alta de punts
- Resolució elevada en Z (0.1/0.2 m)
- Canvis progressius entre superfícies diferents
- ....



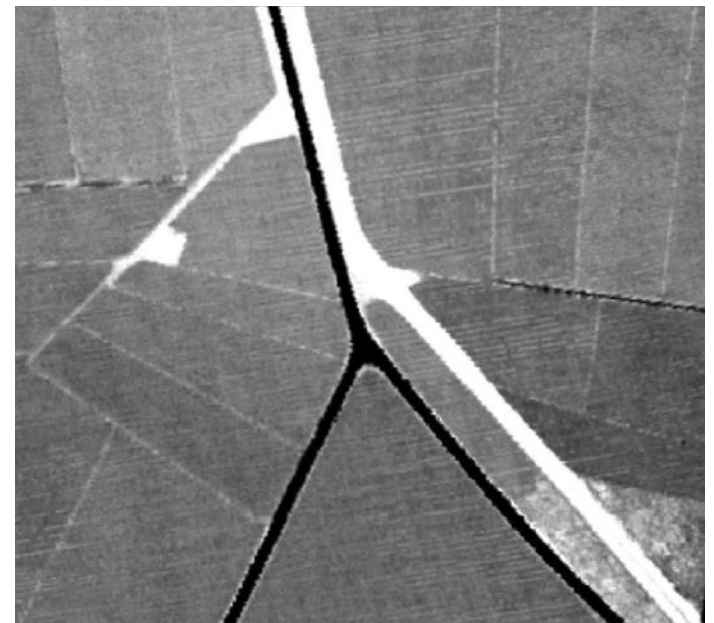
Ortofotografia 1:5.000



Llacuna al delta de l'Ebre

Lidar 1m

Alta resolució,  
aspecte similar a  
una fotografia

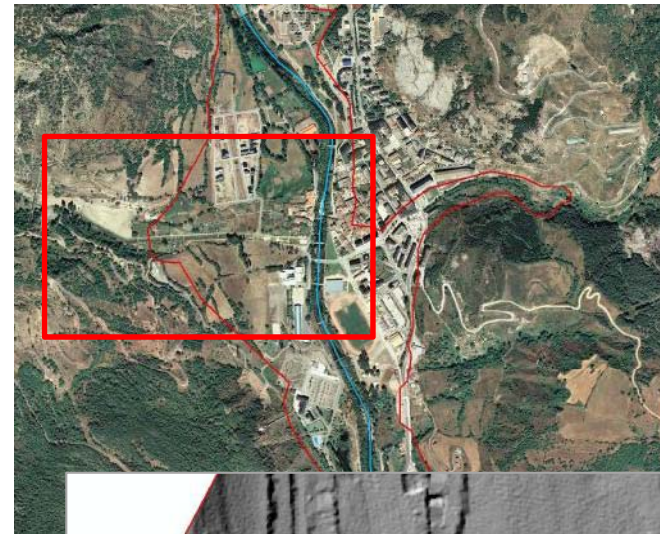


# LIDAR i estudis d'inundabilitat

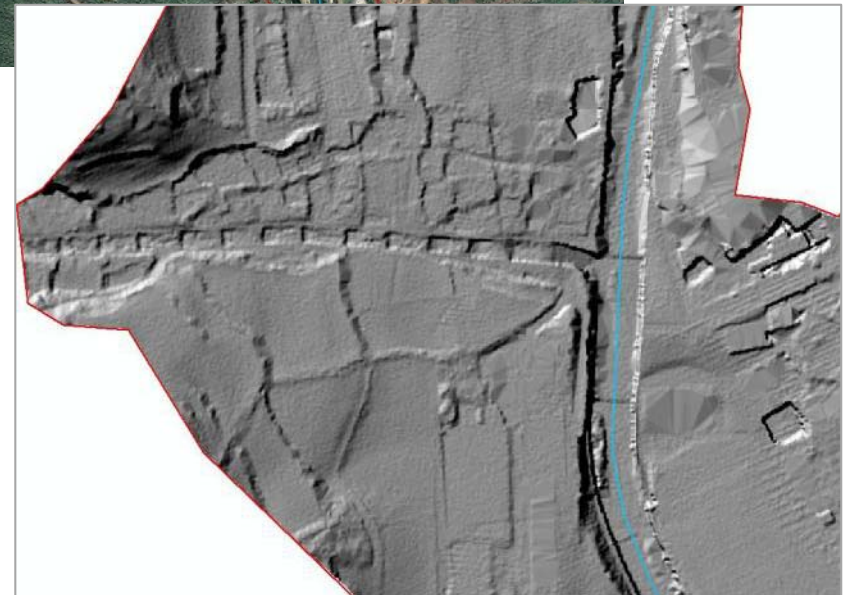
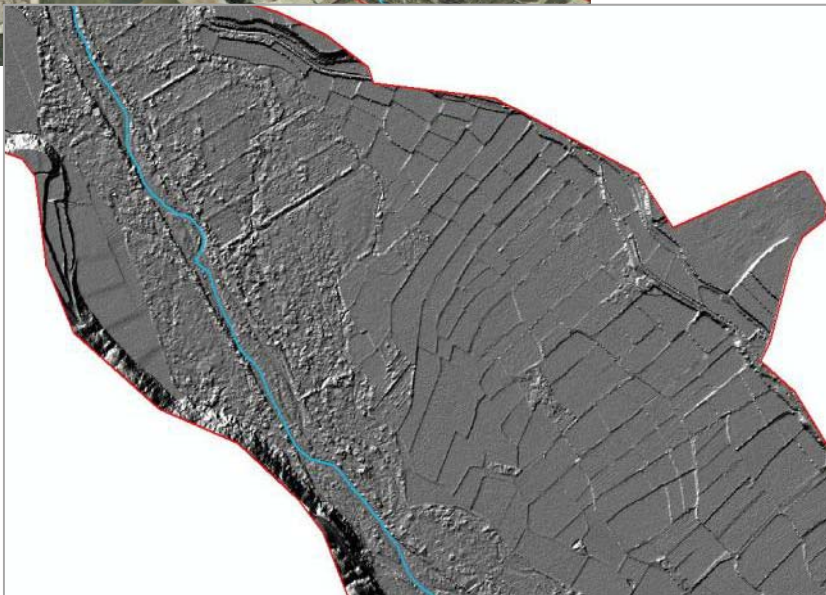
## LIDAR - exemples



Ortofotografia  
1:5.000



MDT 1m



## LIDAR i estudis d'inundabilitat

Què incorpora un model:

- Geometria del curs fluvial (canal, breaklines)
- Estructures hidràuliques
- Edificis
- Infraestructures
- Vegetació / obstruccions naturals ...


## Elements de superfície



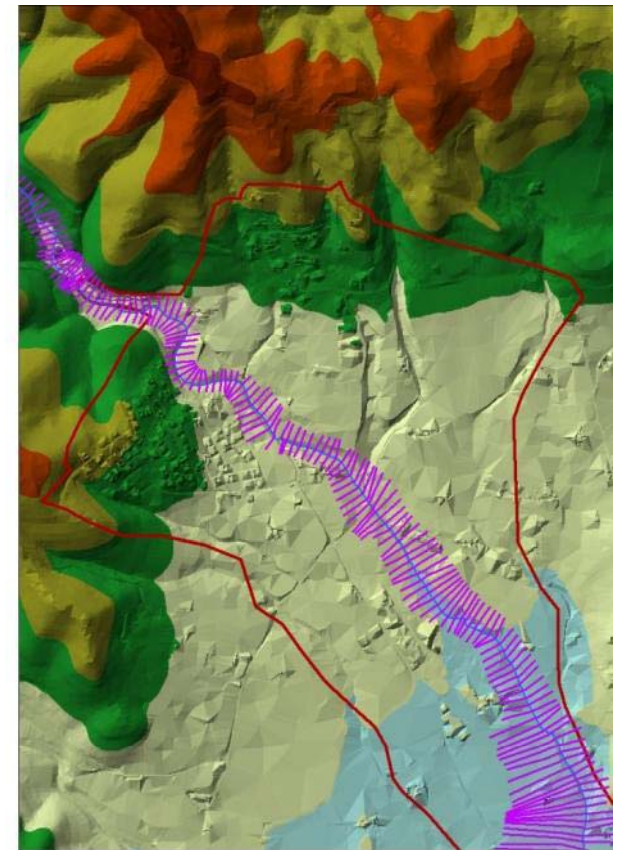
# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## Estudis pre-LIDAR

Estudis d'inundabilitat anteriors(no LIDAR):

Cartografia tridimensional vectorial (3D)   
escala: 1:1.000 / 1:5.000

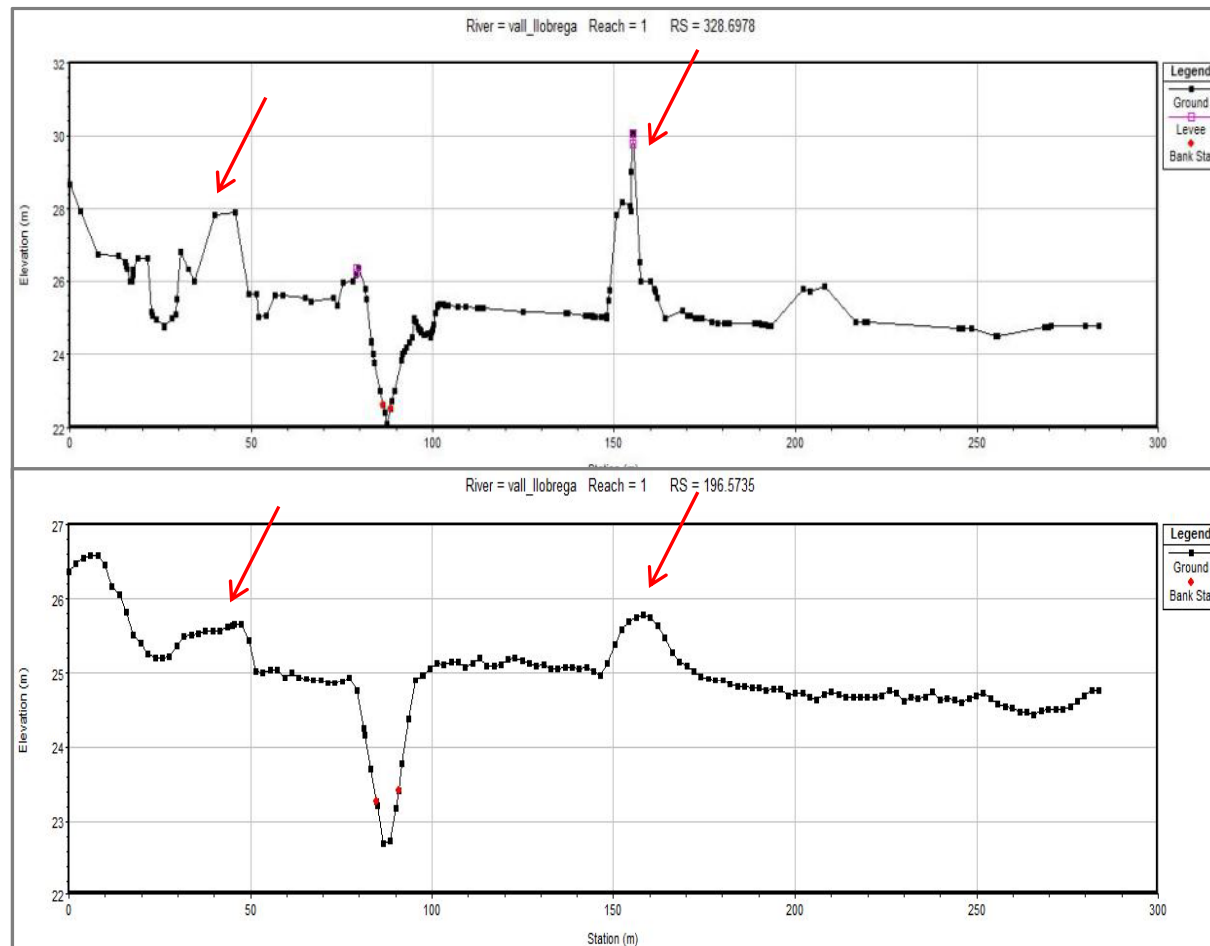
Irregular triangles net (TIN)



# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## TIN vs LIDAR

*TIN  
MDT Lidar 2m*

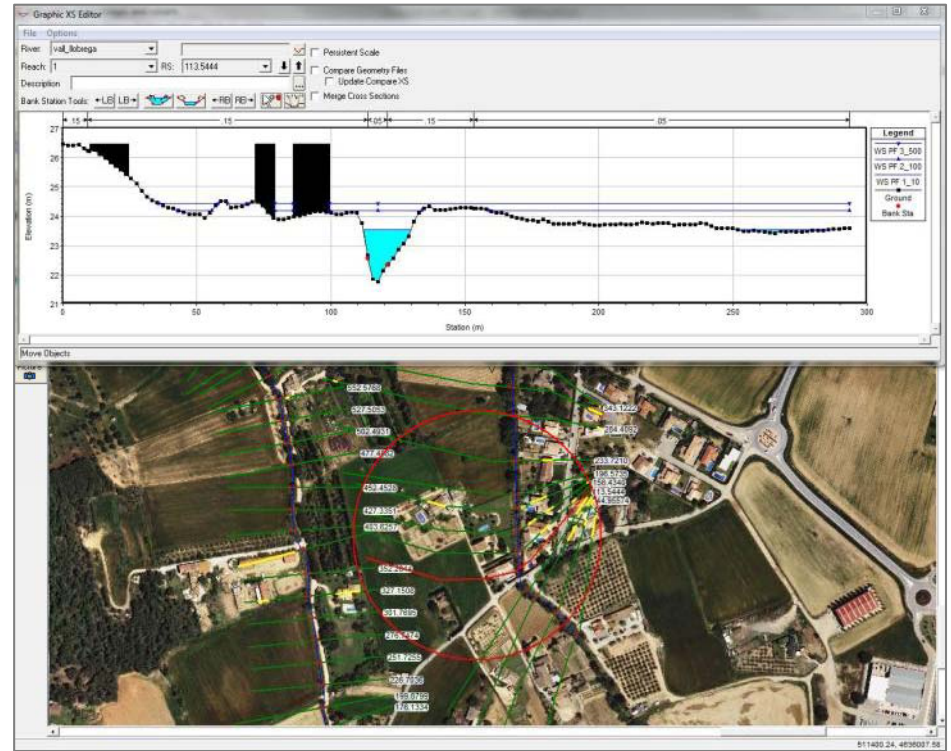
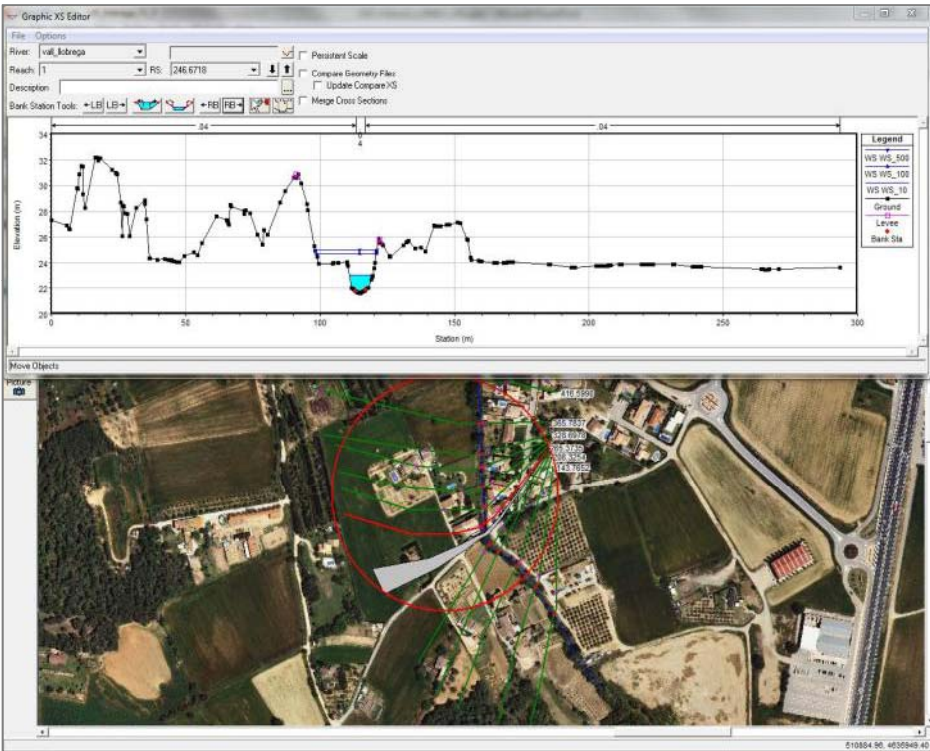


# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## TIN vs LIDAR

TIN

MDT Lidar 2m

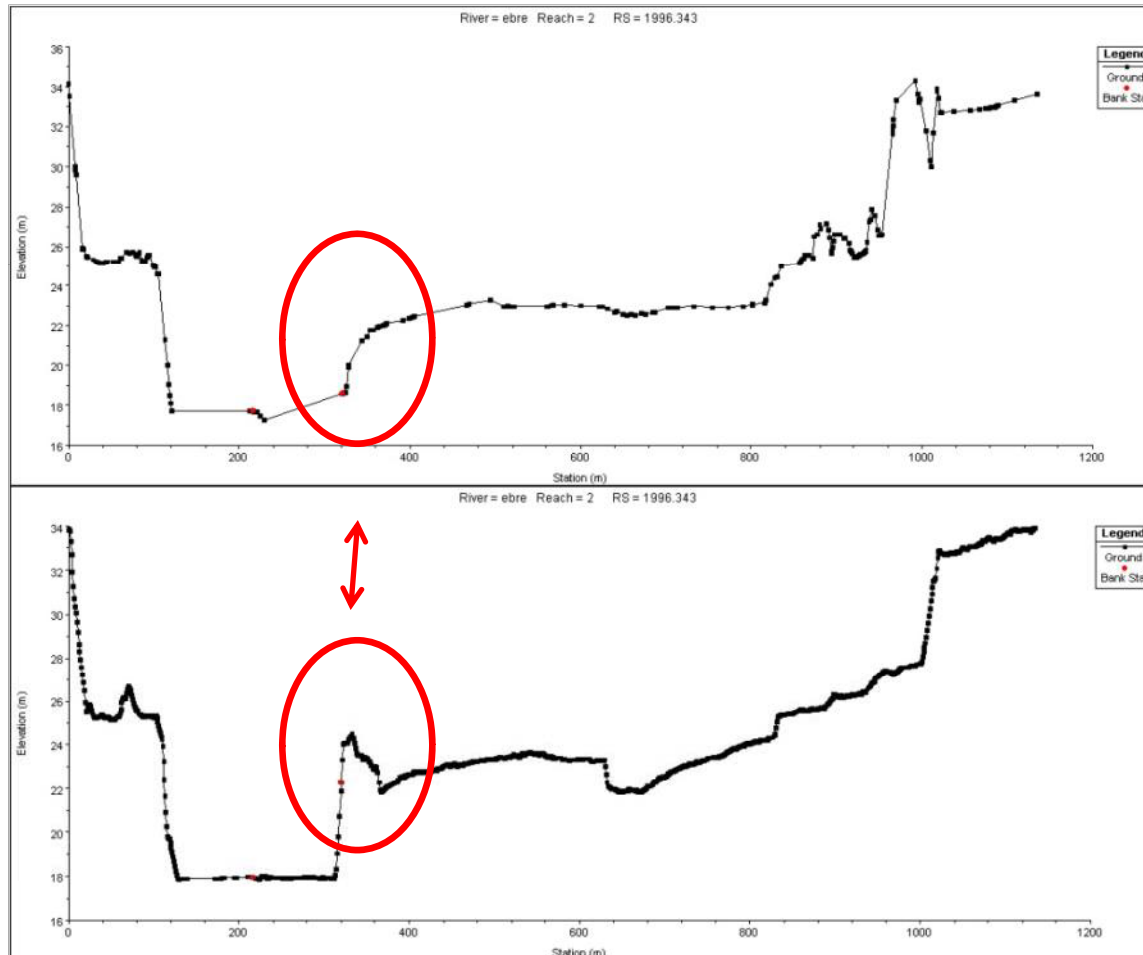




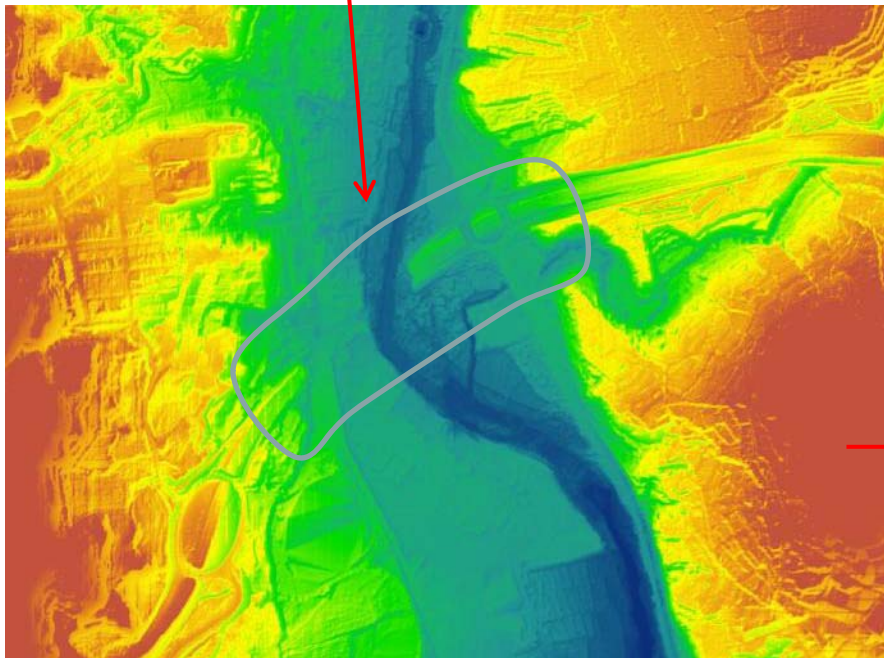
# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## TIN vs LIDAR

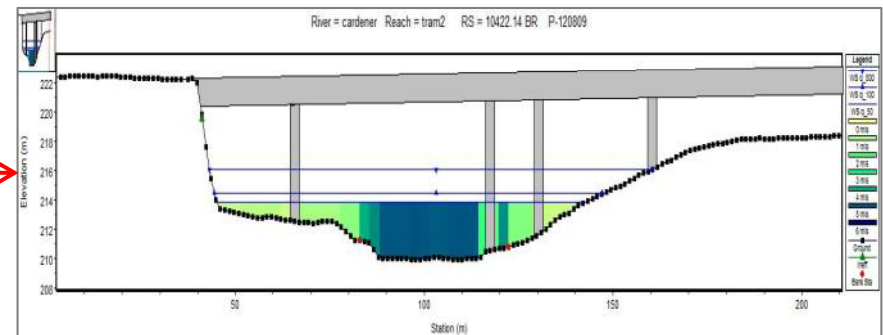
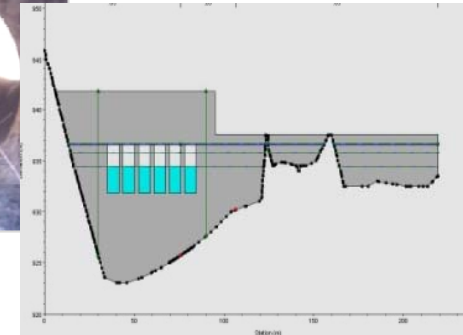
TIN  
MDTLidar 1m



# LIDAR i estudis d'inundabilitat



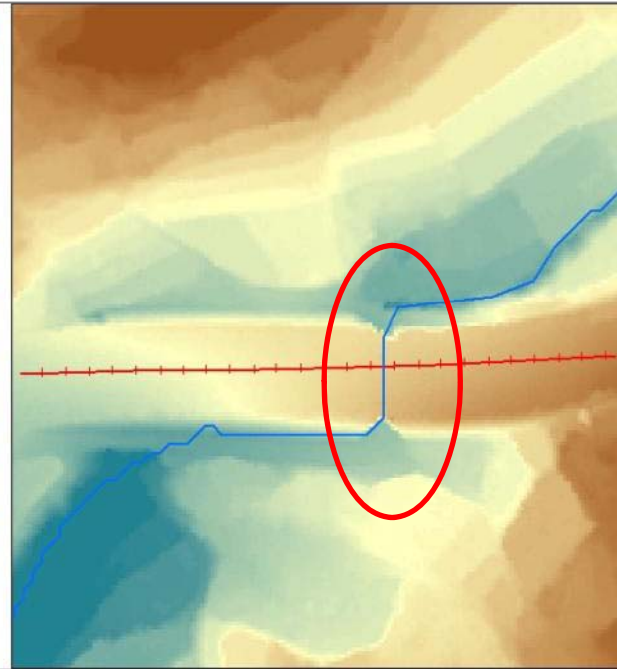
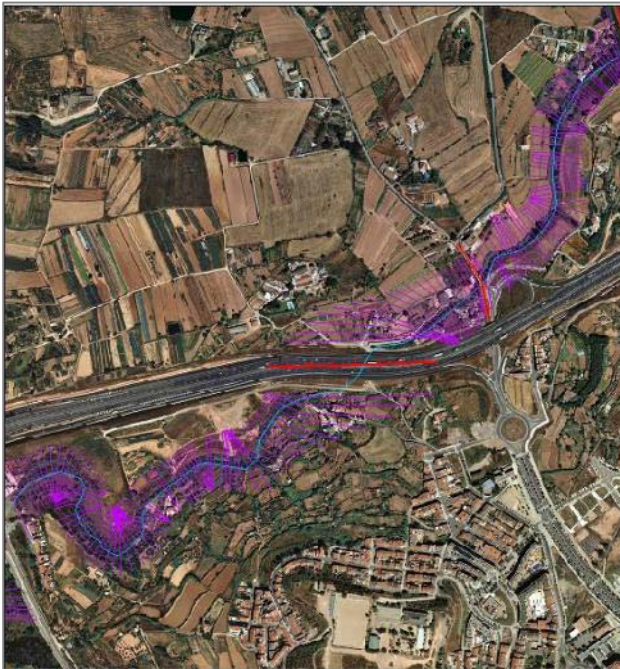
## Estructures hidràuliques



LIDAR i estudis d'inundabilitat

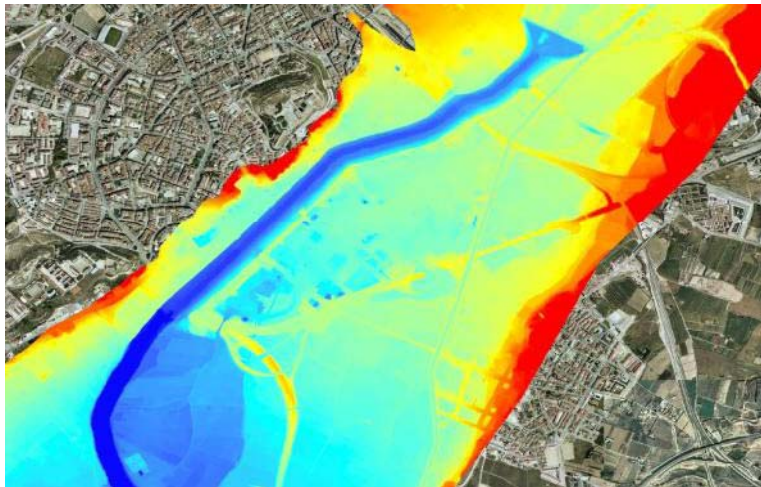
Estructures hidràuliques

Culverts



# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## Estructures hidràuliques - Infraestructures

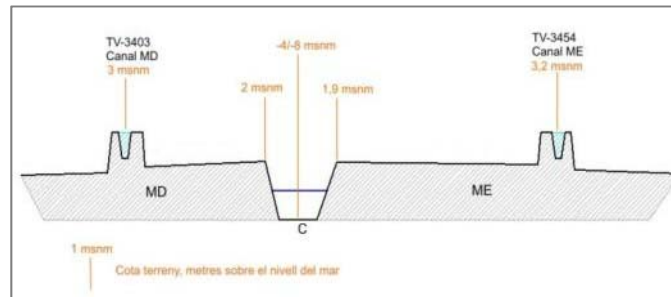
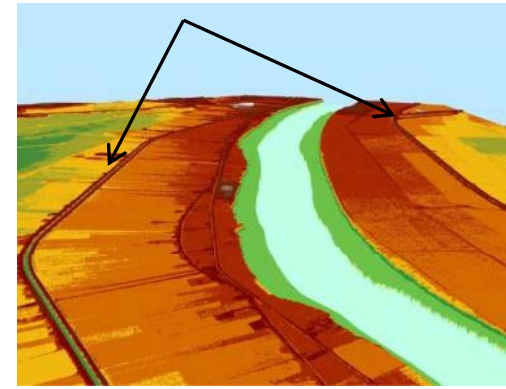
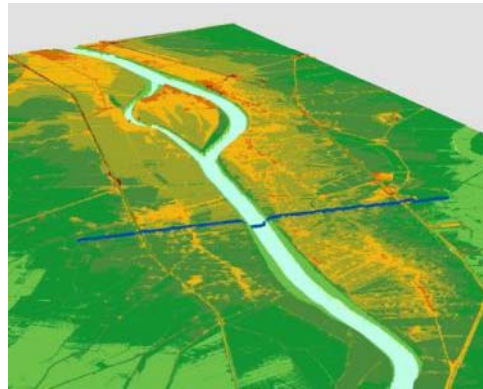
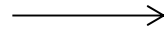


DTM Lidar  
1X1

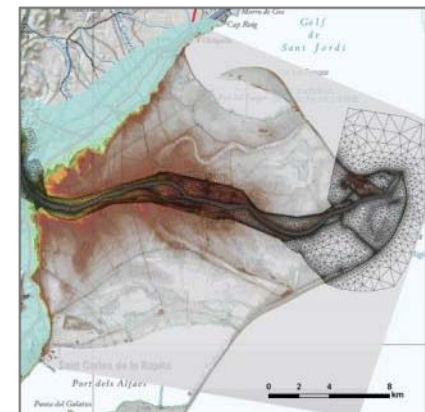
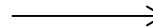
# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## Estructures hidràuliques - Infraestructures

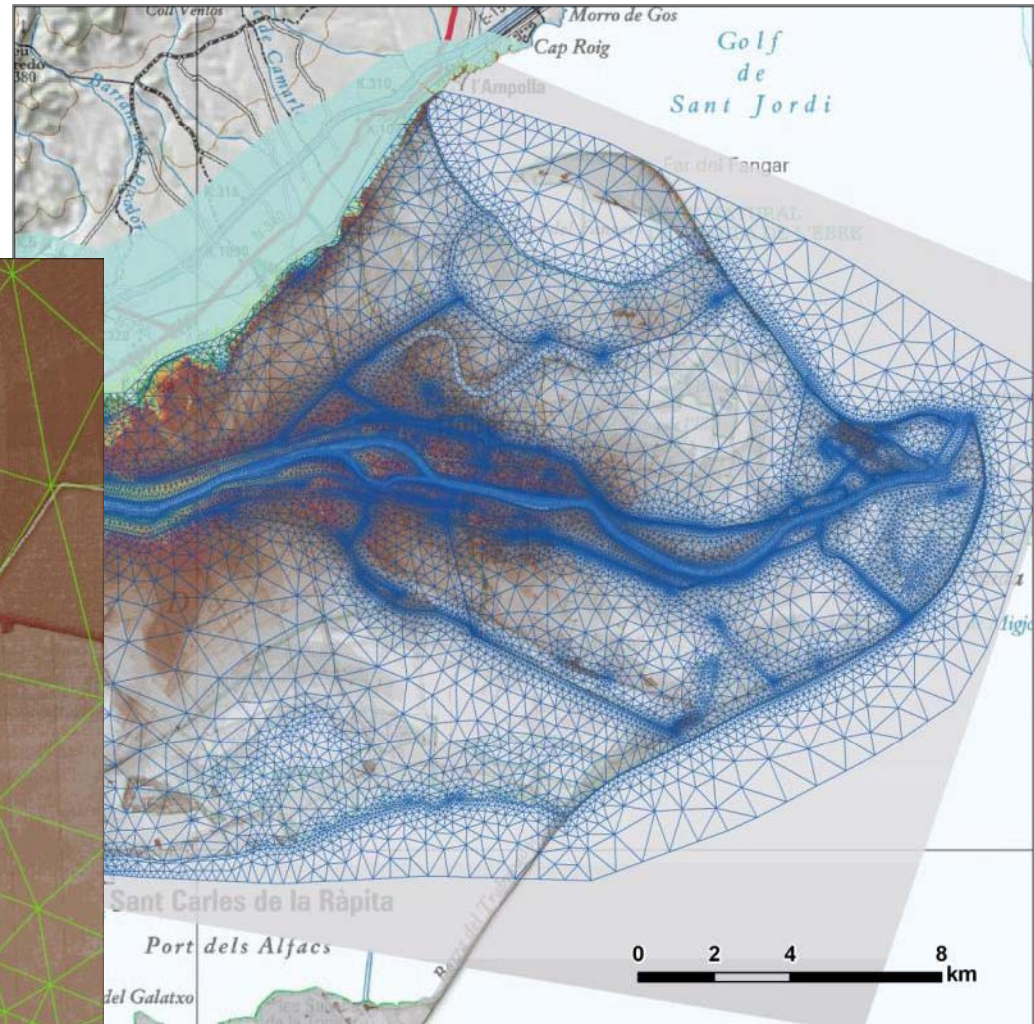
Infraestructures lineals, paral·leles al canal principal, que funcionen com a murs de protecció



Malla del model hidràulic

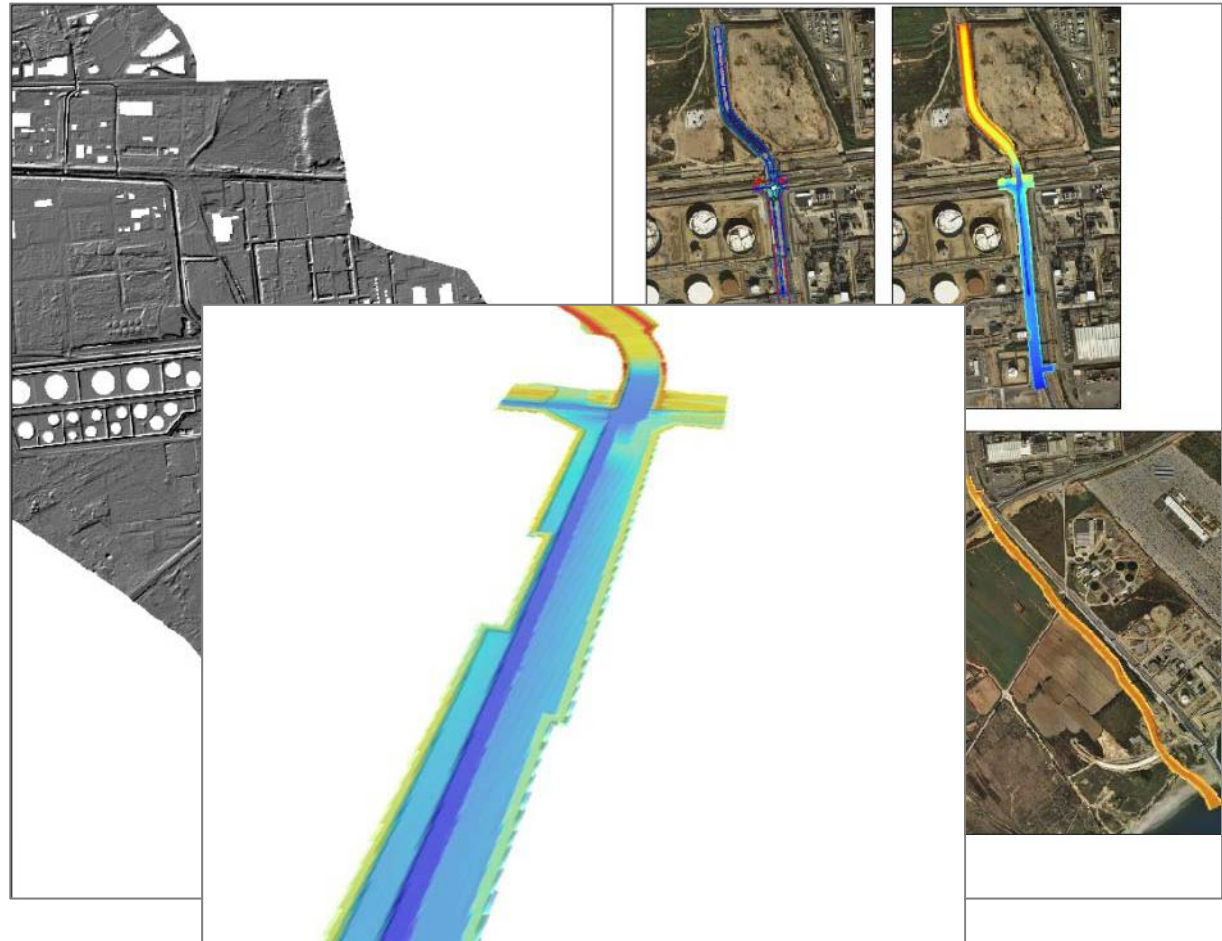


# LIDAR i estudis d'inundabilitat



# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## LIDAR – Canals projectats

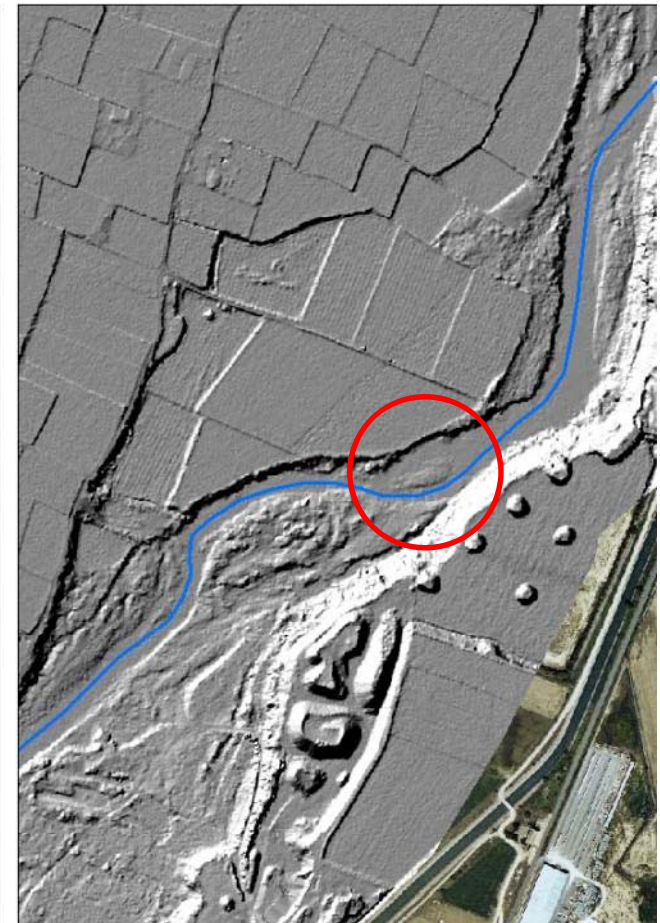


# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## LIDAR – Obstruccions naturals



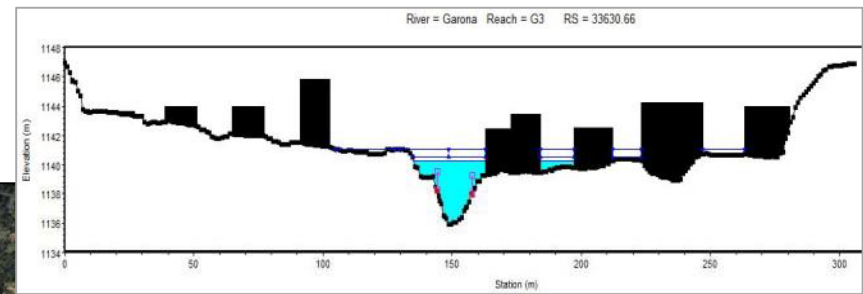
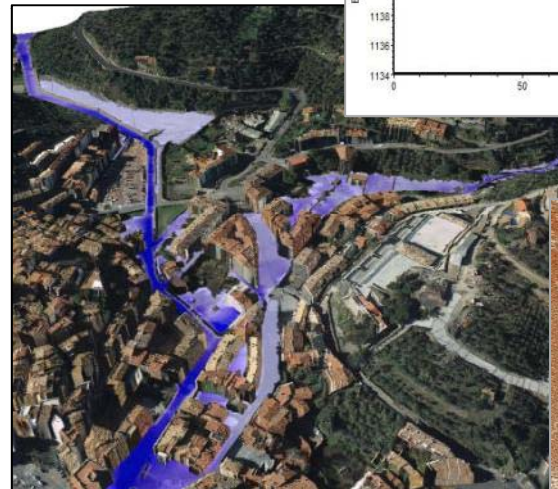
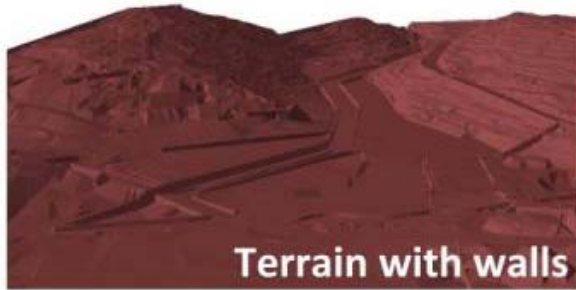
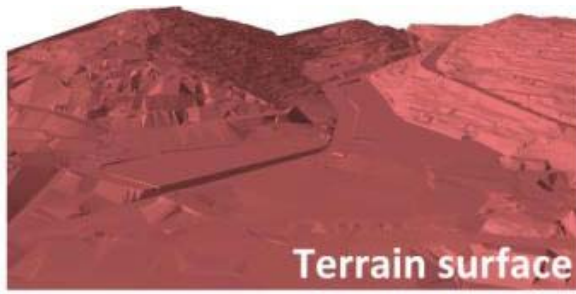
MDT Lidar 1m





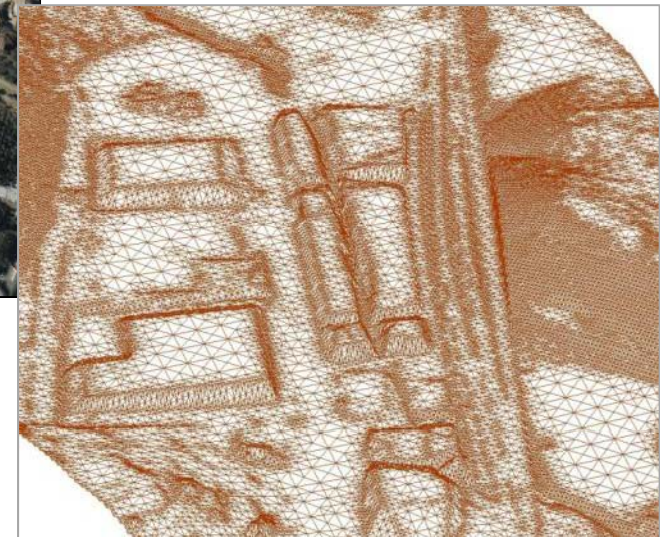
# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## LIDAR – Edificacions



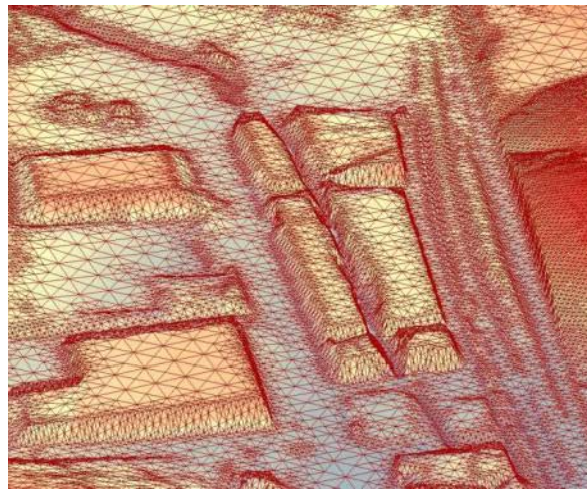
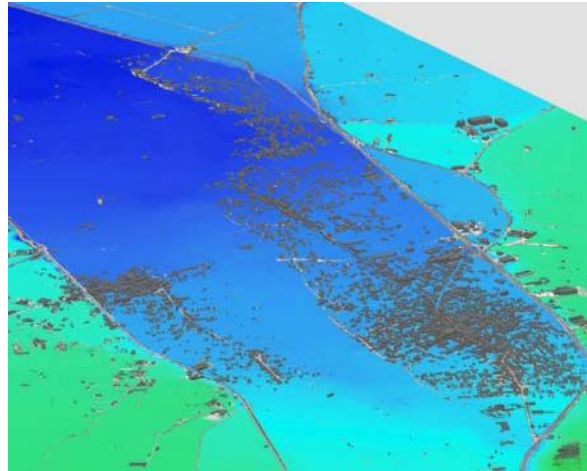
Model 1D

Model 2D



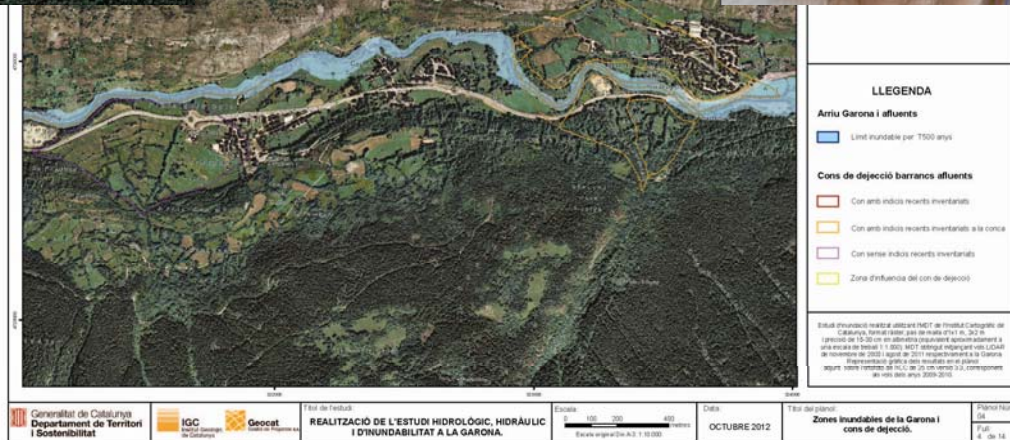
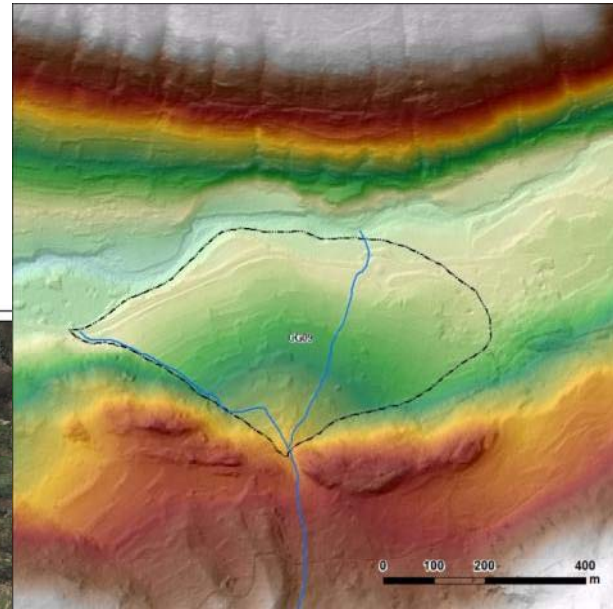
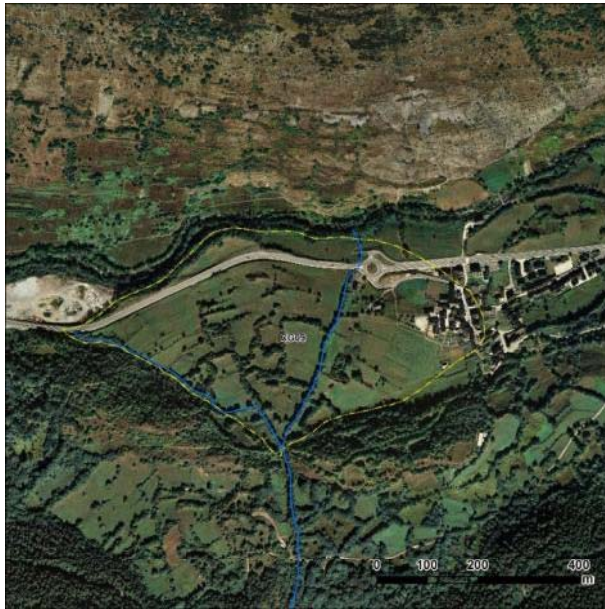
# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## LIDAR – Edificacions



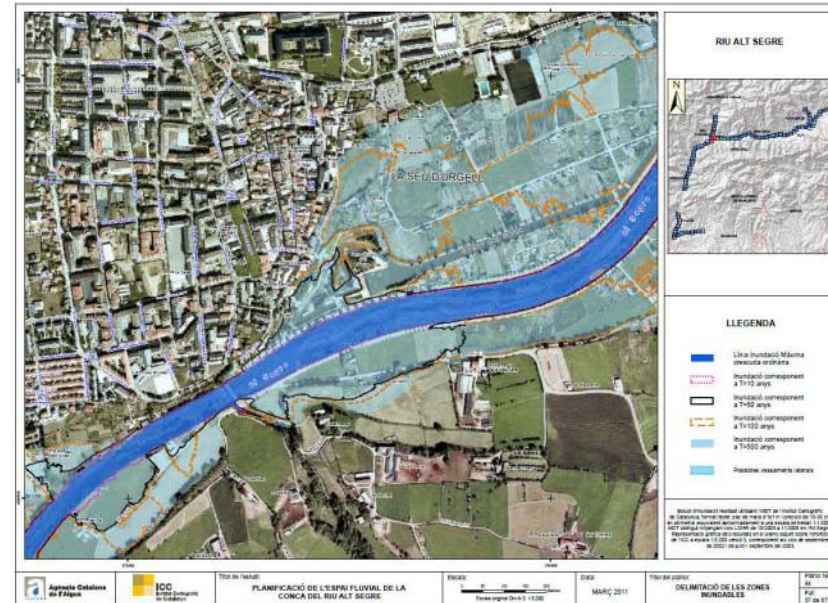
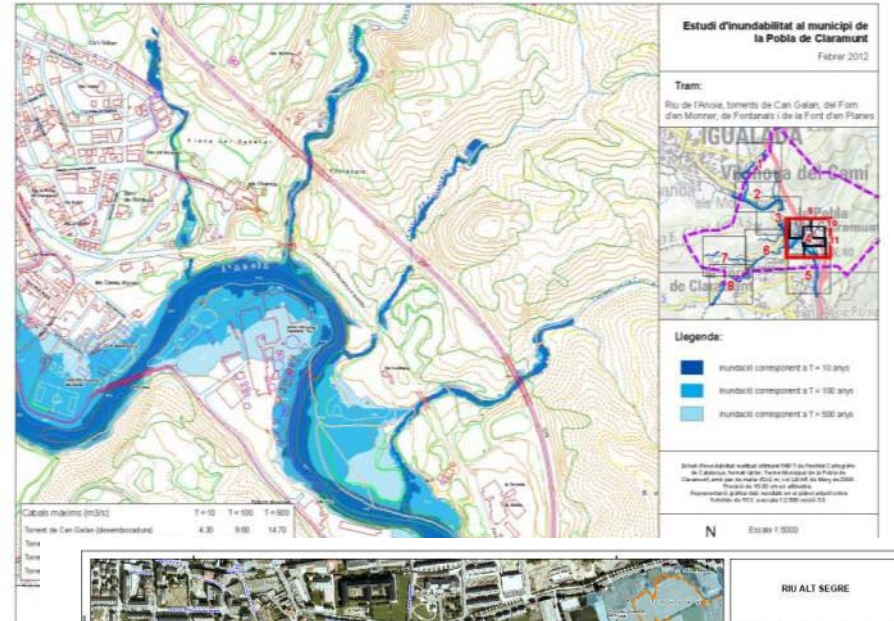
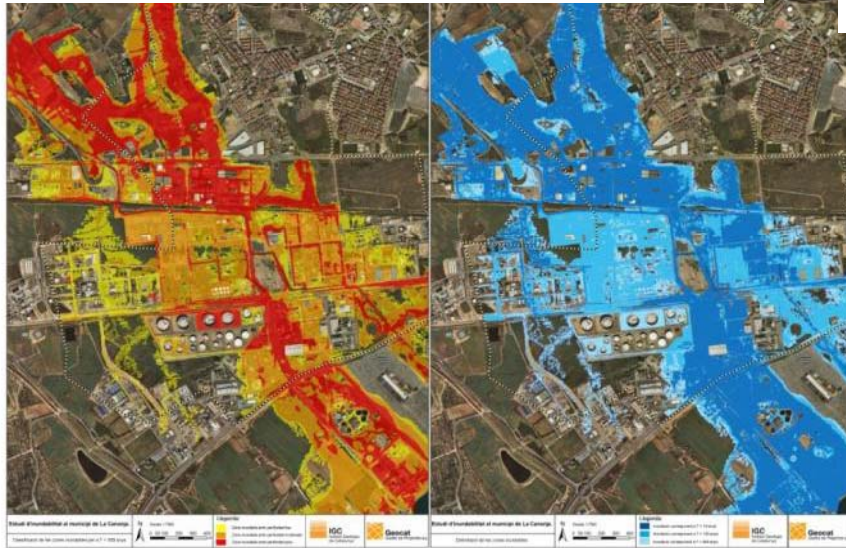
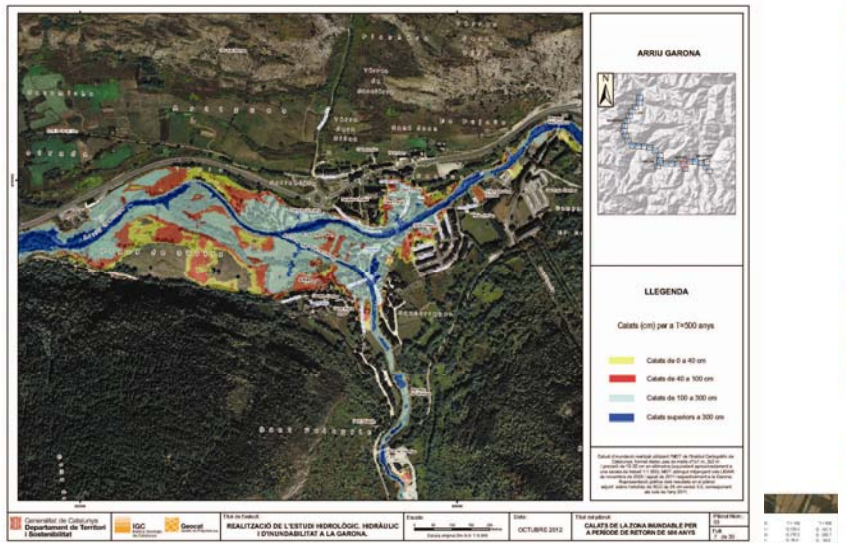
# LIDAR i estudis d'inundabilitat

## Delimitació geomorfològica de cons de dejecció



# LIDAR i estudis d'inundabilitat

# Resultats finals



Gràcies



Joan Sunyer Closas  
jsunyer@ggp.cat