



Títol del Treball Fi de Màster:

***METODOLOGIA PER AL CALIBRATGE  
DE MODELITZACIÓ MATEMÀTICA  
HIDRÀULICA,  
APLICADA A LA RECONSTRUCCIÓ DE  
LA RIUADA DE VALÈNCIA DE 14  
D'OCTUBRE DE 1957.***

Intensificació:

***RECURSOS HÍDRICS***

Autor:

***XAVIER BONACHE I FELICI***

Director:

***DR. JUAN B. MARCO SEGURA***

Data: **Juliol/2014**



Títol del Treball Fi de Màster:

*Metodologia per al calibratge de modelització matemàtica hidràulica. Aplicada a la reconstrucció de la riuada de València de 14 d'Octubre de 1957.*

Autor: *XAVIER BONACHE I FELICI*

<b>Tipus</b>	A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Lloc de Realització</b>	<b>VALÈNCIA</b>
<b>Director</b>	<i>DR. JUAN B. MARCO SEGURA</i>	<b>Data de Lectura</b>	<i>Setembre/2014</i>

**Resum:**

En la actualitat es realitzen gran nombre de complexes modelitzacions matemàtiques hidràuliques per a estudis d'inundabilitat, sovint sense el recolzament d'un procés de calibratge i validació de pes. Circumstància habitualment justificada en base a la no existència de dades., tendint al sobredimensionament per tal de quedar en el millor del casos del costat de la seguretat, però tot i això amb gran incertesa pel que fa a la validesa dels resultats obtinguts de la simulació. Així puix l'objectiu del treball d'investigació és establir una metodologia de calibratge de modelització matemàtica hidràulica, aplicada a la reconstrucció de la riuada de València de 14 d'octubre de 1957. Metodologia que ve a destacar la rellevància de la incorporació d'informació no sistemàtica, d'eines científiques no matemàtiques complementàries com la paleohidrologia, la hidrogeomorfologia, o la geoarqueologia, i d'altres eines de suport com ara els S.I.G., la teledetecció i la fotointerpretació, per tal de procedir a la conceptualització de l'esquema de comportament hidràulic de manera prèvia a la modelització matemàtica hidràulica estricta. Per una banda la investigació duta a terme, ens permet tractar d'establir l'ordre de magnitud de l'esdeveniment, amb la validació de l'hidrograma d'avinguda estimat en el seu moment, i els fenòmens que van concórrer en la seua gestació. I per altra banda poder determinar l'error de l'ajust entre la modelització i el fet observat a través de les empremtes de l'avinguda extretes de l'anàlisi de gran quantitat d'I.N.S., i en particular de certs materials inèdits de la inundació de gran valor sorgits en el procés de recerca documental. Els processos de calibratge i validació intrínsecament lligats, resulten fonamentals i adquireixen màxima significació pel caràcter històric de l'episodi extraordinari analitzat, i per la seua transcendència pel que puga aportar com a avinguda extrema recent per al coneixement dels processos geomorfològics, hidrològics i hidràulics del curs fluvial del Túria a la seua conca baixa.

— 0 —

**Resumen:**

En la actualidad se realizan un gran número de complejas modelizaciones matemáticas hidráulicas para estudios de inundabilidad, a menudo sin el apoyo de un proceso de calibración y validación de peso. Circunstancia a menudo justificada en base a la no existencia de datos, tendiendo al sobredimensionamiento para quedarse en el mejor de los casos del lado de la seguridad, pero a pesar de ello con gran incertidumbre por lo que respecta a la validez de los resultados obtenidos de la simulación. Así pues el objetivo de este trabajo es establecer una metodología de calibración de modelización matemática hidráulica, aplicada a la reconstrucción de la riada de Valencia de 14 de octubre de 1957. Metodología que viene a destacar la relevancia de la incorporación de información no sistemática, de herramientas científicas no matemáticas complementarias como la paleohidrología, la hidrogeomorfología, la o geoarqueología, y otras de apoyo como son los SIG, la teledetección y la fotointerpretación, para proceder a la conceptualización del esquema de comportamiento



hidráulico de manera previa a la modelización matemática hidráulica estricta. Por un lado la investigación llevada a cabo nos permite tratar de establecer el orden de magnitud del evento, con la validación del hidrograma de avenida estimado en su momento, y los fenómenos que concurren en su gestación. Y por otra parte poder determinar el error del ajuste entre la modelización y el suceso observado a través de las huellas de la avenida extraídas del análisis de gran cantidad de INS, y en particular de ciertos materiales inéditos de la inundación de gran valor surgidos en el proceso de recopilación documental. Los procesos de calibración y validación intrínsecamente ligados, resultan fundamentales y adquieren máxima significación por el carácter histórico del episodio extraordinario analizado, y por su trascendencia en lo que pueda aportar, como avenida extrema reciente, para el conocimiento de los procesos geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos del curso fluvial del Turia en su cuenca baja.

— 0 —

**Abstract:**

Nowadays a large number of mathematical models for complex hydraulic flood studies are made, often without the support of a worth full process for the calibration and the validation. Circumstance often justified on the basis of the absence of data, tending to oversizing in order to stay in the best side of safety, but nevertheless with great uncertainty regarding the validity of the results obtained from simulation. Thus the aim of this work is to establish a methodology for hydraulic mathematical modelling calibration, applied to the case of the flood of Valencia in October 14, 1957. Methodology that highlight the relevance of: non-systematic information additions, complementary non-mathematical scientific tools, such the paleohidrology, hydrogeomorphology, or geoarcheology, and others for support such GIS, remote sensing and photo interpretation, to proceed to the conceptualization of hydraulic behaviour scheme, previously to hydraulic mathematical modeling strictly. These processes of calibration and validation are essential and acquire high significance for the historic character of the special episode, and its transcendence in what it can contribute as recent extreme flash flood for understanding the hydrological and hydraulic processes in the lower Turia River basin. It therefore aims on the one hand try to estimate the order of magnitude of the flood and the phenomena that contributed to its gestation. And moreover determine the error of the fit between the modeling and the fact observed through the traces of the flood taken following the discovery of certain unpublished materials from the flood. On the one hand research conducted allows us to try to establish the order of magnitude of the event, the validation of the then estimated hydrograph, and the phenomena that contributed to its gestation. And moreover allows to determine the error of fit between modelling and fact observed through flood fingerprints extracted from the analysis of large amount of non-systematic information, and in particular of certain unpublished materials of the flood with great value arising in the process of documentary research. These processes of calibration and validation intrinsically linked, are essential and acquire maximum significance for the historical character of the extraordinary episode analysed, and its importance in what it can contribute as a recent extreme flood, for understanding the recent geomorphological, hydrologic and hydraulic processes of the river course at the lower Turia River basin.

**Paraules clau:**

Calibratge, validació, modelització matemàtica hidràulica, informació no sistemàtica, reconstrucció d'inundacions.

**Palabras clave:**

Calibración, validación, modelización matemática hidráulica, información no sistemática, reconstrucción de inundaciones.

**Keywords:**

Calibration, validation, hydraulic mathematical modeling, non-systematic information, flood reconstruction.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

máster en ingeniería  
hidráulica y medio ambiente  
**mihma**

*“És meravellós tindre una mentalitat de principiant”*

STEVEN PAUL JOBS.

# ÍNDIX DE CAPÍTOLS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>15</b>
1.1	CONTEXTUALITZACIÓ .....	15
1.2	FITA I JUSTIFICACIÓ .....	15
1.3	ESTAT DE L'ART.....	16
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA PER AL CALIBRATGE I VALIDACIÓ DE MODELITZACIÓ MATEMÀTICA HIDRÀULICA.....</b>	<b>25</b>
2.1	CONSIDERACIONS PRÈVIES.....	26
2.1.1	<i>Paradigma de la Tempesta de Disseny.....</i>	26
2.1.2	<i>Factors Rellevants per al Calibratge i Validació.....</i>	26
2.1.2.1	Informació de Partida, Ordres de Magnitud i Resolució Aplicable.....	26
2.1.2.2	Incorporació d'Informació No Sistemàtica .....	28
2.1.2.3	Paràmetres Efectius i Paràmetres Físics Reals.....	30
2.1.3	<i>Eines de Suport a la Modelització.....</i>	37
2.2	METODOLOGIA GENERAL .....	38
2.2.1	<i>Preprocés.....</i>	38
2.2.1.1	Recerca Documental .....	39
2.2.1.2	Elaboració d'un Sistema d'Informació Geogràfica d'AVINGUDA .....	39
2.2.1.3	Fotointerpretació.....	39
2.2.1.4	Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic d'Inundació .....	40
2.2.2	<i>Simulació .....</i>	47
2.2.2.1	Modelització Matemàtica Hidràulica.....	47
2.2.2.2	Nivells de Complexitat de Modelització.....	48
2.2.3	<i>Postprocés .....</i>	51
2.2.3.1	Calibratge.....	51
2.2.3.2	Validació .....	52
<b>3</b>	<b>CAS D'ESTUDI: APLICACIÓ A LA RECONSTRUCCIÓ DE LA RIUADA DE VALÈNCIA DE 14 D'OCTUBRE DE 1957.....</b>	<b>53</b>
3.1	PREPROCÉS.....	53
3.1.1	<i>Descripció de l'Àmbit d'Estudi.....</i>	53
3.1.1.1	Geològica.....	53
3.1.1.2	Biogeogràfica i Edàfica.....	55
3.1.1.3	Sedimentològica i Geoarqueològica .....	56
3.1.1.4	Geomorfològica i Paleohidrologia .....	60
3.1.1.5	Dendrològica .....	71

3.1.1.6	Geomorfomètrica .....	71
3.1.1.7	Inundacions Històriques .....	71
3.1.2	<i>Caracterització de l'Esdeveniment</i> .....	81
3.1.2.1	Recerca Documental .....	81
3.1.2.2	Climatològica.....	87
3.1.2.3	Meteorològica.....	90
3.1.2.4	Hidrològica .....	94
3.1.2.5	Caracterització Històrica de la Riuada de 1957.....	104
3.1.2.6	Elaboració d'un Sistema d'Informació Geogràfica d'Avinguda .....	114
3.1.2.7	Fotointerpretació.....	116
3.1.2.8	Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic d'Inundació .....	117
3.1.3	<i>Reconstrucció de les Condicions de Contorn</i> .....	119
3.1.3.1	C.C. Hidrodinàmiques .....	119
3.1.3.2	C.C. Rugositat.....	119
3.1.3.3	Malla o C.C. de Terreny .....	120
3.2	SIMULACIÓ.....	120
3.2.1	<i>Acotació de la Zona d'Estudi</i> .....	120
3.2.2	<i>Models Matemàtics Hidràulics Escollits</i> .....	121
3.2.3	<i>Hipòtesi de Partida</i> .....	122
3.2.4	<i>Modelització</i> .....	122
3.2.4.1	Modelització Unidimensional: Tram Periurbà.....	122
3.2.4.2	Anàlisi de Sensibilitat de la Rugositat.....	123
3.3	POSTPROCÉS.....	123
3.3.1	<i>Anàlisi de Resultats</i> .....	123
3.3.2	<i>Estimació d'Errors</i> .....	123
3.3.3	<i>Calibratge</i> .....	124
3.3.3.1	C.H.1D. Per comparació de Superfícies d'Inundació.....	124
3.3.3.2	C.H.1D. Per Comparació Amb Nivells Coneguts.....	125
3.3.4	<i>Validació</i> .....	127
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>129</b>
4.1	CONCLUSIONS DEL TREBALL D'INVESTIGACIÓ.....	129
4.2	APORTACIONS DE LA INVESTIGACIÓ.....	133
4.3	LÍNIES D'INVESTIGACIÓ.....	133
4.3.1	<i>Descripció de la Línia General</i> .....	133
4.3.2	<i>En Desenvolupament</i> .....	134
4.3.3	<i>Futures</i> .....	134
4.4	ARTICLES I PONÈNCIES EN LA LÍNIA D'INVESTIGACIÓ.....	135
4.4.1	<i>Articles Publicats</i> .....	135
4.4.2	<i>Articles Proposats</i> .....	135
4.4.3	<i>Ponències</i> .....	135
<b>5</b>	<b>REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES I PROJECTES</b> .....	<b>137</b>

5.1	ARXIU, FONTS BIBLIOGRÀFICS I DOCUMENTALS, I RECURSOS ELECTRÒNICS CONSULTATS	137
5.1.1	Arxius .....	137
5.1.2	Fons Bibliogràfics.....	137
5.1.3	Recursos Electrònics .....	138
5.1.3.1	Arxius Digitals en Xàrcia .....	138
5.1.3.2	DVD .....	138
5.2	BIBLIOGRAFIA GENERAL .....	139
<b>6</b>	<b>ACRÒNIMS (O SIGLES).....</b>	<b>147</b>
<b>7</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>151</b>
7.1	ANNEX I: AVINGUDES HISTÒRIQUES DEL TÚRIA A LA CIUTAT DE VALÈNCIA I CONTORNADA .....	152
7.2	ANNEX II: AVINGUDES EXTRAORDINÀRIES DEL TÚRIA A LA CIUTAT DE VALÈNCIA I CONTORNADA .....	162
7.3	ANNEX III: DADES PLUVIOMÈTRIQÜES DE L'AVINGUDA DE 14 D'OCTUBRE DE 1957 .....	163
7.4	ANNEX IV: DADES DE L'ESTACIÓ D'AFORAMENT DE LA PRESA (MANISES) .....	164
7.5	ANNEX V: DANYS I ESTIMACIÓ DE CABALS MÀXIMS ALS DIFERENTS PUNTS D'AFORAMENT DURANT L'AVINGUDA DE 14 D'OCTUBRE 1957 .....	170
7.6	ANNEX VI: PROJECTES DE REPARACIÓ D'ESTACIONS D'AFORAMENT AL TÚRIA COM A CONSEQÜÈNCIA DE LA RIUADA D'OCTUBRE DE 1957 .....	171
<b>8</b>	<b>AGRAÏMENTS.....</b>	<b>173</b>



## ÍNDIX D'IL·LUSTRACIONS

Il·lustració 1. Influència de la qualitat de les dades de partida en la qualitat de la modelització.....	27
Il·lustració 2. Diagrama il·lustratiu de la metodologia SPHERE d'incorporació d'I.N.S, paleoavingudes i dades històriques per a la millora del l'estimació de risc d'inundació. Font: BENITO, ET AL. (2004).....	28
Il·lustració 3. Estimació de la crescuda màxima probable PMF (en anglés Probable Maximum Flood), utilitzant informació de paleoavingudes: evidències botàniques i indicadors de paleonivells. ....	29
Il·lustració 4. Equifinalitat. piràmide numèrica heteràrquica basat en l'ordre de Peano, aplicat a xàrcies policontexturals. GÜNTHER (1973). ....	31
Il·lustració 5. Vall del Túria: terrasses a l'altura de la zona de la Rambla Redona (Ribarroja de Túria), abans (a) i després (b) de la inundació. Fotografies aèries del Vol Americà (maig de 1956) i del Vol de l'Itinerari del Túria (C.E.T.F.A. tardor de 1957) respectivament.....	32
Il·lustració 6. Formes de llera Font: SIMONS, D. B., RICHARDSON, E. V., (1961). ....	34
Il·lustració 7. Efecte de la mida del material del llit en la forma de rugositat del llit i el número de Manning n. Font: SIMONS, D. B., RICHARDSON, E. V., (1961). ....	34
Il·lustració 8. Imatges del llit del riu a la zona confluència de la Rambla Castellarda, amb el Túria abans (a) i després (b) de la inundació. Comparativa de fotografies aèries: Vol Americà (a) (maig de 1956) i Vol de l'Itinerari del Túria (b) (C.E.T.F.A. tardor de 1957). Font: V.I.T. Biblioteca Valenciana. Muntatge: Elaboració pròpia. ....	36
Il·lustració 9. Diagrama d'eres geològiques de la Terra.....	41
Il·lustració 10. Hidrograma de una crescuda i el seu sedimentograma associat desfasat. Font: MARTÍN-VIDE, J.P., (1997). ....	42
Il·lustració 11. Esllavissament a Marines 14 d'octubre de 1957. Font: Arxiu Metropolità de l'Arquebisbat de València.....	43
Il·lustració 12. Diagrama d'aplicació de la metodologia basada en marques dendrològiques per al calibratge de la rugositat del llit del riu. Font: BALLESTEROS, J. A., BODOQUE, J.M., DíEZ-HERRERO, A., SÁNCHEZ-SILVA, M., STOFFEL, M., (2011). ....	44
Il·lustració 13. Discretització de l'E.F. per a M.M.Hdc., trams en entorns naturals. Font: Elaboració pròpia. ....	49
Il·lustració 14. Discretització de l'E.F. per a M.M.Hdc. en trams urbans. Font: Elaboració pròpia. ....	49
Il·lustració 15. Distribució de velocitats a una secció transversal modelitzada amb HEC-RAS.....	50



Il·lustració 16. Mapa geomorfològic del riu Túria plana d'inundació costanera. La finestra a la part inferior dreta mostra la part frontal del riu Túria amb el delta d'acord amb la cartografia històrica (1784). Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011).....	57
Il·lustració 17. Plana d'inundació del riu Túria a la ciutat de València Ubicacions de seccions arqueològiques amb inundacions històriques. (Vore Il·lustració 19). Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011). .....	58
Il·lustració 18. Perfils geoarqueològiques a la plana d'inundació (Vore Il·lustració 18). Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011). .....	59
Il·lustració 19. Esquema Geomorfològic de la Plana de València. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (1998).....	60
Il·lustració 20. Geomorfologia i inundacions al Pla de Quart. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2007).....	66
Il·lustració 21. Esquema geomorfològic dels plans d'inundació del Barranc de Catarroja. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2004). .....	66
Il·lustració 22. Delta d'onatge del Túria a la Punta. Font: RUIZ, J.M., CARMONA, P., (1999). .....	68
Il·lustració 23. Dibuix vista panoràmica de València D'ANTON VAN DER WYNGAERDE (1563).....	73
Il·lustració 24. Riuada de 1897 al Pont de la Mar. Font: Arxiu Gràfic José Huguet. ....	76
Il·lustració 25. València, litografia d'ALFRED GUESDON (1858). .....	77
Il·lustració 26. Plànol de planta del punt de desviament del Riu Túria a l'altura de Mislata i inici de l'anomenat Canal del Túria. LLORENS I FERNÁNDEZ DE CÒRDOVA, J., (1885). Arxiu: VEGES TU I MEDITERRÀNIA. Font: SORRIBES, J., (COORD.) (2007). .....	78
Il·lustració 27. Planta del Llac de l'Albufera amb l'entroncament del Nou llit del riu Túria, que inclou les obres projectades per a la seua dessecació: canals de circumval·lació, canal de conducció, canal de desaigüe i estanys. LLORENS I FERNÁNDEZ DE CÒRDOVA, J., (1885). Arxiu: VEGES TU I MEDITERRÀNIA. Font: SORRIBES, J., (COORD.) (2007). .....	78
Il·lustració 28. Plànol de Passos a Nivell i Enllaços Ferroviaris de la 3ª solució proposada per BERRIOCHOA, E., (1946), que inclou el desviament del riu Túria pel Sud. Font: DELGADO YEUL, D. J., (2008). .....	79
Il·lustració 29. Riuada de 1949, barraques arrasades del llit del Túria. Font: Arxiu Gràfic José Huguet.....	80
Il·lustració 30. Comparativa de l'evolució del llit fluvial en un tram de la zona urbana entre caixers: a. Vol Americà (1956) / b. Mosaic del Vol de la Riuada a la Ciutat de València (16 octubre de 1957) / c. Vol Itinerari del Túria (novembre - desembre 1957).	

Pont de l'exposició que va resultà destruït per la inundació. Font: BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).....	84
Il·lustració 31. Plànol cadastral de València 1929-44. Font: LLOPIS, A., PERDIGÓN, L., TABERNER F., (2012).....	86
Il·lustració 32. Quantitats de precipitació i cabals dels principals rius i rambles al llarg del dies 13, 14 i 15 d'octubre de 1957. Font: DIARI LEVANTE.....	88
Il·lustració 33. Mapes Meteorològics dels dies 13 i 14 d'octubre de 1957. Font: <i>Mapas del Servicio Meteorológico Nacional de los días 14 y 15 de octubre de 1957.</i> .....	89
Il·lustració 34. Isohietes de precipitació en 24h, mesurades a 8h del dia 13. Font: GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).....	91
Il·lustració 35. Isohietes de precipitació en 24h, mesurades a 8h del dia 14. Font: GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).....	92
Il·lustració 36. Conca de drenatge del riu Túria. Ubicació de l'àrea d'estudi. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011). .....	98
Il·lustració 37. Hidrogrames d'avinguda segons CÁNOVAS, M., (1958). .....	103
Il·lustració 38. Plànol de la Conselleria de Cultura on, sobre la cartografia municipal de València (1929-45), on es grafien ponts i ampits històrics. Font: VV.AA. (2008b). .....	104
Il·lustració 39. Altura a la que van arribar les aigües en diferents carrers de la ciutat de València. Font: CRUZ ROMÁN, J.M., (1960).....	110
Il·lustració 40. Gràfic il·lustratiu del nivell de les aigües de l'avinguda del Túria en alguns carrers de València. Font: Postal d'època editada per Forma Ediciones (València). .....	111
Il·lustració 41. Traçats hipotètics del llit original del riu Túria i de la Valentia romana. Font SORRIBES, J., (Coord.) (2007).....	113
Il·lustració 42. Sistema d'Informació Geogràfica d'avinguda: a Imatge associada a l'enllaç al S.I.G.A. b. Vista del Vol del Itinerari del Túria C.E.T.F.A.. Font: BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).....	114
Il·lustració 43. Fotointerpretació a l'entorn del Pont de Manises: a. Fotografia presa des del marge dret en el transcurs de l'avinguda. b. Delimitació de la superfície d'inundació i línies de flux determinades a partir de fotointerpretació. c. Planta de detall del pont destruït després de la inundació (Vol del Itinerari del Túria CETFA). d. Vista de l'estat del pont després l'avinguda des de la marge dreta aigües amunt del pont. Font: BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013). .....	116
Il·lustració 44. Comparativa de Superfícies d'inundació. Sent: S.I.M.: (blaus) / S.I.F.: (verd).....	125

Il·lustració 45. Nivells a la zona del Laboratori de les instal·lacions de La Presa (Manises), per a les rugositats $n=0.030, 0.045, 0.060$ respectivament. Font: Elaboració pròpia.....	126
Il·lustració 46: Perfils Transversals N <sup>o</sup> 1 i N <sup>o</sup> 2 a Quart de Poblet. Font: PANTECNIA (1964).....	127
Il·lustració 47. Planta d'ubicació aproximada dels Perfils Transversals N <sup>o</sup> 1 i N <sup>o</sup> 2 a Quart de Poblet. Font: Elaboració pròpia.....	127
Il·lustració 48. Secció transversal del Túria a l'Estació d'Aforament N <sup>o</sup> 25 amb els nivells de les diverses avingudes de la Taula 16. Font: GARCÍA LABRANDERO, A., (1949).....	165
Il·lustració 49. Taulells que senyalen el nivell de diverses riuades a la Presa (Manises), on es pren el cabal del Túria per a proporcionar aigües potables a la Ciutat de València. El taulell més alt correspon a la de l'any 1897. (Foto: Luis Vidal). Font: ALMELA I VIVES, F., (1957).....	166

## ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Metodologia per a la modelització hidràulica en funció del nivell de complexitat.....	47
Taula 2. Fotografies aèries inèdites de la inundació. Font: Elaboració pròpia. ....	82
Taula 3. Base cartogràfica i fotografia aèria anterior a la riuada. Font: Elaboració pròpia. ....	85
Taula 4. Bases cartogràfiques digitals i ortofotografies recents. Font. Elaboració pròpia. ....	86
Taula 5: Volums d'AVINGUDA a la conca del Túria. Font: GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).....	103
Taula 6. Sistema d'Informació Geogràfica d'AVINGUDA: calat màxim d'inundació en metres, font i informació addicional associada. Font: BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).....	114
Taula 7. Documentació recopilada inclosa al S.I.G.A. Font: Elaboració pròpia. ....	115
Taula 8. Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic: de la Inundació (C.E.F.H.I.).....	118
Taula 9. Taula de resultats de calibratge per comparació de superfícies d'inundació. Sent: S.I.M. Superfície d'Inundació per Modelització per a la corresponent rugositat efectiva. / S.I.F.: Superfície d'Inundació deduïda per Fotointerpretació. Font: Elaboració pròpia.....	124
Taula 10. Taula de resultats de calibratge en base a nivells màxims d'inundació. Informació de cotes i nivells d'inundació de referència PANTECNIA (1964). Font: Elaboració pròpia. ....	128
Taula 11. Avingudes històriques del riu Túria a la ciutat de València i contornades, elaborada a partir de diverses publicacions. Fonts: Dirección General de Protección Civil y Emergencias (2011) / * CARMONA P. (1997) / ** MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012) [Arxiu C.H.X.] / *** PORTUGUÉS I. (2010) / **** Diverses Publicacions. Muntatge: Elaboració pròpia. ....	160
Taula 12. Avingudes del Túria per segles a la Ciutat de València i contornada.....	161
Taula 13. Relació de riuades extraordinàries a la Ciutat de València i contornades. Font: Elaboració pròpia. ....	162
Taula 14. Precipitacions Màximes 24 hores [mm]. Font: PANTECNIA S.A. (1964). ....	163
Taula 16. Danys a l'Estació d'Aforament EA 8525 de La Presa (Manises) per crescudes entre 1941-1958 (*s.d.: sense dades; **Q <sub>i</sub> : cabal màxim instantani). Font: MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012). Elaboració pròpia. ....	164

Taula 17. Estimació de Cabals Màxims d'Avinguda al Túria, per aplicació de la Fórmula de Chezy a partir de nivells de crescuda observats a l'Estació d'Aforament N°25 La Presa (Manises). Font: PANTECNIA S.A. (1964). .....	165
Taula 18: Dades del Servei d'Aforaments relatives la l'E.A. 25 La Presa (Manises). Sent: Any hidrològic d'octubre de l'any indicat a setembre de l'any següent / Qc: Caudal mitjà diari màxim de l'any / Qci: Cabal instantani màxim del l'any / Qcn: Caudal mitjà diari mínim de l'any. Origen A: Anuari d'Aforaments / I: Interanuals. Font: CEDEX. Muntatge: Elaboració pròpia. ....	169
Taula 15. Danys i estimació de cabals màxims instantanis de l'Avinguda del 14 d'octubre de 1957 a distintes Estacions d'Aforament de la C.H.X., i a Govern Civil a València. (*s.d.: sense dades; **Q <sub>i</sub> : cabal màxim instantani). Font: MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012).....	170

## 1 INTRODUCCIÓ

El present document conté una descripció dels tasques realitzades per al Treball Final del Màster en Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient de la Universitat Politècnica de València de Tipus B: T.F.M. d'Investigació. Amb títol: "Metodologia per al calibratge de modelització matemàtica hidràulica. Aplicada a la reconstrucció de la riuada de València de 14 d'octubre de 1957".

### 1.1 CONTEXTUALITZACIÓ

El treball desenvolupat s'engloba en el context de l'estudi hidrològic – hidràulic de la Riuada del Túria de 14 d'Octubre de 1957, investigació duta a terme de manera conjunta pels Departaments d'Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient de la Universitat Politècnica de València i el de Geografia de la Universitat de València.

### 1.2 FITA I JUSTIFICACIÓ

L'objectiu de la investigació es proposar un metodologia per al calibratge i validació de simulació hidràulica per a la reconstrucció d'esdeveniments d'avinguda i aplicar-la a la reconstrucció de la Riuada del Túria a la Ciutat de València de 14 d'octubre de 1957.

Els dos motius fonamentals que justifiquen l'interés en la investigació iniciada d'anàlisi de l'esdeveniment de la Riuada del Túria del 13 i 14 d'octubre de 1957 per l'enginyeria civil hidrològica - hidràulica, i fluvial són: el calibratge i validació del cabal punta de crescuda, dada complementària de gran valor per a la seua consideració de cara a poder procedir al reajust de la funció de distribució de màxims incloent este tan outlier tan rellevant, i l'estudi per a la reconstrucció de l'esdeveniment implementant l'ús d'Informació No Sistemàtica (endavant I.N.S.).

### 1.3 ESTAT DE L'ART

S'ha analitzat l'estat de l'art, per tal d'adquirir una visió global dels treballs científics relacionats amb la investigació, a partir de la consulta de diversos centres de documentació per a la revisió bibliogràfica d'articles científics per ordre cronològic:

HORRITT, M.S., BATES, P.D., (2002) dugueren a terme al Regne Unit en un tram de 60 quilòmetres del riu Severn, una avaluació de models numèrics 1D i 2D per a predir inundacions per avingudes fluvials, utilitzant models hidràulics (HEC-RAS, LISFLOOD-FP i Telèmac-2D). Els tres models es calibraren, amb les superfícies de la inundació a partir d'imatges radar dels satèl·lits de teledetecció per a les avingudes dels anys 1998 i 2000, deixant les rugositats a les planes d'inundació i al llit del riu com a paràmetres lliures, front a l'àrea inundada observada i els aforaments de cabals aigües avall. Els resultats mostraren que els models Telèmac-2D i l'HEC-RAS pogueren ser calibrats amb cabals o dades de la superfície inundada i donar bones prediccions pel que fa a l'àrea inundada, mentre que el LISFLOOD-FP necessità ser calibrat amb dades de la zona inundada de manera independent per produir resultats acceptables. Els diferents rendiments de predicció dels models es derivaren de la diferents respostes als canvis en la parametrització de la rugositat.

PAPPENBERGER, F., BEVEN, K., HORRITT, M., BLAZKOVA, S., (2005) descriuen l'anàlisi de la fiabilitat del mòdul per a flux transitori (UNET) del model unidimensional HEC-RAS respecte al Generalised Likelihood Uncertainty Estimation (G.L.U.E.) mètode estadístic per a la quantificació de la incertesa de les prediccions del model. Amb un anàlisi de la incertesa en el calibratge de paràmetres de rugositat efectius amb HEC-RAS fent servir inundació i observacions de nivell d'aigües avall. En el desenvolupament de l'estudi dut a



---

terme es comparà el rendiment del model amb diferents passades emprant diferents conjunts de coeficients de rugositat de Manning, triats d'un rang entre 0,001 i 0,9, amb les dades d'inundació i un hidrograma d'eixida. S'investigà també la influència de la variació en el coeficient de ponderació de l'esquema numèric. Els resultats empírics no mostraren cap avantatge utilitzant valors per davall d'1 i suggerint l'ús d'un esquema totalment implícit (paràmetre de ponderació igual a 1). Els resultats de la variació de l'escala de rugositat del tram mostrà que molts jocs de paràmetres poden donar resultats semblants fins i tot amb valors extrems, fenomen conegut com problema d'equifinalitat. No obstant, això depèn de la zona d'aplicació del model i de les condicions de contorn. Quedant clara la necessitat de distingir entre els paràmetres efectius i paràmetres físics reals. A més a l'estudi es demostrà que este anàlisi es pot utilitzar per produir mapes de probabilitat dinàmics de les inundacions durant un esdeveniment i es pot vinculat amb un criteri de parada per al G.L.U.E.

HORRITT, M. S., (2006) al seu article de recerca d'una metodologia per a la validació d'incertesa de models de simulació d'inundacions, ens presenta una justificació de perquè utilitzar la comparació de les prediccions espacials d'extensió de la inundació amb dades observades. L'exactitud de les prediccions del model es quantifica mitjançant l'ús del diagrama de fiabilitat i l'error quadràtic mitjà associat de la relació entre la inundació predita i la observada, i la precisió en la mesura a través de l'ús d'una mesura de l'entropia. L'ús d'estos dos criteris es provà per al calibratge i validació d'un model de flux cel·lular simple en un tram del riu Severn, al Regne Unit, del que es disposava de les imatges de satèl·lit de l'extensió de la inundació de dos esdeveniments. Les dues mesures oferiren una idea de les diferències entre els processos de calibratge i validació, i l'eficàcia de les dades de diferents sensors satel·litaris per a acotar els paràmetres més dubtosos, i permetre que la incertesa i la precisió de les prediccions del model puguen ser quantificables de manera significativa.

DI BALDASSARRE, G., SCHUMANN, G., BATES, P. D., (2009) estudien una tècnica per al calibratge dels models hidràulics fent servir observacions satel·litaris d'extensió de la inundació, presentant-nos una metodologia per al calibratge de models hidràulics fent ús de mapes d'inundació derivats d'imatges de satèl·lit. L'estudi es va realitzar en un tram del riu Lower Dee, al Regne Unit, on es van adquirir simultàniament al llarg de la inundació de desembre de l'any 2006 dues imatges de satèl·lit: una d'alta resolució (ERS-2 SAR) i una altra de baixa resolució (ENVISAT ASAR). Elaborant-se deu mapes diferents d'extensió de la inundació a partir de les dues imatges de les inundacions mitjançant cinc procediments diferents de processament de les dades. Estos mapes d'extensió de la inundació es van utilitzar per realitzar una anàlisi de sensibilitat d'un model d'inundació basat en ràster (LISFLOOD-FP). Un anàlisi de sensibilitat va permetre investigar la capacitat de les dues imatges de resolució diferents per calibrar els paràmetres de rugositat del model d'inundació. L'anàlisi va mostrar que els paràmetres òptims del model depenen del tipus d'imatge de satèl·lit utilitzat per avaluar el model, aixina com del procediment particular utilitzat per derivar el mapa extensió de la inundació. Finalment, a l'estudi es va desenvolupar una nova metodologia per calibrar els models d'inundació mitjançant la comparació dels resultats del model amb un possible mapa d'inundació mapa obtingut mitjançant la combinació de les deu diferents mapes d'extensió de la inundació.

MASON, D.C., BATES, P.D., DALL' AMICO, J.T., (2009) dugueren a terme una estudi de calibratge de la incertesa en la modelització de la inundació fent servir sensor remots de nivells d'aigua. Mètode tradicional de validació d'un model d'inundació quan hi ha disponibles dades de detecció remota de l'extensió de la inundació per a comparar l'extensió de la inundació predita amb l'observada. Per a la mesura de l'ajust sovint es fa servir la coincidència areal dels models per tal d'avaluar el grau en què les dues extensions coincidixen. Recentment, la incorporació de noves metodologies per a la determinació de l'extensió

d'inundacions mitjançant tècniques de teledetecció amb radar d'obertura sintètica (*Synthetic Aperture Radar*, SAR) i de l'altimetria per escaneig làser aerotransportat (LiDAR) ha fet més fàcil el mesurament sinòptic dels nivells de la superfície de l'aigua al llarg dels límits d'inundació (perfils d'inundació), fet que ha posat èmfasi en la possibilitat d'utilitzar la interpretació alternativa les mesures basades en l'altura. En este treball s'analitzen els avantatges que es poden derivar de l'ús d'una mesura de l'ajust basat en la mesura de nivells en lloc d'un basat en patrons areals de píxels mullats i eixuts. Comparant la capacitat de les dues mesures per a estimar la fiabilitat dels mapes d'inundació d'un conjunt de modelitzacions amb LISFLOOD-FP dutes a terme per abastar el rang acceptable dels paràmetres del model. Es va fer ús d'una inundació al Tàmesi en 1992, observada en una imatge SAR ERS-1, com a esdeveniment de prova. Es van determinar els nivells d'inundació a partir de SAR i dades LiDAR utilitzant un model de contorn actiu. Així puix s'observà que la mesura de l'ajust basada en les diferències d'altura dels punts corresponents al llarg de les perfils d'inundació observats i modelats era significativament més sensible al paràmetre de rugositat al llit del riu que la mesura sobre la base dels patrons areals d'extensió de la inundació. Pel que podem dir que hi havia menys incertesa en el mapa final de risc d'inundació. La mesura basada en nivells resultà ser més sensible quan major precisió s'aconseguia en requerir que els calats dels perfils d'inundació variaren lentament al llarg del tram d'estudi. La tècnica permetia la zonificació del tram, amb diferents rugositats efectives. No obstant això, una avaluació de la fiabilitat de la predicció de la inundació modelada fent ús de l'esdeveniment de calibratge va mostrar diferències significatives entre el mapa predit i l'extensió de la inundació observada, especialment pel que fa al basat en nivells. Degut probablement al model conceptual simple d'inundació considerat i a la resolució emprada en este cas. L'augment de la sensibilitat del mètode basat en nivell pot ser deguda al major èmfasi aplicat per a obtindre model vàlid.

BERNARDARA, P., DE ROCQUIGNY, E., GOUTAL, N., ARNAUD, A., PASSONI, G., (2010), al seu estudi apliquen un procediment de tractament de la incertesa per dur a terme un estudi d'avaluació del risc d'inundació complet que abaste els components hidrològics i hidràulics. L'interès en l'estimació actual de la incertesa que afecta les avaluacions del perill d'inundacions està augmentant dins de la comunitat científica i dels prenedors de decisions. Diversos treballs es poden trobar a la literatura hidrològic i hidràulic que enumeren les fonts d'incertesa que afecta l'estimació dels nivells d'inundació extrems. En particular, la seua atenció se centrà en el modelatge de les fonts d'incertesa a través d'un enfocament directe (per al cabal) o invers (per al coeficient de rugositat). Els resultats il·lustren la importància relativa de les fonts d'incertesa hidràuliques i hidrològiques a la incertesa final. La solució del problema invers per al calibratge del coeficient de rugositat és útil per diverses raons, incloent la quantificació de l'error del model.

BODOQUE, J. M., EGUIBAR, M. A., DíEZ-HERRERO, A., GUTIÉRREZ-PÉREZ, I., RUIZ-VILLANUEVA, V., (2011), plantejaren la possibilitat d'estimar el cabal d'un flux hiperconcentrat a partir de evidències de paleoinundacions, avaluant el flux d'un cabal hiperconcentrat utilitzant tècniques de reconstrucció de paleoinundacions, basades en indicadors de paleoescenaris PSI (en anglés: paleostage indicators), combinades amb un anàlisi hidràulic detallat suposant flux crític. Molts esdeveniments d'inundació amb fluxos mixtes d'aigua i sediments s'han caracteritzat utilitzant principis hidràulics clàssics, suposant sovint simplificacions com ara l'existència de flux crític. La ubicació exacta d'on s'havia produït aquesta condició es va establir mitjançant la determinació iterativa de la secció transversal corresponent, de manera que l'energia específica resultara mínima. Al mateix temps es van avaluar tots els factors i paràmetres que intervenen en el procés, especialment aquells relacionats amb l'equació de la quantitat de moviment, les tensions tangencials al perímetre mullat, i les distribucions de pressió hidrostàtiques i no hidrostàtics existents. La sobrelevació del flux hiperconcentrat,

a causa de l'elevació curvatura de flux, també es va estimar i calibrar amb PSI. El cabal màxim estimat es va donar per bo una vegada que el procés iteratiu va ser incapaç de millorar l'ajust entre la profunditat simulada i l'observada a partir de PSI. L'enfocament metodològic proposat es pot aplicar a altres torrents de muntanya de major gradient amb una configuració geomòrfica similar a l'estudiada. De la mateixa manera, els resultats s'han obtingut amb un menor nombre d'incerteses que els obtinguts a partir d'enfocaments hidràulics estàndard, sense considerar les simplificacions.

BALLESTEROS, J. A., BODOQUE, J.M., DíEZ-HERRERO, A., SÁNCHEZ-SILVA, M., STOFFEL, M., (2011) analitzen la gènesi de les cicatrius en els arbres i la seua utilització com a punts de referència en el calibratge de la rugositat. A més, ens presenta una metodologia per reconstruir l'hidrograma d'inundació no registrat a la conca de l'Alberche del Sistema Central Espanyol. El calibratge de la rugositat del llit i de les planes de inundació basat en evidències als anells dels arbres i modelització hidràulica representa una qüestió important per als estudis d'inundacions. L'estudi es basa en l'ús combinat de proves dendromòrfiques (és a dir, les cicatrius als anells de creixement dels arbres) i dades de l'aforament de Navaluenga (Província d'Àvila), mitjançant un model numèric hidràulic 1D/2D acoblat. S'analitzaren un total de 49 cicatrius amb tècniques dendromòrfiques. Les cicatrius estan en concordança amb set esdeveniments d'inundació documentats en el registre sistemàtic (anys: 1989, 1993, 1996, 2000, 2002, 2003 i 2005). També es va identificar un esdeveniment addicional a l'any 1970, que és d'abans de la instal·lació de l'aforament a Navaluenga. D'acord amb la corba de despesa obtinguda de l'aforament, l'àrea de la secció transversal i les dades dels models hidràulics, no es pot trobar una diferència estadísticament significativa entre la profunditat de l'aigua registrats en el mesurador de cabal i altura de la cicatriu en els arbres (número de Manning > 0,05), el que indica que les cicatrius s'han generat a través de l'impacte de la fusta flotant i que les cicatrius en els arbres representaria

---

una aproximació exacta i valuosa per a la reconstrucció de la profunditat de l'aigua. Partint d'esta premissa, s'estimà el cabal màxim de la inundació de 1970 en  $1684.3 \pm 519.2$  m<sup>3</sup>/s, que fa d'este esdeveniment la inundació més gran documentada per al riu de l'Alberche a Navaluenga. En una última etapa d'anàlisi, es discutix l'ús de les cicatrius en els arbres com a punt de referència per al calibratge de la rugositat en les conques no aforades o amb pocs registres i s'abordà el possible valor afegit de les dades dendromòrfiques per a l'anàlisi de freqüència de crescudes.

TARPANELLI, A., BROCCA, L., MELONE, F., MORAMARCO, T., (2013), a este estudi per al calibratge de models hidràulics en xicotets rius fent ús d'imatges SAR de baixa resolució, s'ha investigat el potencial de les imatges de baixa resolució (150 m) obtingudes pel Radar d'Obertura Sintètica Avançada a bord del satèl·lit ENVISAT per a calibrar un model hidràulic acoblat amb un model hidrològic semi-distribuït aplicat a una la conca del Genna (<100 km<sup>2</sup>), subconca de la part mitjana-alta del riu Tíber al centre d'Itàlia, en la què es va produir una inundació el 28 de novembre 2010 causant grans danys. Per a este esdeveniment d'inundació es disposa d'una imatge Radar d'Obertura Sintètica Avançada per a la zona de la punta de l'hidrograma d'avinguda. Utilitzant diferents tècniques de processament d'imatges per a l'avaluació de les àrees inundades fent ús simultani d'una imatge aïllada, i d'una imatge de detecció de canvis sobre la base d'una imatge (en sec) de referència addicional. Les zones inundades obtingudes a partir de la informació del satèl·lit s'han utilitzat per al calibratge de la rugositat (coeficients de Manning) al llit i planes d'inundació en un model hidràulic "quasi-bidimensional" 'aplicat a la conca d'estudi, que permet distingir entre llit principal del riu i les planes d'inundació. Els hidrogrames de entrada per al model hidràulic, corresponents a cadascun afluents del curs principal es determinen amb un model hidrològic semi-distribuït calibrat mitjançant l'ús d'un conjunt d'esdeveniments històrics d'inundació. El calibratge del model hidràulic es porta a terme utilitzant el mateix conjunt d'esdeveniments històrics d'inundació. Per a l'esdeveniment de novembre

de 2010, els cabals i nivells obtinguts a partir de la modelització per als dos jocs de rugositats coeficients de Manning (a partir de satèl·lit i per calibratge històric) es comparen amb les observacions in situ a la l'exutori de la conca. Esta aplicació en una xicoteta conca contribuïx a reforçar el valor de les dades de teledetecció que confirmen el potencial de les imatges de radar d'obertura sintètica per tal de reduir les incerteses en el calibratge de models hidràulics.

En síntesi es pot concloure puix de l'anàlisi de l'estat de l'art, que cada vegada es fa més palesa la necessitat de calibratge i validació de la modelització matemàtica hidràulica enfocada a la delimitació de zones inundables. És per això que els diversos autors esmentats proposen diferents metodologies per al calibratge fent ús de: nivells, o de superfície inundada, observats per al menys un esdeveniment d'avinguda. Pel que fa al la metodologia basada en nivells observat, estos es poden extraure mesures: de registres d'aforament, o partir de sensors LiDAR. Respecte a la mesura d l'extensió d'inundació poden aplicar-se tècniques de teledetecció amb sensors remots satel·litaris fent ús la tecnologia S.A.R., fotointerpretació de fotografia aèria, d'altres fonts d'informació no sistemàtica com ara.: marques d'aigua a la plana d'inundació, o d'evidències dendromòrfiques (extretes a partir de les investigacions de l'estudi dels anells de creixement dels arbres de ribera), o d'inundacions històriques o paleohidrològiques, etc... Tanmateix es pot fer ús d'una combinació d'observacions de nivells o superfície d'inundació en funció de les dades disponibles a l'abast. Ambdós es poden fer servir per dur a terme un anàlisi previ de la sensibilitat de la rugositat efectiva al llit i a la plana d'inundació del riu.





## **2 METODOLOGIA PER AL CALIBRATGE I VALIDACIÓ DE MODELITZACIÓ MATEMÀTICA HIDRÀULICA**

Calibratge en modelització és podria definir com el procediment a dur a terme per tal d'ajustar el procés de càlcul fins que el valor resultant que se'n obtinga de la simulació matemàtica hidràulica es corresponga amb un patró de referència del qual es coneix el valor a priori. Per tal puix de calibrar un procés, és necessari disposar d'un de major precisió que proporcione el valor convencionalment veritable que és el que es farà servir per comparar-lo amb el que està sotmès al calibratge. Això es realitza mitjançant una cadena ininterrompuda i completament documentada de comparacions fins a arribar al patró primari, que constituïx el que es coneix com traçabilitat.

L'objectiu del calibratge és mantindre i verificar el bon funcionament dels processos de càlcul, respondre als requisits establerts en les normes de qualitat establertes en el seu cas, i garantir la fiabilitat i la traçabilitat de les mesures. Els processos de càlcul requeriran ser calibrats amb més freqüència quan més exactes hagen de ser sons resultats o bé més xicotetes siguen les seues toleràncies d'error.

Per altra banda validació es la confirmació per mitjà del subministrament d'evidència objectiva que un procés té la capacitat per a aconseguir la seua aplicació o ús previst. Per tal d'assegurar que procés és fiable i capaç de complir certs requisits establerts, per mitjà de l'aportació de proves, estudis, assajos, Açò normalment es realitza quan no es puga mesurar el resultat d'un procés directament.

## 2.1 CONSIDERACIONS PRÈVIES

### 2.1.1 PARADIGMA DE LA TEMPESTA DE DISSENY

Tradicionalment l'estimació de la perillositat està basada en el "*paradigma de la tempesta de disseny*". El models de simulació hidrològics es fonamenten en un anàlisi estadístic de la  $P_{d\max 24h}$  precipitació màxima diària, la corresponent tempesta de disseny (no es coneix de l'hietograma) per al període de retorn  $T$  considerat FRANCÉS, F., ET AL. (2013). A més disposem d'una sola simulació la qual cosa suposa un avantatge pírric. Açò implica una sèrie d'inconvenients específics: a) no es considera la distribució espai-temporal de la precipitació, b) estat inicial únic, c) s'assumix que el  $Q_T$  està generat per  $P_{dT}$ . Amb una sèrie de repercussions hidrològiques que afecten bàsicament a la forma de l'hidrograma, i que es tradueixen en una variabilitat del cabal màxim i del volum d'avinguda.

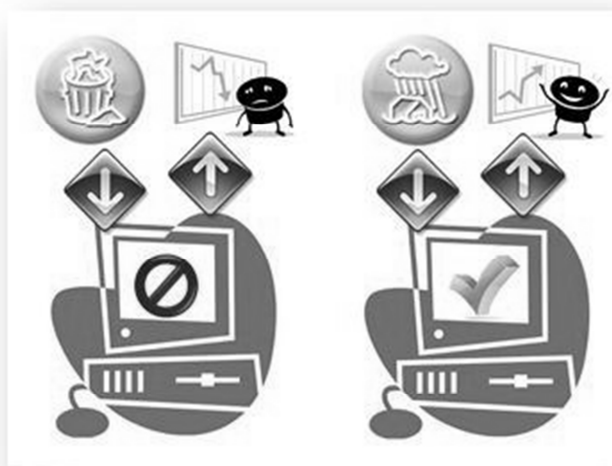
### 2.1.2 FACTORS RELLEVANTS PER AL CALIBRATGE I VALIDACIÓ.

Els factors de rellevància que intervenen en el procés de calibratge i validació són aquells que determinaran en major o menor mesura el grau de definició de les diferents condicions de contorn d'entrada i d'eixida el model hidràulic, com ara són: la quantitat i qualitat de la informació de partida, la resolució aplicable, la incorporació d'informació no sistemàtica., i la variabilitat espai- temporal paramètrica, que es definixen a continuació.

#### 2.1.2.1 INFORMACIÓ DE PARTIDA, ORDRES DE MAGNITUD I RESOLUCIÓ APLICABLE.

Les característiques de la informació de partida ens permetrà obtindre o deduir amb major o menor certesa el diferents paràmetres per a definir de manera correcta les condicions de contorn de l'esdeveniment per a la seua simulació. Pel

que fa a la quantitat, cal entendre el terme en este context referit al major número de paràmetres coneguts per a caracteritzar l'entorn de modelització, que per tant implica que es requerirà un menor número d'hipòtesi, per a resoldre les incerteses de partida. De manera semblant pel que fa la qualitat de les dades, s'haurà d'analitzar la procedència i el avaluar grau d'incertesa de les diverses fonts, descartant aquelles que així que no complisquen el requisits. Tenint en compte la màxima de que el model processa allò amb que el nodrim, si introduïm dades de baixa qualitat n'obtidrem resultats d'eixida igualment dolents, o per altra banda profitosos si ho fem introduint dades de qualitat i emprant les metodologies tècniques i els models escaients.

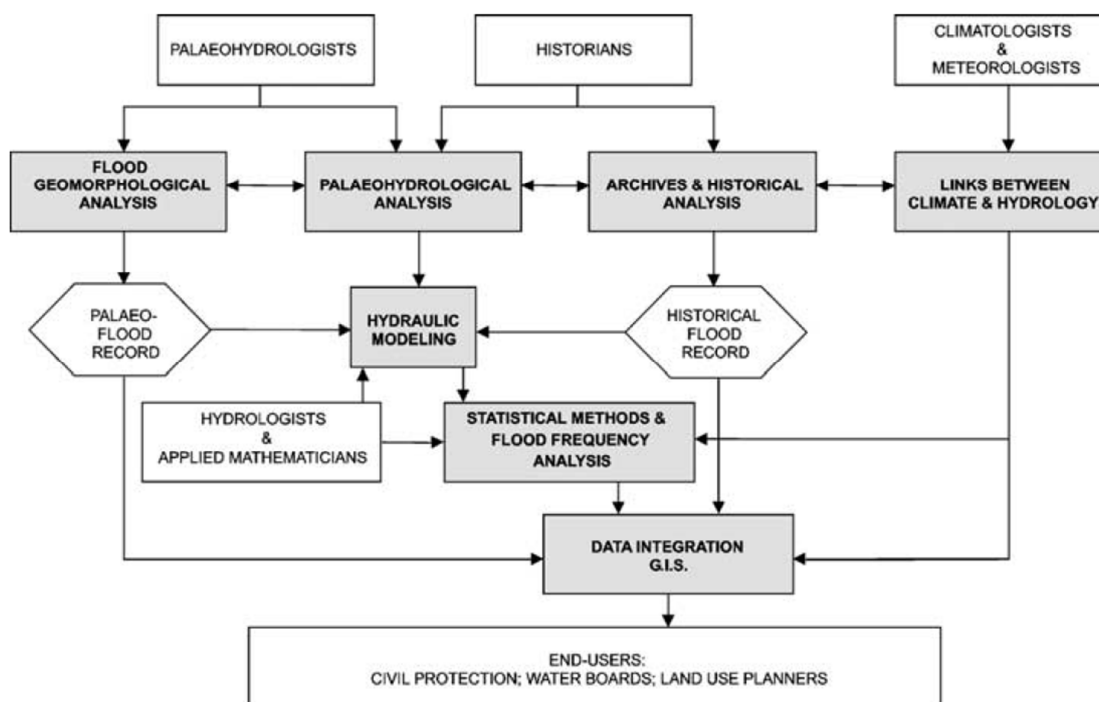


Il·lustració 1. Influència de la qualitat de les dades de partida en la qualitat de la modelització.

Resulta fonamental establir el nivell de detall o resolució de l'estudi en funció de la informació de partida i a l'abast, predeterminant el grau de detall dels resultats d'eixida del model esperats. El fet de establir la resolució aplicable al model ens permetrà prefixar uns ordres de magnitud i dur a terme una sèrie de simplificacions a priori escaients i/o determinar aquelles no aplicables en el seu cas.

### 2.1.2.2 INCORPORACIÓ D'INFORMACIÓ NO SISTEMÀTICA

Es considera Informació No Sistemàtica (I.N.S. endavant) aquella procedent de molt diverses fonts relativa a un esdeveniment hidrològic - hidràulic, amb el denominador comú de no poder ser sistematitzable la seua adquisició. Requerint puix d'una recerca exhaustiva als fons de documentació a l'abast. Destacar la seua rellevància per resultar ser una peça clau per a la reconstrucció d'esdeveniments d'alt període de retorn, permetent a més omplir els buits de valors extrems als registres pluviomètrics i d'aforaments existents, sovint curts i en ocasions incomplets.

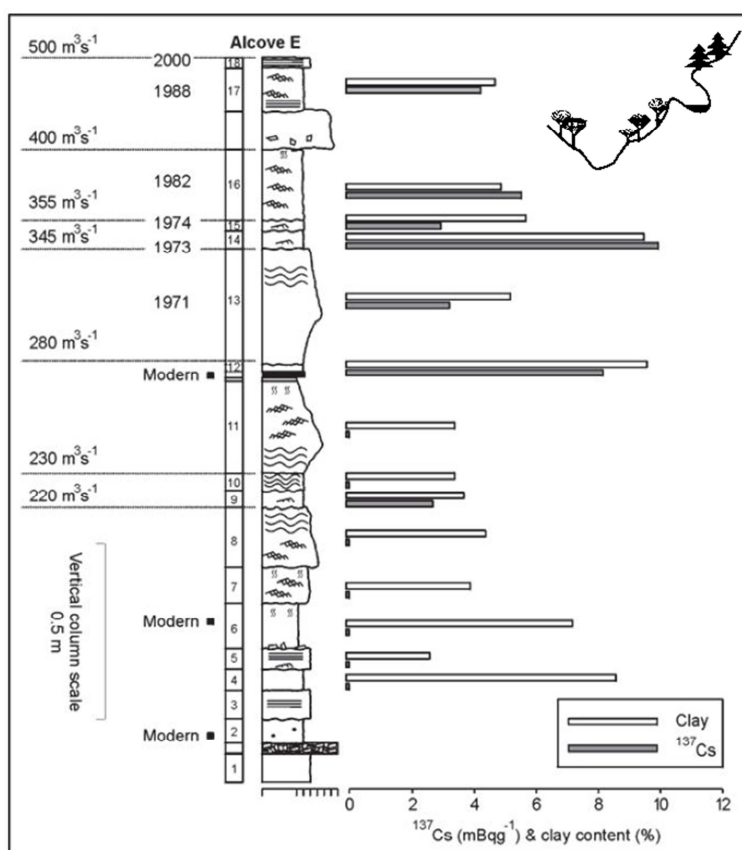


Il·lustració 2. Diagrama il·lustratiu de la metodologia SPHERE d'incorporació d'Informació No Sistemàtica (I.N.S.) paleoavingudes i dades històriques per a la millora de l'estimació de risc d'inundació. Font: BENITO, ET AL. (2004).

Destacar alguns inconvenients d'operativitat relacionats amb la seua naturalesa: gran diversitat de fonts, no sistematitzable el procés d'adquisició d'este tipus

d'informació, difícil accessibilitat: habitualment no catalogada, dificultat a l'hora de saber-ne tan sols de la seua existència.

D'entre les diverses fonts informació amb base científica que conformen la I.N.S. cal destacar: la paleohidrologia (encarregada de l'estudi de les paleocrescudes), la geocronologia (datació sedimentària amb radiocarboni: carboni 14), la geoarqueologia (arqueologia amb tècniques geològiques), la dendrologia (obtenció d'informació a partir de l'anàlisi dels anells de creixement dels arbres), l'anàlisi geològic i geomorfològic (estudi de naturalesa i evolució de la morfologia del terreny a la zones inundables,, i els estudis d'inundacions històriques.



Il·lustració 3. Estimació de la crescuda màxima probable PMF (en anglés Probable Maximum Flood), utilitzant informació de paleoavingudes: evidències botàniques i indicadors de paleonivells.

Font: FRANCÉS F., BOTERO B., (2011).

Per la seua naturalesa puix cal destacar la necessitat d'incorporació d'I.N.S. relativa a esdeveniments extrems d'avinguda en el procés de calibratge i validació de modelització matemàtica hidràulica. La importància de disposar de tota la informació possible relativa al procés d'inundació requerix de la inclusió de estudis de: paleocrescudes, geomorfològic, d'inundacions històriques FRANCÈS ET AL 2011. Referències als continguts necessaris per a tot estudi d'inundabilitat, segons diverses normatives i recomanacions existents als àmbits d'actuació habituals: Pla d'Actuació Territorial de Risc d'Inundació de la Comunitat Valenciana (PATRICOVA), i Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables (S.N.C.Z.I.) SÁNCHEZ MARTÍNEZ, F.J., LASTRA FERNÁNDEZ, J., (COORD.) (2011). Pel que fa a la Informació històrica de les inundacions, s'ha extraure de les molt diverses fonts a l'abast: arxius històrics de particulars i d'administracions públiques (locals, diputacions, autonòmics), diaris, cartoteques, biblioteques, hemeroteques, marques d'aigua in situ, fotografies de les avingudes recents, testimonis.

### **2.1.2.3 PARÀMETRES EFECTIUS I PARÀMETRES FÍSICS REALS.**

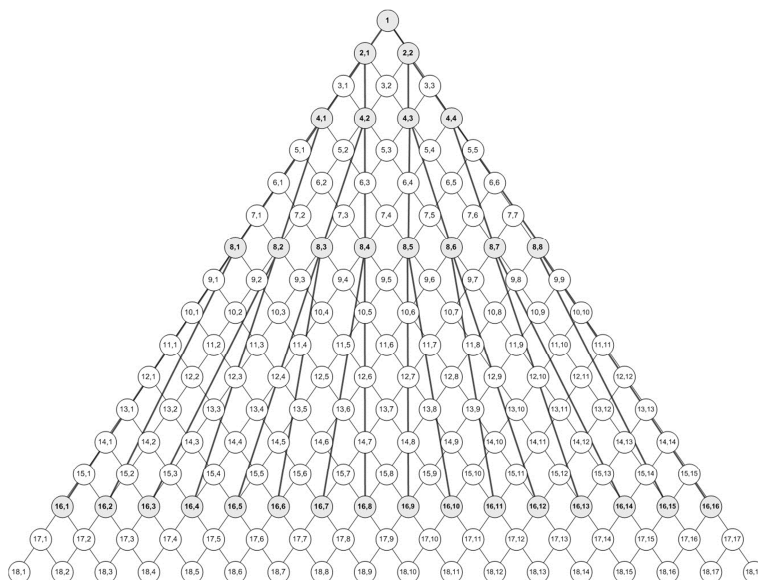
Pel que front a la impossibilitat de poder arribar a conèixer l'evolució d'alguns paràmetres físics reals al llarg de l'avinguda, cal definir-ne altres paràmetres efectius que resulten d'aplicació per a la modelització matemàtica hidràulica PAPPENBERGER, F., BEVEN, K., HORRITT, M., BLAZKOVA, S., (2005).

#### **2.1.2.3.1 Equifinalitat**

A la teoria general de sistemes es definix la característica anomenada equifinalitat per la qual en un sistema hi ha diferents formes o possibilitats d'arribar a la part inferior des de la part superior i a l'inrevés. El problema de d'equifinalitat aplicat al camp de la hidrologia, implica que es possible aconseguir una determinada resposta d'un sistema obert com ara una conca per diferents vies. És a dir que es pot arribar a un mateix resultat partint de diferents condicions



inicials, com a conseqüència de la interacció del conjunt d'elements que integren de forma dinàmica el medi. I que per altra banda observant la resposta no és fàcil determinar un únic conjunt de paràmetres desencadenants.



Il·lustració 4. Equifinalitat. piràmide numèrica heteràrquica basat en l'ordre de Peano, aplicat a xàrcies policontexturals. GÜNTHER (1973).

La característica fonamental és la no reversibilitat es a dir conegut el resultat és difícil establir el conjunt de paràmetres reals de partida, existint sovint diversos conjunts de variables que originen resultats d'un ordre de magnitud semblant. És per això que cal prefixar una sèrie de paràmetres anticipadament dels que siga conegut el seu valor a l'hora de modelitzar la inundació per tal d'acotar la incertesa. Cal adoptar el seu cas puix una sèrie d'hipòtesi de partida necessàries per a poder avançar en la modelització.

### 2.1.2.3.2 Variabilitat Espai-Temporal Paramètrica

#### 2.1.2.3.2.1 Morfologia Fluvial

Els rius són elements mòbils, és a dir es desplacen al llarg del temps tant pel que fa curs o traçat en planta, com també al llarg d'una mateixa secció transversal.



Il·lustració 5. Vall del Túria: terrasses a l'altura de la zona de la Rambla Redona (Riba-roja de Túria), abans (a) i després (b) de la inundació. Fotografies aèries del Vol Americà (maig de 1956) i del Vol de l'Itinerari del Túria (C.E.T.F.A. tardor de 1957) respectivament.

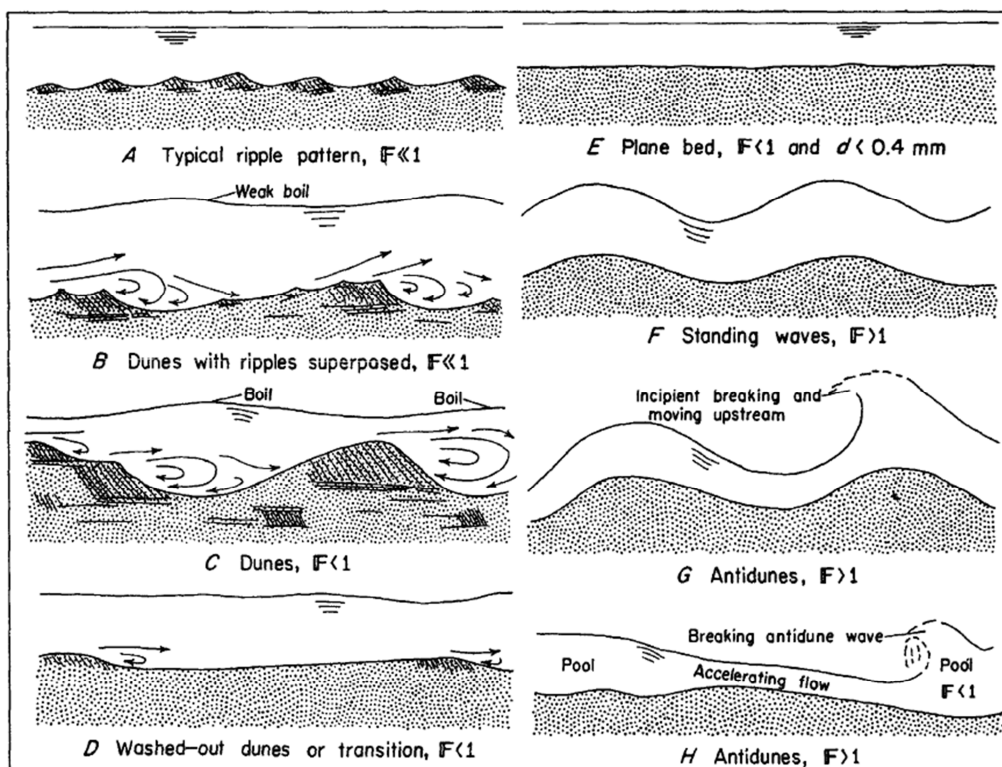
Font: MATEU, J., CARMONA, P., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., MARCO, J., BONACHE, X., (2013).

La fluviomorfologia és la ciència que s'encarrega de l'estudi de la morfologia fluvial o formes fluvials, i dels mecanismes que l'han condicionada, analitzant així mateix l'evolució de la dinàmica fluvial fortament influenciada pels fenòmens d'erosió, transport i sedimentació que es desenvolupen simultàniament en diferents proporcions al llarg del seu curs. L'estudi de la geomorfologia fluvial ens pot permetre en major o menor mesura esbrinar el comportament futur del riu o explicar algun comportament singular del passat. Cal tindre en compte que el resultat de l'evolució de la morfologia fluvial és sempre una conseqüència de la accions externes, naturals i/o antròpiques, i en qualsevol cas fortament i especialment sensible als episodis d'avingudes extraordinàries.

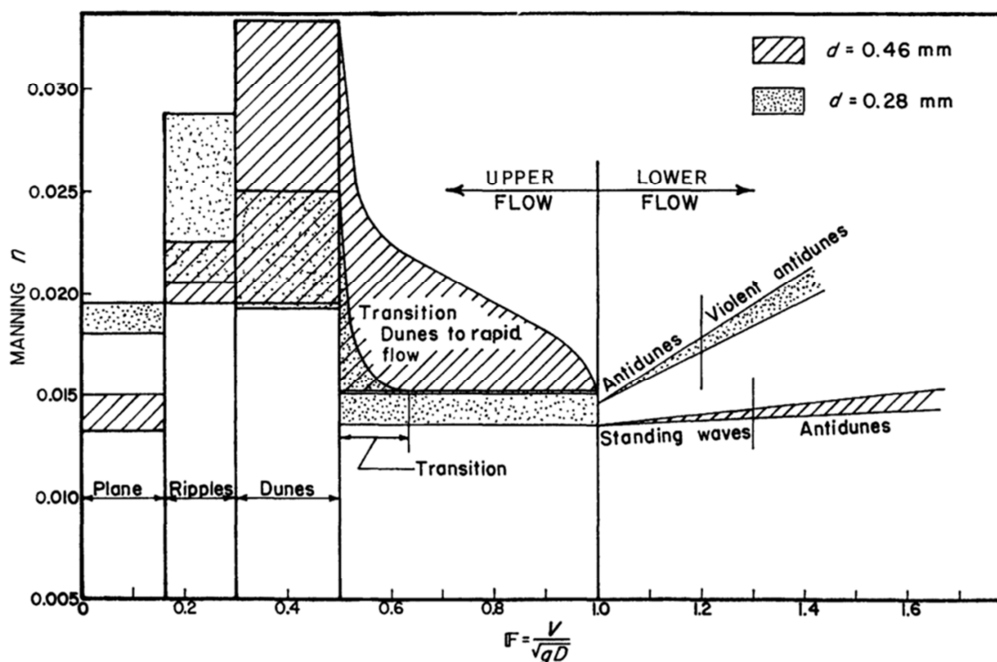
#### 2.1.2.3.2.2 Rugositat

Cal fer èmfasi en el fenomen de variabilitat espai – temporal de la rugositat, sovint no considerada a la simulació hidràulica per la complexitat implicada. La variabilitat de la rugositat es funció del calat, de la granulometria al·luvial fortament variable al llarg d'un esdeveniment d'avinguda a un entorn de la llera mòbil, de l'existència de vegetació al llit, riberes i plans d'inundació i de la seua major o menor resistència al flux en avinguda en funció de la força del corrent i el seu possible efecte pel que fa al doblegat o arrossegament de la plantes.

A més d'estos condicionants per si foren pocs de forma addicional la rugositat està a més influenciada per les formes de llit SIMONS, D. B., RICHARDSON, E. V. (1961). Tal com es pot apreciar a la il·lustració següent, on s'observa la variabilitat del número de Manning en funció de les formes de llit, i amb la seua l'evolució en funció del règim determinat pel número de Froude.



Il·lustració 6. Formes de llera Font: SIMONS, D.B., RICHARDSON, E. V., (1961).



Il·lustració 7. Efecte de la mida del material del llit en la forma de rugositat del llit i el número de Manning  $n$ . Font: SIMONS, D. B., RICHARDSON, E. V., (1961).

En base a eixa variabilitat en funció de la força d'arrossegament de l'avinguda condicionada per l'instant de l'hidrograma i/o del sedimentograma corresponent, i per la intensitat de l'avinguda, avaluada per mitjà de la magnitud del cabal punta, es podrien definir els següents ordres de magnitud per a la rugositat: base, a la punta, i residual. Tanmateix influenciada per la disponibilitat de sediments, les formes de llera, i la tipologia i estadi de creixement de la vegetació.

#### 2.1.2.3.2.3 Efecte de Munda

L'efecte de munda per erosió generalitzada i/ localitzada a la llera i les marges principalment, però també en menor mesura extensible al pla d'inundació, té com a conseqüència l'arrossegament de la vegetació i dels materials de l'espai fluvial pel fort corrent al llarg d'un esdeveniment d'avinguda amb flux bifàsic i/o amb un alt poder erosiu. Fenomen este sovint no pres en consideració. Però que cal posar en èmfasi donada la seua important repercussió pel que fa a la influència per a determinar el valor efectiu de la rugositat d'un esdeveniment d'avinguda de cara a la simulació. Com es pot observar a la Il·lustració de la pàgina següent, l'efecte de munda de la pròpia avinguda sol tendir a suavitzar i uniformitzar les rugositats al llarg del curs fluvial (com és el cas que ens ocupa), mobilitzant gran nombre de sediments i vegetació del fons, talussos i també de les terrasses i plans d'inundació durant el transcurs de l'esdeveniment. Fet que per la seua rellevància s'ha de tindre en compte en qualsevol cas sempre a l'hora de procedir-ne a la modelització matemàtica hidràulica, i a l'estimació d'alguns paràmetres en avinguda, per tal de poder determinar-ne el paràmetres efectius d'avinguda que diferirien del valor inicials i finals. Pel que front a la impossibilitat de poder arribar a conèixer l'evolució del paràmetre físic real al llarg de l'avinguda, cal definir un altre paràmetre efectiu d'aplicació per a la modelització matemàtica que anomenarem rugositat efectiva o de munda.



Il·lustració 8. Imatges del llit del riu a la zona confluència de la Rambla Castellarda, amb el Túria abans (a) i després (b) de la inundació. Comparativa de fotografies aèries: Vol Americà (a) (maig de 1956) i Vol de l'Itinerari del Túria (b) (C.E.T.F.A. tardor de 1957). Font: V.I.T. Biblioteca Valenciana. Muntatge: Elaboració pròpia.

### 2.1.3 EINES DE SUPORT A LA MODELITZACIÓ

Cal fer servir en esta fase l'ajuda de les tecnologies com ara els S.I.G. i la teledetecció, ambdós de suport per la generació bases de dades i desenvolupament de la tasca de fotointerpretació.

- Sistema d'informació geogràfica: (S.I.G.) no és més que una base de dades georreferenciada, capaç d'integrar, emmagatzemar, facilitar l'anàlisi i generació de resultats, a partir informació amb referències geogràfiques., mitjançant la implementació dels geoprocessos escaients.
- Teledetecció: mètode basat en l'aparició d'una pertorbació (energia electromagnètica, camps gravitacionals, ones sísmiques, etc.) en el que el procés o objecte estudiat es reproduïx en el medi i que pot ser registrat per un objecte receptor. Les tècniques de teledetecció inclouen les fotos aèries, les tècniques geofísiques de mesures elèctriques, sísmiques o radiomagnètiques, preses des de vaixells, avions o satèl·lits, amb les que s'obtenen imatges que poden ser analògiques (parells estereoscòpics) o digitals (format ràster). Al camp d'aplicació de l'enginyeria civil hidrològica – hidràulica i fluvial resulten de gran aplicació en el procés d'elaboració de cartogràfica de zones afectades per inundacions, pel que fa a la delimitació de l'extensió, determinació de les afeccions i danys, identificació de zones vulnerables, i seguiment de zones inundades.
- Fotointerpretació: tècnica d'anàlisi d'imatges fotogràfiques aèries aplicada a en este cas a l'observació de materials obtinguts a llarg de, o amb posterioritat a la inundació, i que ens permet identificar els efectes d'esta a l'espai fluvial, superfícies d'inundació, línies de corrent, desbordaments, erosió i deposició sedimentària.

## 2.2 METODOLOGIA GENERAL

La metodologia proposada està basada en l'extrapolació de les metodologies de HORRITT, M. S., (2006) i DI BALDASSARRE, ET AL. (2009) de calibratge en base a nivells i superfícies d'inundació respectivament:

- Nivells: metodologia clàssica, ajust del nivells via modificació dels paràmetres del model matemàtic hidràulic, en el cas que ens ocupa mitjançant la realització d'un anàlisi de sensibilitat per a la rugositat. A aplicar en els processos de calibratge i validació
- Superfícies: tècnica de calibratge de models hidràulics per contrast amb observacions de teledetecció (satel·litaris, fotografia aèria de precisió). Fent ús de la delimitació de la inundació a partir de fotointerpretació de fotografia aèria immediatament posterior a la inundació (vore materials inèdits), per al calibratge i anàlisi de sensibilitat d'alguns paràmetres de la modelització.

Les fases que conformen la metodologia a seguir per al calibratge i validació de simulació hidràulica aplicada a la reconstrucció d'esdeveniments d'avingudes històriques recents es descriuen a continuació.

### 2.2.1 PREPROCÉS

Procés previ a la modelització basat en l'anàlisi d'I.N.S. recollida en la recerca documental a partir de: evidències geològiques (anàlisi de marques d'esdeveniments extrems anteriors per datació geològica radiocarbònica), hidrogeomorfològics (desbordaments, paleolleres, valls i clots), dendrològics (marques als anells del arbres d'inundacions anteriors), i d'inundacions històriques (nivells observats a punts de la xàrcia d'aforaments, marques d'inundació,



superfície d'inundació)... per a arribar a poder establir l'esquema del comportament hidràulic de la inundació per als esdeveniments d'avinguda objectes d'estudi.

### **2.2.1.1 RECERCA DOCUMENTAL**

Procés de recerca als diferents arxius, fons documentals, i bibliografia a l'abast per tal de recollir la major quantitat d'informació de l'esdeveniment objecte d'estudi, i del àmbit d'actuació. Descrit amb detall per al cas d'estudi al punt 3.1.2.1.

### **2.2.1.2 ELABORACIÓ D'UN SISTEMA D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA D'AVINGUDA**

A partir de la informació recopilada al llarg de la recerca documental s'elabora un Sistema de Informació Geogràfica d'Avinguda (S.I.G.A.). El contingut del qual es descriu per al cas d'estudi al punt 3.1.2.6.

### **2.2.1.3 FOTOINTERPRETACIÓ**

Ferramenta clau per a la conceptualització del l'esquema de funcionament hidràulic, basada en l'observació de fotografia aèria de la inundació per a la identificació dels elements descrits amb detall al punt 3.1.2.7. Permet la:

- Delimitar la superfície d'inundació.
- Estimar de l'ordre de magnitud de paràmetres per a la modelització hidràulica, com ara la rugositat, estat antecedent d'humitat...
- Verificar el M.D.T. a emprar a la M.M.Hdc., per tal de procedir a la identificació i correcció de possibles errors puntuals.

#### 2.2.1.4 CONCEPTUALITZACIÓ DE L'ESQUEMA DE FUNCIONAMENT HIDRÀULIC D'INUNDACIÓ

Cal realitzar abans de la fase de modelització hidràulica, la caracterització de l'esdeveniment objecte d'estudi des del punt de vista de l'enginyeria hidrològica, hidràulica i fluvial. Es a dir dur a terme la conceptualització de l'esquema de funcionament hidràulic de la inundació per al sistema a modelitzar a partir de la informació recollida, amb l'objectiu d'optimitzar la modelització, calibratge i validació. Existix una tendència generalitzada a obviar-la, o a tractar-la de manera superficial sense aprofundir-ne. Les característiques principals són:

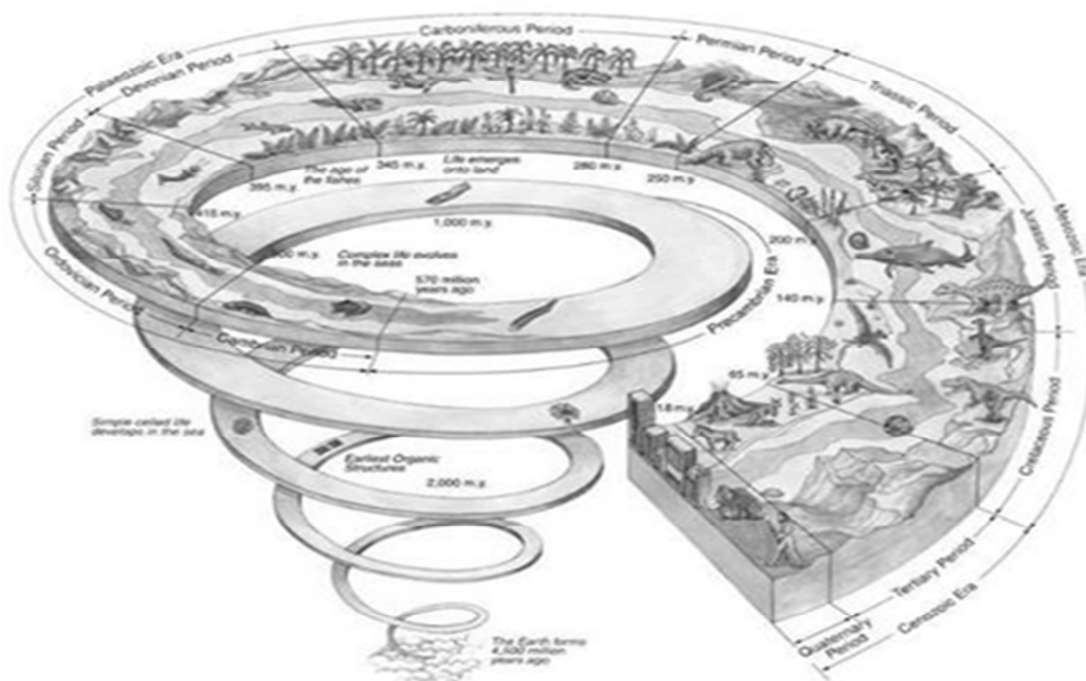
- Ha de ser un exercici racional del modelitzador, que exigís un coneixement previ del medi i dels fenòmens associats a l'esdeveniment.
- Suposa una eina imprescindible per a la presa de decisions al llarg del procés de simulació, que permet:
  - Fixar ordres de magnitud a priori.
  - Aplicar les simplificacions que permeten una correcta modelització.
  - Establir una discretització espacial prèvia de l'àrea a modelització.
  - Identificar els diferents elements hidràulics: vies d'intens desguàs, línies de flux preferent, desbordaments, etc...
  - Definir i/o procedir a la reconstrucció de les condicions de contorn.
  - L'optimització dels recursos a l'abast, i considerable disminució de temps de computació que comporta a la llarga.
  - Facilita la proposta indirecta de mesures i accions de prevenció urgents, i de correcció en el seu cas a llarg termini.

### 2.2.1.4.1 Criteris

La fase de conceptualització del model, està fortament condicionada pels criteris per a la conceptualització: que no són més que un conjunt de patrons de distinta naturalesa com ara: geològica, geomorfològica, geoarqueològica, dendrològica, històrica, i en definitiva del camp de l'enginyeria fluvial, que ens permetrà a priori poder procedir a la conceptualització.

#### 2.2.1.4.1.1 Geològics

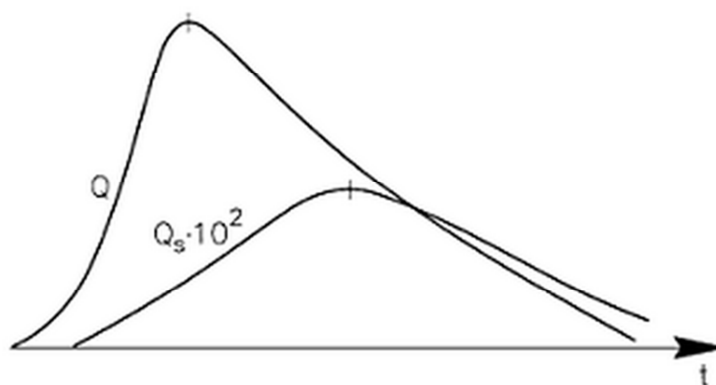
La naturalesa geològica del terreny pot evidenciar a priori la susceptibilitat a la inundació de les zones de estudi. Es per això que l'estudi de les paleoinundacions per a la determinació de les zones històricament inundades, i la utilització tècniques de reconstrucció basades en indicadors de paleoescenaris, resulta ferramentes complementaries de gran valor per al calibratge.



Il·lustració 9. Diagrama d'eres geològiques de la Terra.

#### 2.2.1.4.1.2 Geomorfològics

Des de el punt de vista de l'enginyeria fluvial la geomorfologia fluvial resulta fonamental per a entendre la dinàmica fluvial com ara són els processos: d'evolució de meandres, d'erosió i agradació, soscavació, llera mòbil, evolució de les formes de riu, capacitat de transport sòlid dels cabals associats als fenòmens extrems i la dificultats per a obtindre sedimentogrames associats. Pel que fa al transport sòlid, cal destacar el desfasament del entre el períodes de retorn dels Cabals Líquids  $T$  i Cabals Sòlids  $T$ , i el desfasament temporal pel que fa a les puntes d'ambdós hidrogrames (líquid front a sòlid) per a un mateix esdeveniment.



Il·lustració 10. Hidrograma de una crescuda i el seu sedimentograma associat desfasat. Font: MARTÍN-VIDE, J.P., (1997).

#### 2.2.1.4.1.3 Geotècnics:

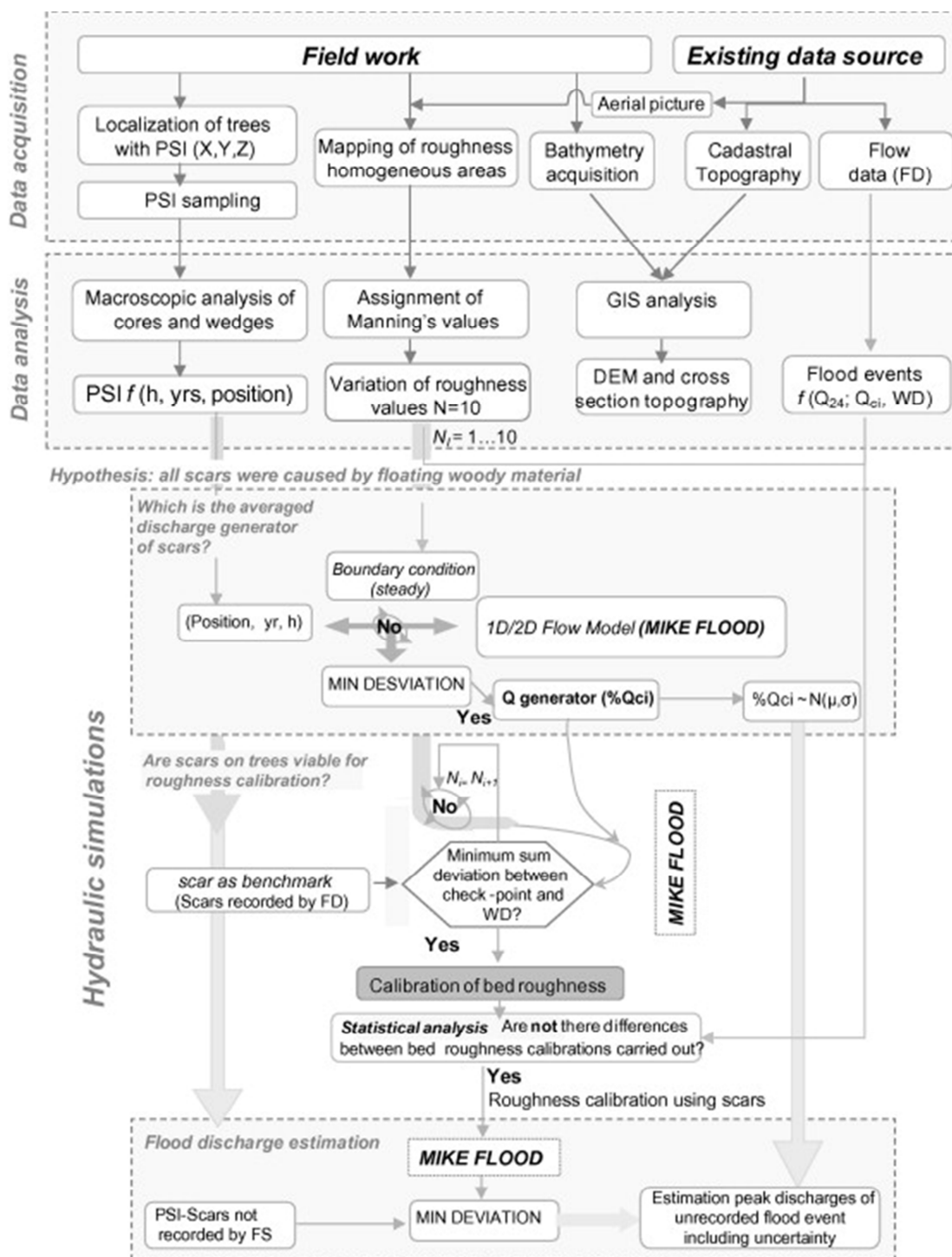
La fortes precipitacions, la humitat antecedent, i altres factors geològics i antròpics, poden desencadenar fenòmens erosius locals que ocasionen esllavissaments com el que va ocórrer Poble de Marines el 14 d'octubre de 1957 amb efectes devastadors per al poble, i que de segur contribuïren a augmentar el transport sòlid aigües avall.



Il·lustració 11. Esllavissament a Marines 14 d'octubre de 1957. Font: Arxiu Metropolità de l'Arquebisbat de València.

#### 2.2.1.4.1.4 Dendrològics

La utilització de tècniques dendrològiques d'estudi de les marques als anells dels arbres per a la determinació de l'extensió i nivells d'inundació aplicable al calibratge dels models hidràulics és un procés complex però que esdevé imprescindible quan hi ha escassetat de dades de calats històrics. Estes tècniques no resulten sempre d'aplicabilitat al cas d'estudi, estant condicionada la seua utilització a l'existència de bosc de ribera o vegetació a la plana d'inundació amb espècies longeves, que ens puguen aportar informació al respecte de les inundacions extremes recents. Les dades procedents de l'anàlisi dendrogeomorfològic en arbres de la ribera aplicada per BALLESTEROS CÁNOVAS, J.A., EGUIBAR, M., BODOQUE, J.M., GUTIÉRREZ-PÉREZ, I., DÍEZ-HERRERO, A., Y STOFFEL, M. (2009) al riu Alberche al seu pas per Navalunga (Àvila), va permetre calibrar els paràmetres de rugositat d'un model hidràulic bidimensional emprat per a l'anàlisi del risc per inundacions en el nucli urbà d'este municipi.



Il·lustració 12. Diagrama d'aplicació de la metodologia basada en marques dendrològiques per al calibratge de la rugositat del llit del riu. Font: BALLESTEROS, J.A., BODOQUE, J.M., DÍEZ-HERRERO, A., SÁNCHEZ-SILVA, M., STOFFEL, M., (2011).

#### 2.2.1.4.1.5 Geoarqueològics / Històrics

És molt important l'anàlisi del comportament del riu en avinguda per mitjà de l'elaboració l'Estudi de les Inundacions Històriques (en davant E.H.I.). Constatar la seua necessitat pel seu paper fonamental d'ajuda a la modelització i calibratge d'esdeveniments extrems sempre que les dades a l'abast ho permeten. Caldrà tanmateix distingir entre paleoinundacions que requeriran de un estudi geològic i geomorfològic, inundacions antigues, i inundacions recents.

#### 2.2.1.4.2 Identificació d'Elements

Elements en funció de la permeabilitat a la inundació:

- Vies d'intens desguàs: zones en les quals a partir de un cert llinar de calat podem considerar-hi que es donen localment rugositats nul·les i altes velocitats, i que per a xicotets  $\Delta y$  comporten significatius increments en la capacitat de desguàs.
- Zones de baixa i molt baixa permeabilitat hidrodinàmica com a conseqüència d'elevades rugositats condicionades per l'existència d'obstacles al flux com ara: importants masses de vegetació o edificacions, en zones rurals o urbanes respectivament.
- Zones d'inundació quasi-hidroestàtica, amb velocitats baixes, amb inundació per igualació de nivell.
- Zones de sacrifici o laminació: emmagatzematge per desbordament de gran volums, contribuint a la laminació del cabal punta, i amb lent buidatge al llarg de la branca descendent del hidrograma. Diferenciant per ambients:
  - Naturals: grans extensions inundades al pla d'inundació que poden comportar-se com a embassaments de laminació distribuïts al llarg de les vores del llit del riu, minvant els cabals màxims d'avinguda.

- Urbans: zones amb baixa sensibilitat al cabal com ara illes de cases i edificacions amb patis interiors, soterranis, que poden contribuir a la laminació per retenció.

#### Elements Geomorfològics:

- Vies de flux desbordat: paleolleres, valls i clots, actualment no connectats amb la xàrcia fluvial que solen conduir fluxos desbordats.
- Zones d'acumulació d'aigua: endorreïsmes i semiendorreïsmes.

#### Elements Hidràulics i d'Enginyeria Fluvial:

- Identificació dels trams de riu en funció del règim hidràulic més susceptibles a les variacions de la rugositat. Permet diferenciar entre:
  - Seccions subcrítics amb Número de Froude  $< 1$ , règim lent i pendent suau. I Seccions supercrítics amb Número de Froude  $> 1$ , règim ràpid i pendent fort.
  - Seccions crítiques, Número de Froude  $\approx 1$ , cabal independent de la rugositat idònies per a calibrar.
- Identificació dels trams de riu atenent susceptibilitat front al desbordament en funció de la seua capacitat hidràulica:
  - Flux contingut a la llera o llit del riu, sense desbordament.
  - Flux preferent al llit del riu i desbordament puntual al marges.
  - Flux mixt amb corrent a la llera i desbordaments a les marges.
  - Inundació majoritària a la plana d'inundació, grans extensions amb poc calat.
  - Inundació a la plana d'inundació, grans extensions amb elevats calats pròpies de rius penjats.



## 2.2.2 SIMULACIÓ

Procés o simulació al Model Matemàtic Hidràulic.

### 2.2.2.1 MODELITZACIÓ MATEMÀTICA HIDRÀULICA

La fase de modelització matemàtica hidràulica s'ha d'abordar sempre després del preprocés, ja que este ens permet obtindre una visió global del medi a modelitzar. Podem escollir entre diferents nivells modelització en funció de: la complexitat requerida, els resultats esperats, les dades a l'abast per a alimentar el procés i tanmateix pel maquinari i programari disponibles per a dur-la a terme. Els diferents nivells de modelització s'agrupen a la taula següent:

Nivell	MM.Hdc.	1D	Q2D	2D	Q3D	3D	Turb.	$\eta_i$	$V_i$
1	Unidimensional Simplificada	√	x	x	x	x	x	x	x
2	Unidimensional Clàssica	√	x	x	x	x	x	√*	√*
3	Unidimensional Discretitzada	√	x	x	x	x	x	√	√
4	Quasi-Bidimensional	√	√**	x	x	x	x	√	√
5	Unidimensional combinada amb Bidimensional	√	x	√	x	x	x	√	√
6	Bidimensional en aigües someres sense turbulència	x	x	√	x	x	x	√	√
7	Bidimensional en aigües someres amb turbulència	x	x	√	x	x	√	√	√
8	Quasi-Tridimensional amb turbulència	x	x	x	√***	x	√	√	√
9	Tridimensional amb turbulència	x	x	x	x	√	√	√	√

Taula 1. Metodologia per a la modelització hidràulica en funció del nivell de complexitat.

√: Implementat / x: No implementat / \*: Discretització en 3 trams: [ME,LL,MD] marge esquerre, llera i marge dreta respectivament / \*\* Q2D=(1D+1D): Canals de connexió llera 1D amb plans d'inundació 1D / \*\*\* Q3D=(2D+1D): 2D H Boussinesq + 1D V Hydrodinamic. Font: Elaboració pròpia.

Cadascuna de les quals es descriu a continuació de forma resumida. No s'ha considerat per a la classificació el transport de sediments i la llera mòbil, que implicarien un nivell de complexitat addicional.

## 2.2.2.2 NIVELLS DE COMPLEXITAT DE MODELITZACIÓ

### 2.2.2.2.1 Nivell 1: M.M.H. Unidimensional Simplificada.

M.M.H. de Nivell 1: Unidimensional Simplificada (M.M.H.N.1.:1D.S.), la característica principal de la qual és la simulació unidimensional amb rugositat equivalent general.

$$\text{MMH1D } [\eta_{\text{eq}, g}, V_{\text{eq}, g}].$$

### 2.2.2.2.2 Nivell 2: M.M.H. Unidimensional Clàssica

M.M.H. de Nivell 2: Unidimensional Clàssica (M.M.H.N.2.: M.M.H.1D.C.), amb les següents característiques principals:

Simulació unidimensional MMH1D  $[\eta_{\text{eq}, i}, V_{\text{eq}, i}]$ , amb tres rugositats i velocitats equivalents diferenciades per subzones tal que:

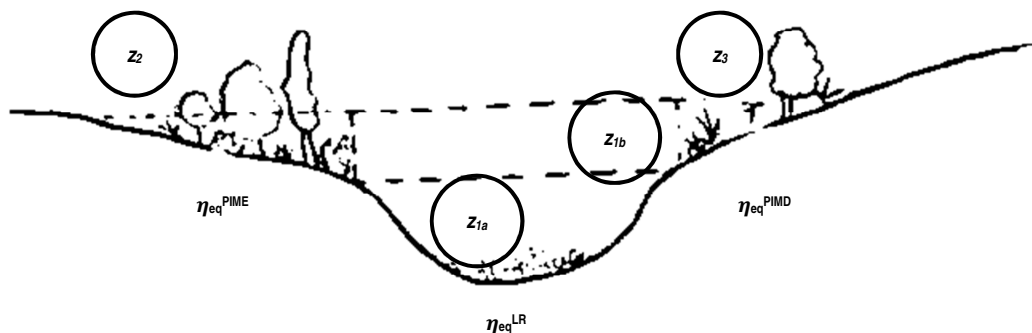
$$\eta_{\text{eq}} = [ \eta_{\text{eq}, \text{LR}}, \eta_{\text{eq}, \text{PIME}}, \eta_{\text{eq}, \text{PIMD}} ],$$

on:

- $\eta_{\text{eq}, \text{LR}} = \eta_{\text{eq}, 1}$  : Rugositat equivalent del Llit del Riu LR).
- $\eta_{\text{eq}, \text{PIME}} = \eta_{\text{eq}, 2}$  : Rugositat equivalent a la Plana d'Inundació Marge Esquerre (P.I.M.E.).
- $\eta_{\text{eq}, \text{PIMD}} = \eta_{\text{eq}, 3}$  : Rugositat equivalent a la Plana d'Inundació Marge Dreta (P.I.M.D.).

Fent ús segons es tracte d'un entorn rural o urbà de les següents discretitzacions de l'espai fluvial:

## 2.2.2.2.1 Seccions Naturals:



Il·lustració 13. Discretització de l'EF. per a MM.Hdc, trans en entorns naturals. Font: Elaboració pròpia.

Tal que:  $Q^{N_{Z1a}} \& Q^{N_{Z1b}} \gg Q^{N_{Z2}} \& Q^{N_{Z3}}$

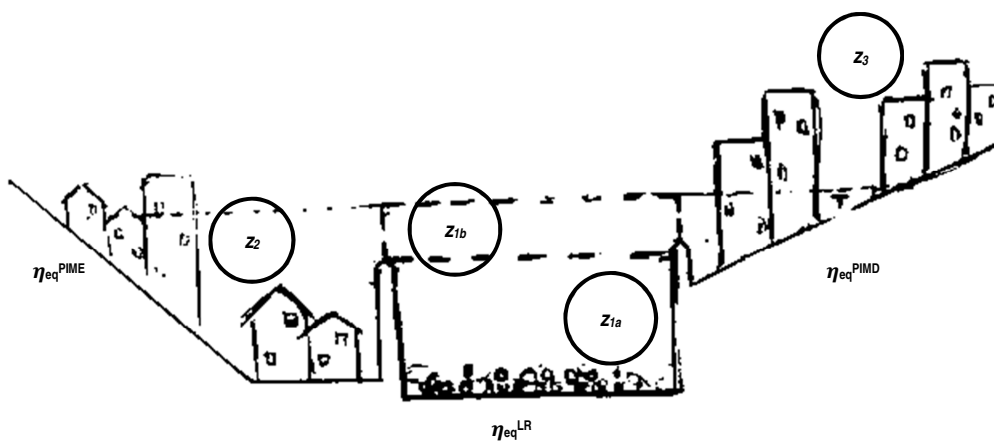
Intervals de rugositat per a l'anàlisi de sensibilitat en seccions naturals:

$$\eta^{N_{1a}} \in [0.03, 0.05]$$

$$\eta^{N_{1b}} \approx 0$$

$$\eta^{N_{2,3}} \in [0.03, 0.07]$$

## 2.2.2.2.2 Seccions Urbanes:



Il·lustració 14. Discretització de l'EF. per a MM.Hdc en trans urbans. Font: Elaboració pròpia.

Tal que:  $Q^{U_{Z1a}} \& Q^{U_{Z1b}} \gg \gg Q^{U_{Z2}} \& Q^{U_{Z3}}$

Intervals de rugositat per a l'anàlisi de sensibilitat en seccions urbanes:

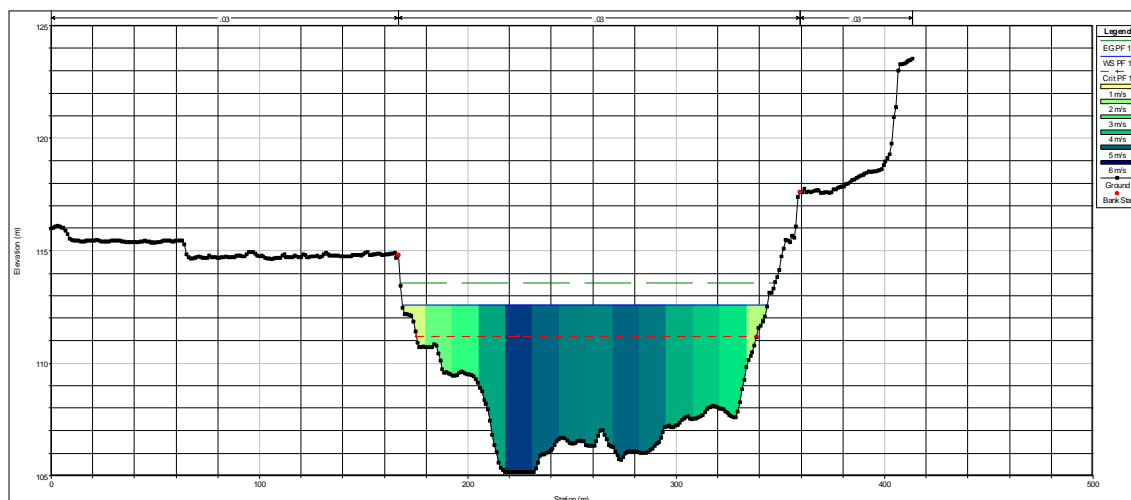
$$\eta^{U_{1a}} \in [0.015, 0.05]$$

$$\eta^{U_{1b}} \approx 0$$

$$\eta^{U_{2,3}} \in [0.015, 0.15]$$

### 2.2.2.2.3 Nivell 3: M.M.H. Unidimensional Discretitzada.

M.M.H. de Nivell 3: Unidimensional Discretitzada (M.M.H.N.3.: 1D.D.), simulació unidimensional MMH1D [ $\eta_i$ ,  $V_i$ ], amb discretització vertical per a la rugositat i per a la velocitat al llarg de la secció.



Il·lustració 15. Distribució de velocitats a una secció transversal modelitzada amb HEC-RAS.

### 2.2.2.2.4 Nivell 4: M.M.H. Q2D

M.M.H. de Nivell 4: Quasi-Bidimensional (M.M.H.N.4.: Q2D), o modelització 1D+1D, inclou canals de connexió llera 1D amb plans d'inundació 1D.

### 2.2.2.2.5 Nivell 5: M.M.H. 1D+2D

M.M.H. de Nivell 5: Unidimensional i Bidimensional (M.M.H.N.5.: 1D+2D), simulació unidimensional al llit del riu, i bidimensional per a aigües someres als plans d'inundació.

### 2.2.2.2.6 Nivell 6: M.M.H. 2D Bidimensional en aigües someres sense turbulència

M.M.H. de Nivell 6: Bidimensional (M.M.H.N.6.: M.M.H.2D), amb simulació bidimensional en aigües someres sense turbulència.

#### **2.2.2.2.7 Nivell 7: M.M.H. 2D Bidimensional en aigües someres amb turbulència**

M.M.H. de Nivell 7: Bidimensional amb Turbulència (M.M.N.7.: M.M.H.2D+T.) igual que l'anterior incloent turbulència.

#### **2.2.2.2.8 Nivell 8: M.M.H. Q3D Quasi-Tridimensional amb turbulència.**

M.M.H. de Nivell 8: Quasi-Tridimensional amb Turbulència (M.M.N.8.: M.M.H.Q3D+T.) (2D+1D) combinació d'un model 2DH Boussinesq + 1DV hidrodinàmic.

#### **2.2.2.2.9 Nivell 9: M.M.H. 3D Tridimensional amb turbulència.**

M.M.H. de Nivell 9: Tridimensional amb Turbulència (M.M.N.9.: M.M.H.3D+T.) igual que el nivell 7 però tridimensional.

### **2.2.3 POSTPROCÉS**

Que contempla l'anàlisi dels resultats del model per comparació del comportament obtingut per modelització amb l'obtingut a partir de la C.E.F.H.I. establert prèviament, per al seu calibratge i validació.

#### **2.2.3.1 CALIBRATGE**

Existixen diverses metodologies per al calibratge de modelització matemàtica hidràulica per a l'estudi d'inundacions: fent ús d'informació observada de nivells, o de superfície d'inundació, per al menys un esdeveniment d'avinguda. Per a la basada en nivells observats, es poden extraure mesures de registres

d'aforament, o partir de sensors LiDAR. Respecte a la basada en mesures d'extensió d'inundació poden aplicar-se tècniques de teledetecció amb sensors remots satel·litaris fent ús la tecnologia S.A.R., i/o fotointerpretació de fotografia aèria. De manera complementària per a ambdós es pot fer ús d'altres fonts d'I.N.S. com ara.: marques d'aigua a la plana d'inundació, o d'evidències dendromòrfiques (extretes a partir de les investigacions de l'estudi dels anells de creixement dels arbres de ribera), o d'inundacions històriques o paleohidrològiques, etc... Tanmateix es pot fer ús d'una combinació d'observacions de nivells i superfícies d'inundació.

L'objectiu del calibratge es arribar a establir les relacions:

$$R_y = \frac{y_M}{y_O}$$

On:  $y_M$ : cabal modelitzat

$y_O$ : cabal observat

$$R_s = \frac{SI_M}{SI_O}$$

On:  $SI_M$ : superfície d'inundació modelitzada

$SI_O$ : superfície d'inundació observada

Per tal de poder procedir a l'estimació de l'error existent entre el valors d'inundació observats front al modelitzats.

### 2.2.3.2 VALIDACIÓ

Comprovació del model prèviament calibrat, aplicant el model per al menys un esdeveniment d'avinguda amb evidències d'inundació nivell o superfícies conegudes.

### **3 CAS D'ESTUDI: APLICACIÓ A LA RECONSTRUCCIÓ DE LA RIUADA DE VALÈNCIA DE 14 D'OCTUBRE DE 1957.**

#### **3.1 PREPROCÉS**

##### **3.1.1 DESCRIPCIÓ DE L'ÀMBIT D'ESTUDI**

La zona d'estudi en 1957 principalment horta (a dia de hui força urbanitzada com a conseqüència de l'important desenvolupament urbanístic arran l'actuació del Pla Sud derivat de l'esdeveniment analitzat) es localitza en el sector central de la plana valenciana, ocupada per una franja al·luvial que s'estén amb direcció NE-SO adossada als relleus de l'interior i modelada per les aportacions dels sistemes fluvials afluent al litoral dels: riu Túria i barrancs de Carraixet i Torrent. Amb una costa de tipus deltaic i albuferenc, regularitzada per una barrera o restinga arenosa. El gran potencial del medi natural de la plana al·luvial amb excel·lents recursos: hidrològics, geomorfològics, edàfics i climàtics, i les importants accions antròpiques realitzades al llarg dels segles de: parcel·lació, anivellació de terres i construcció d'infraestructures de derivació d'aigua, van donar com a resultat final un mosaic de parcel·lari derivat d'un intens aprofitament agrícola amb tot un seguit de tanques, séquies i cultius per tot arreu, entreteixits al llarg de molts segles al voltant de una cultura de l'aigua molt arrelada.

##### **3.1.1.1 GEOLÒGICA**

Per a dur a terme la caracterització geològica esdevé necessari recórrer a la bibliografia específica existent de la que s'extrauen les línies principals a continuació. La zona d'estudi està situada en la zona de llevant de l'extrem sud-oriental de la Serralada Ibèrica, on les estructures de directriu ibèrica se submergixen davall els rebliments neògens quedant els afloraments mesozoics com a afloraments aïllats. En els relleus muntanyosos d'este sector, predominen els

materials mesozoics, mentre que en les fosses i conques sedimentàries són molt extensos els materials terciaris i quaternaris CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2007).

Les dades regionals suggerixen que a zona central de la Cadena Ibèrica es va produir un canvi gradual entre un règim compressiu i un distensiu durant el Miocè Inferior-mitjà, que va estar localitzada en la zona del litoral SIMÓN (1984). En contraposició el model dinàmic simple suggerix la coexistència temporal de compressió i distensió en unes quantes zones d'este sector. Reactivant-se a partir del Miocè superior la tectònica d'esta zona, desenvolupant-se falles normals en tot l'àmbit de la Ibèrica GUIMERAÀ (1996).

L'àrea d'estudi s'ubica en la conca cenozoica o terciària de la Depressió Valenciana que va començar a obrir-se a mitjan Miocè durant les fases finals de l'orogènia Alpina. Esta depressió, reblida de materials terciaris i quaternaris, limita amb el Mediterrani per l'Est i amb diverses serres de materials mesozoics i paleògens al nord (Serra Calderona), a l'oest (Serra del las Cabrelles) i sud (Serra de l'Ave). Durant el Miocè el mar va envair parcialment esta depressió, mentre cap a l'Interior quedaven espais lacustres de manera que els nivells neògens de rebliment són d'origen continental cap a la part occidental i marí cap a l'est ANADÓN I ALCALÁ (2004). Els materials quaternaris de la plana litoral corresponen a quatre tipus de sèries al·luvials CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2007):

- Extensius depòsits d'argiles roges amb nòduls i crostes calcàries, en forma de glacis i peu de muntanyes en la zona del Pla de Quart, Torrent i les rampes prelitorals entre els barrancs de la Calderona i Carraixet.
- Sèries de rebliment de vall (sèries de terrassa) laterals dels llits fluvials.
- Dipòsits de cons de dejecció fluvials plistocens i holocens.
- Materials fins de tipus deltaic i albuferenc en la costa.



### 3.1.1.2 BIOGEOGRÀFICA I EDÀFICA

La zona queda emmarcada a la comarca de l'Horta amb un bon potencial hidrològic i edàfic que afavorí en el seu moment la implantació de sistemes de regadiu tradicionals. Amb una intensa transformació del medi natural per eliminació de la coberta vegetal natural, i construcció de nombroses infraestructures hidràuliques, amb les corresponents repercussions en la geomorfologia de l'espai fluvial: llera, terrasses, planes d'inundació, glacis i peu de muntanyes, a més de l'espai deltaic litoral CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2007).

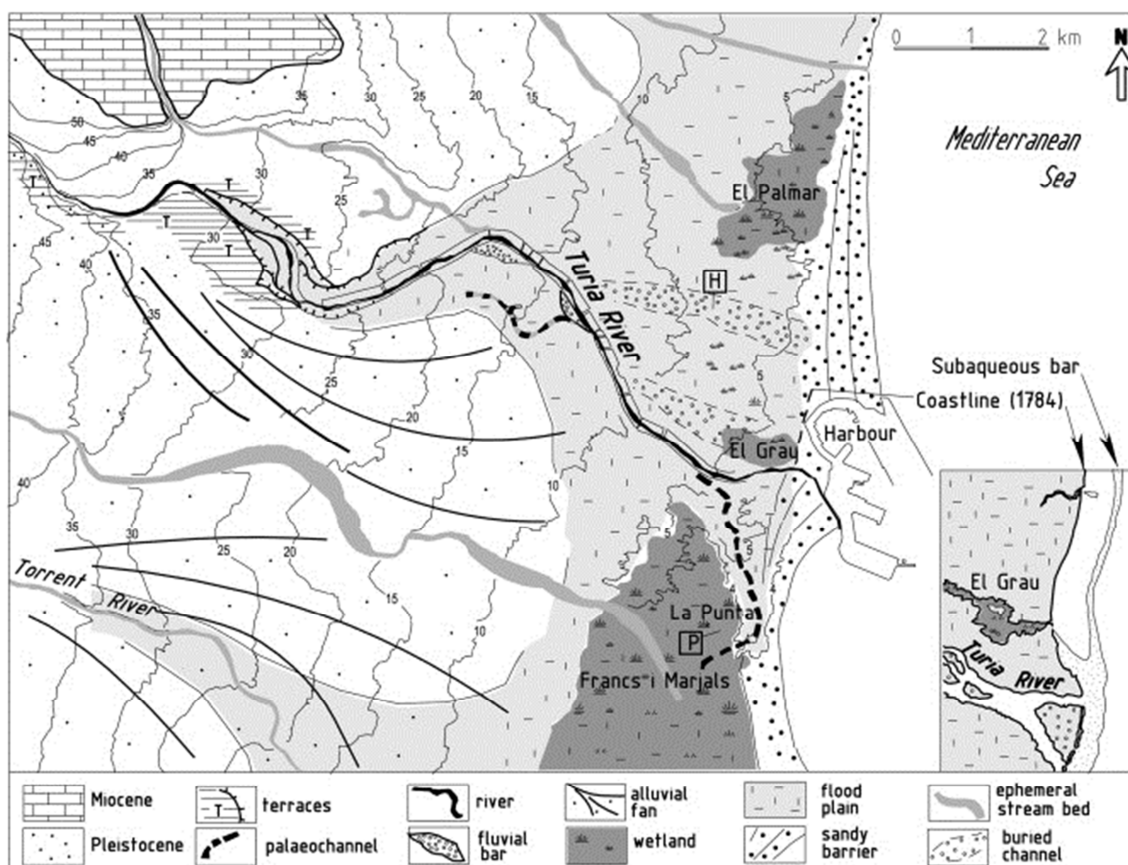
La plana litoral abans presentava diversos tipus de sòls, els fluvisòls millors i més fèrtils s'estenien en superfícies cobertes de sediments al·luvials llimós-arenós de color terrós o beix., que es desenvolupaven sobre els plans d'inundació dels rius i els sectors distals dels cons de dejecció al·luvials. Estos àmbits lligats al medi fluvial presentaven les bandes pròpies de la vegetació ripària, en una primera banda es desenvoluparien les salzedes, en la segona un poc més apartada del llit les xopades i més allunyades les omedes. De la que poques restes hi ha, no obstant per les característiques del territori i també per les restes que queden de vegetació en algunes alqueries i per la recuperació de la vegetació natural en zones marginals de cultius abandonats, es podria afirmar que la vegetació primigènia de l'horta era una omeda formada per un estrat arbori de *Ulmus minor* acompanyat d'albarzers i arços blancs. Destacaria a més l'abundància d'hedra i la presència d'acant (*Acanthus mollis*). Abans de les transformacions per al regadiu, en els sectors inundables de capçalera i en àrees pròximes als llits al·luvials, els sòls originals serien molt permeables tal com correspon a la gamma dels areno-sòls, amb una vegetació característica, en barres fluvials, de rambles i llits secs, de baladres (*Nerium oleander*) CARMONA ET AL. (2007). Per altre banda s'estenien sòls de color terrós rogenc sobre glacis i cons de dejecció al·luvials plistocens, amb nòduls i crostes calcàries. La vegetació original d'afloraments calcaris i margo-calcaris

terciaris, glacis i peu de muntanyes estaria en el seu moment formada per carrascars i coscollars termo-mediterranis que van haver de ser passats amb la rella ja en l'Antiguitat i transformats en secans. En els entorns palustres apareixien sòls glèics i la vegetació pròpia d'àmbits lacustres COSTA (1999).

### 3.1.1.3 SEDIMENTOLÒGICA I GEOARQUEOLÒGICA

La confrontació de les dades sedimentològiques, estratigràfiques, geoarqueològiques i de datació radiocarbònica ens permet establir l'evolució geomorfològica de l'Holocè tardà plana d'inundació costanera del riu Túria. La transgressió marina del Holocè va formar un ambient de llacuna barrera costanera a la plana costanera. Durant l'Holocè tardà, l'augment de sediments subministrats a curs baix del riu van promoure: (a) la progradació de crestes arenoses costaneres deltaïques de la costa i (b): la agradació de la plana d'inundació a la part superior de la seqüència sedimentària CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011). La morfogènesi Holocè de la plana inundable del riu Túria és similar a altres litorals a la Mediterrània occidental. En el cas del riu Túria, transgressió marina tot just va penetrar cap a l'interior del continent, les valls de l'Holocè van ser tot just una incisió i formen ancorades poc profundes i, possiblement, ramificades en un entorn poc profunda barrera llacuna costanera. Durant l'Holocè tardà, l'augment de sediments subministrats a la baixa prop del riu, van promoure la progradació de crestes sorrenques costaneres deltaïques a la costa i la agradació de la plana d'inundació a la part superior del registre sedimentari. Quatre fases es reconeixen clarament en el registre geoarqueològica de la plana d'inundació costanera.

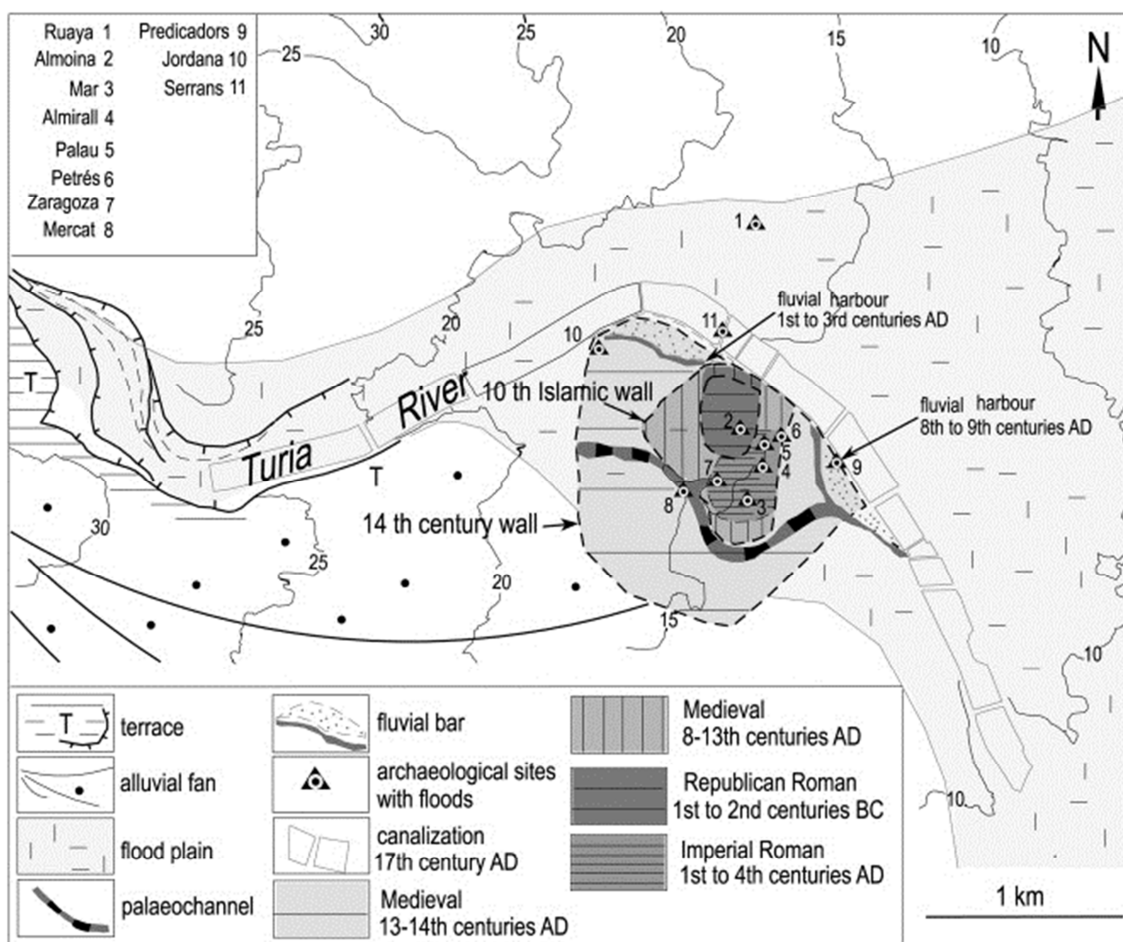
- Fase 1: les inundacions de magnitud Alta (2800 BP fins al segle III aC).
- Fase 2: agradació llera lent i progressiva formació de dics (règim de crescudes de baixa energia) en l'època romana (del segon segle abans de Crist fins al segle 5 dC).



Il·lustració 16. Mapa geomorfològic del riu Túria plana d'inundació costanera. La finestra a la part inferior dreta mostra la part frontal del riu Túria amb el delta d'acord amb la cartografia històrica (1784). Font:

CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011).

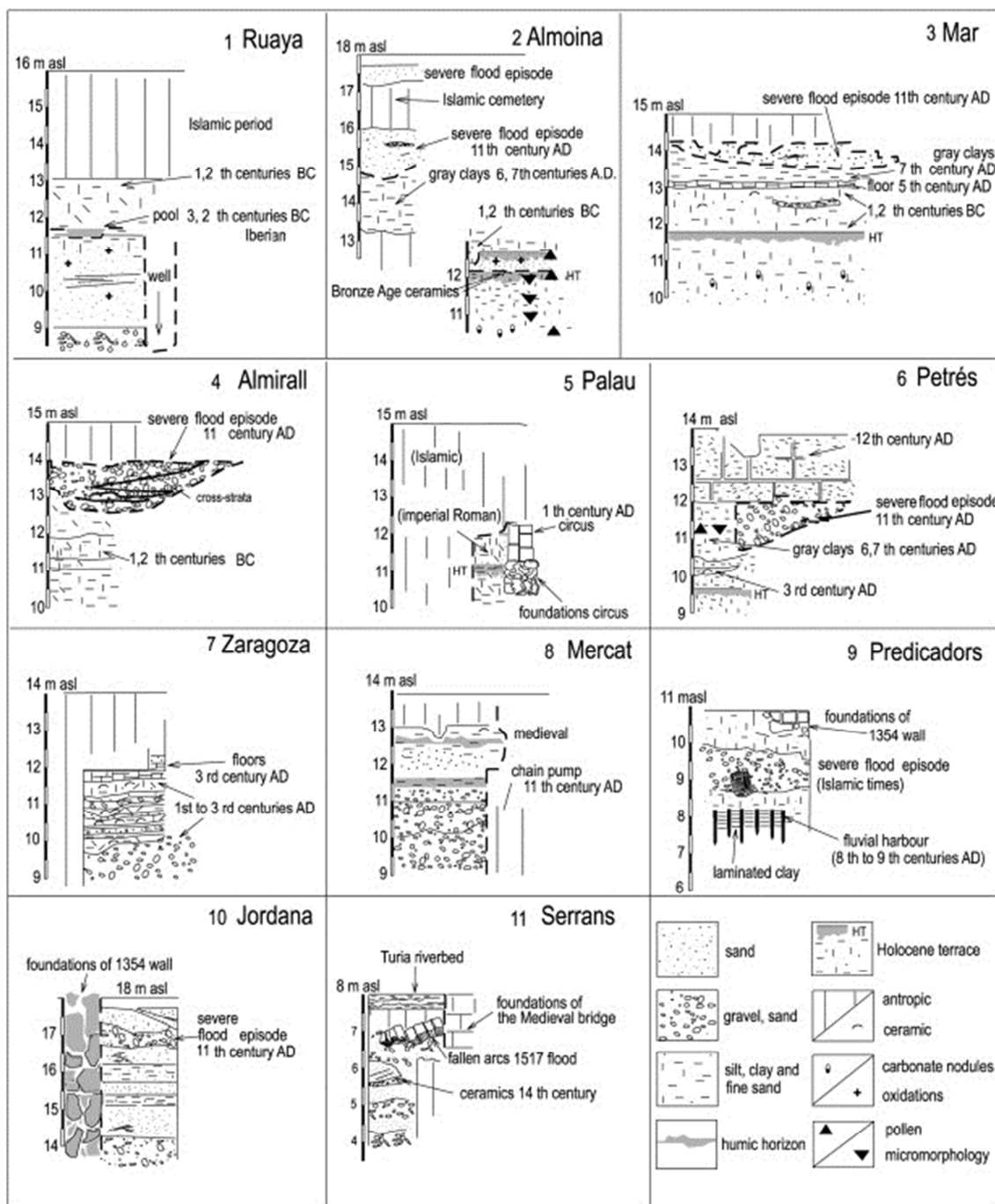
- Fase 3: Els processos ambientals Swampy (6è a 9 de segles).
- Fase 4: Segona fase de les inundacions de gran magnitud (del segle 11). La primera fase de les inundacions és coetània a un episodi climàtic fred clarament registrat en els rius d'Espanya i en les dades indirectes d'Europa Occidental. La fase del règim de crescudes de l'energia baixa i la formació de dics en l'època romana és contemporània amb la fase d'augment de la humitat i estabilitat morfogenètica detectat en la majoria de les regions del sud de la Mediterrània.



Il·lustració 17. Plana d'inundació del riu Túria a la ciutat de València Ubicacions de seccions arqueològiques amb inundacions històriques. (Vore Il·lustració 19). Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011).

La segona fase de les inundacions de gran magnitud s'ha detectat en altres rius de la Península Ibèrica. Hi ha molt poques referències a escala mundial i en el nostre cas, es tracta d'una molt curta etapa al riu Túria. Aquest episodi podria estar relacionat amb la desforestació a la conca causa de l'explotació forestal intensa durant el període cultural islàmic. El canal originalment navegable del romà i període islàmic es converteixi en un canal d'ample i poc profund amb bancs de grava (trenat) en l'època medieval. Inundació dipòsits de fricció, per tant, tenen el potencial per

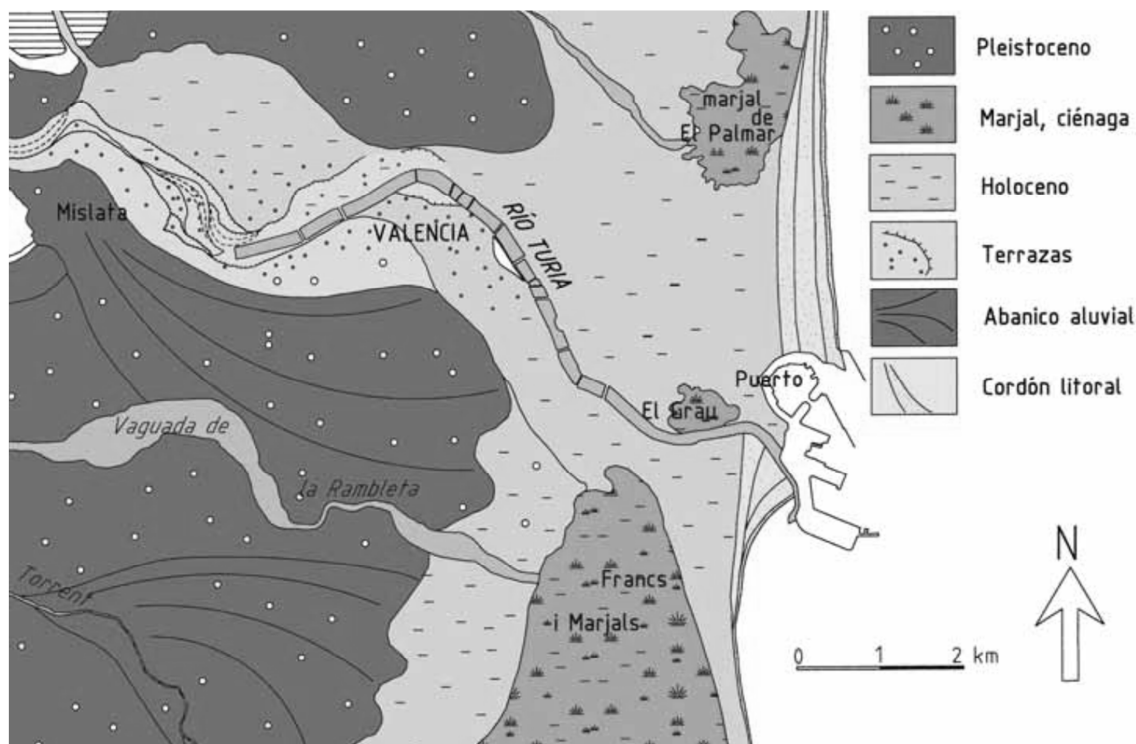
proporcionar informació sobre els canvis ambientals i l'evolució geomorfològica. CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011).



Il·lustració 18. Perfils geoarqueològiques a la plana d'inundació (Vore Il·lustració 18). Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011).

### 3.1.1.4 GEOMORFOLÒGICA I PALEOHIDROLÒGICA

Es descriuen a continuació les pinzellades geomorfològic bàsiques estretes dels estudis duts a terme pels geomorfòlegs de la Universitat de València: CARMONA, P. i RUIZ, J.M., especialitzats en la matèria i grans estudiosos de la geomorfologia fluvial del Riu Túria, amb un extens seguit d'articles i publicacions científics a llarg de la seua trajectòria professional. Segons estos autors els ambients geomorfològics existents a l'àrea d'estudi de manera predominant són: els glacis i cons de dejecció al·luvials plistocens, els valls i terrasses, les planes d'inundació i el litoral deltaic.



Il·lustració 19. Esquema Geomorfològic de la Plana de València. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (1998).

#### 3.1.1.4.1 Glacis i Cons de Dejecció Al·luvials Plistocens

Una extensa vorera de glacis i acumulacions al·luvials compostes per argiles roges, nòduls i material detrític constituïx el nexa d'unió dels ambients de la plana

amb els relleus mesozoics i terciaris de la conca terciària valenciana. Estes formacions es disposen com una rampa al llarg d'un eix de subsidència de directriu NE-SO, al trencament de pendent de les serres i fosses ibèriques. Sobre este rampa, el riu Túria i els barrancs del Carraixet, de Torrent i Picassent han construït cons de dejecció al·luvials plistocens que s'interdigiten en la seua part distal amb els sediments litorals holocens i en els àpexs amb glacis poligènics. CARMONA, P., RUIZ, J.M. (2007).

Als glacis com el del Pla de Quart, cal destacar l'extensió dels nivells de crostes antigues (Plistocè inferior) a l'interior de Manises, Aldaia i Alaquàs. Es tracta de superfícies relictas de cronologia Plistocè inferior-mig i, possiblement, deformades per la neotectònica, en les que afloren de forma extensiva crostes (calcaris pulverulents sobre miocè). Els pendents són suaus, generalment entorn de l'1%, encara que localment pot superar el 2%. S'intercalen també àrees amb argiles de descalcificació de tons rogencs. El llit de la rambla de Torrent, a l'oest d'Aldaia i Alaquàs s'encaixa en este sector, amb trencaments de pendent i erosió remuntant sobre els nivells de crosta i llims rojos amb nòduls. En este sector la rambla de Torrent i una sèrie de llits afluent en el Pla de Quart (barrancs de Pozalet i Gallec) procedents de les serres dels Rodanes i Perenxisa dissenyen un sistema de cons coalescents (pliocens i holocens). L'encaixament dels llits fluvials disminueix gradualment fins que els llits desapareixen en el punt d'intersecció amb les acumulacions sedimentàries holocenes.

Els cons de dejecció al·luvials apareixen en l'eixida dels sistemes al·luvials a la plana costanera. els materials d'estes formacions es componen de diversitat de sòls arenosos, llimosos i argilosos de tons rogencs molt carbonatats. Els pendents solen ser suaus però majors a les acumulacions dels plans d'inundació del riu. Estos ambients estan subjectes a torreneres difuses i apareixen solcats per tàlvegs que concentren els escorrentius. El potencial hídric dels sòls rojos es relaciona amb

recursos de fonts i aquífers no molt profunds de manera que en molts sectors van quedar englobats ja en l'Edat Mitjana dins dels perímetres regats per séquies. El con de dejecció al·luvial del riu Túria és el de major desenvolupament, es caracteritza per la seua morfologia radial convexa generada per la migració del llit del Túria i els seus depòsits d'inundació al llarg del Plistocè mig superior. Arranca de la població de Quart i es desplega cap al sud pel seu marge dreta. El con de dejecció pliocè del Barranc de Torrent s'inicia aigües avall d'esta població i s'estén cap al nord. Ambdós edificis al·luvials estan formats per sediments fluvials quaternaris --argiles roges molt compactes, arenas i conglomerats. Els llims terrosos en els sòls d'horta que a vegades apareixen sobre estes morfologies són conseqüència de la transformació dels sòls pel regadiu secular.

#### **3.1.1.4.2 Valls i Terrasses**

Una unitat ambiental diferent la constituïxen les valls dels rius. Únicament el riu Túria de molta major entitat que els barrancs de Carraixet i Torrent ha obert una xicoteta vall abans d'entrar en la plana costanera. El Túria discorre cap al litoral confinat entre terrasses fluvials de topografia plana i sòls de textura arenosa i/o pedregosa. Estes terrasses, depòsits al·luvials que es disposen en bandes allargades a un costat i a l'altre del llit fluvial, queden en ressalt respecte al nivell del riu, ja siga per encaixament fluvial, o per factors tectònics i apareixen ben desenvolupades entre Manises i Mislata. Aigües avall queden soterrades pel con de dejecció i pla d'inundació del Túria que s'estén per la ciutat de València cap a la costa CARMONA (1990). En esta vall o corredor al·luvial, el confinament topogràfic facilita la presa d'aigua del llit per mitjà d'assuts o xicotetes preses sense necessitat d'elevat a penes la làmina d'aigua. El pendent d'estos trams fluvials permet dominar per gravetat les terrasses naturals situades en sectors aigües baix, organitzant sistemes de regadiu en forma de bandes paral·leles al riu en un primer tram i radials aigües avall en el sector on s'estén el ventall al·luvial. Per un altre



costat, en punts pròxims al llit, es depositen barres i illes fluvials de material gros construïdes per les divagacions del llit que van ser també ocupades per cultius.

#### 3.1.1.4.3 Plans d'Inundació

En les inundacions de l'any 1957 Carraixet, Túria i Torrent van solapar els seus plans d'inundació en el litoral formant un continu transversal d'aigua i sediments sobre la plana d'inundació i marjals septentrionals de l'Albufera. La reiteració dels processos de crescuda i desbordament d'estos llits al llarg dels últims mil·lennis del període Holocè ha conformat l'element morfològic més recent del territori on s'estén la comarca de l'Horta. Els plans d'Inundació d'estos rius han progradat sobre antics espais humits sobre una antiga Albufera que s'estenia pel nord fins a la marjal del Palmar. RUIZ, J.M, CARMONA, P., (2005).

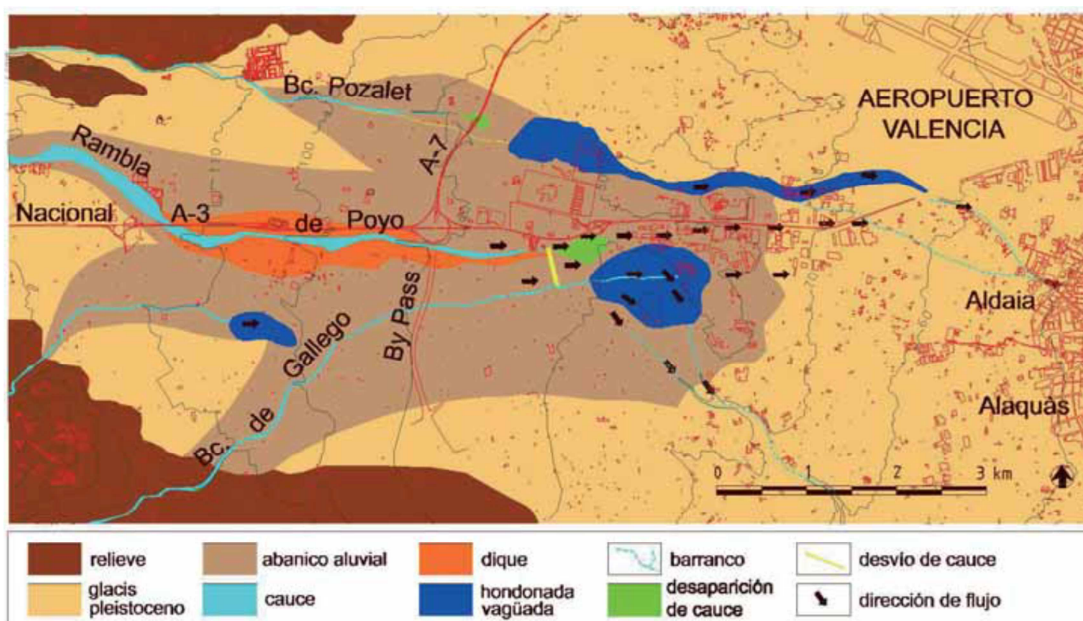
La plana d'inundació del Túria és de tipus confinat, d'alta energia i amb sediments no cohesius de textura grossa, segons la classificació de NANSON I CROKE (1992) i presenta valors de pendent longitudinal mitjans de 0.2%. En el sector costaner la càrrega sedimentària dels desbordaments del Túria hi ha progradat sobre àmbits palustres (marjal del Palmar i el marge septentrional de l'Albufera). Estos àmbits van ser reblits, bonificats i cultivats en època històrica CARMONA, ET AL. (1994); RUIZ, ET AL., (1999). Abans de la regulació pels embassaments el riu Túria transportava abundant càrrega de llit (grava i arena) fins a la desembocadura gràcies a un pendent relativament elevat (pròxima a 2 m per Km). Els seus sediments eren descrits per ESCOLANO (1610) com: ...“sin género de limo ni cieno en todo su curso por ser tanta la arena que acarrea este río en las avenidas, que no da lugar a que venga recogido por canal o madre honda"... (Llibre VII. Cap. 1).

En les primeres dècades de l'Edat Moderna, el llit al seu pas per la ciutat de València era somer, amb vores poc definides, no paral·leles, de traçat irregular, a penes encaixat i amb trajectòria canviant durant les avingudes. Fins la gran

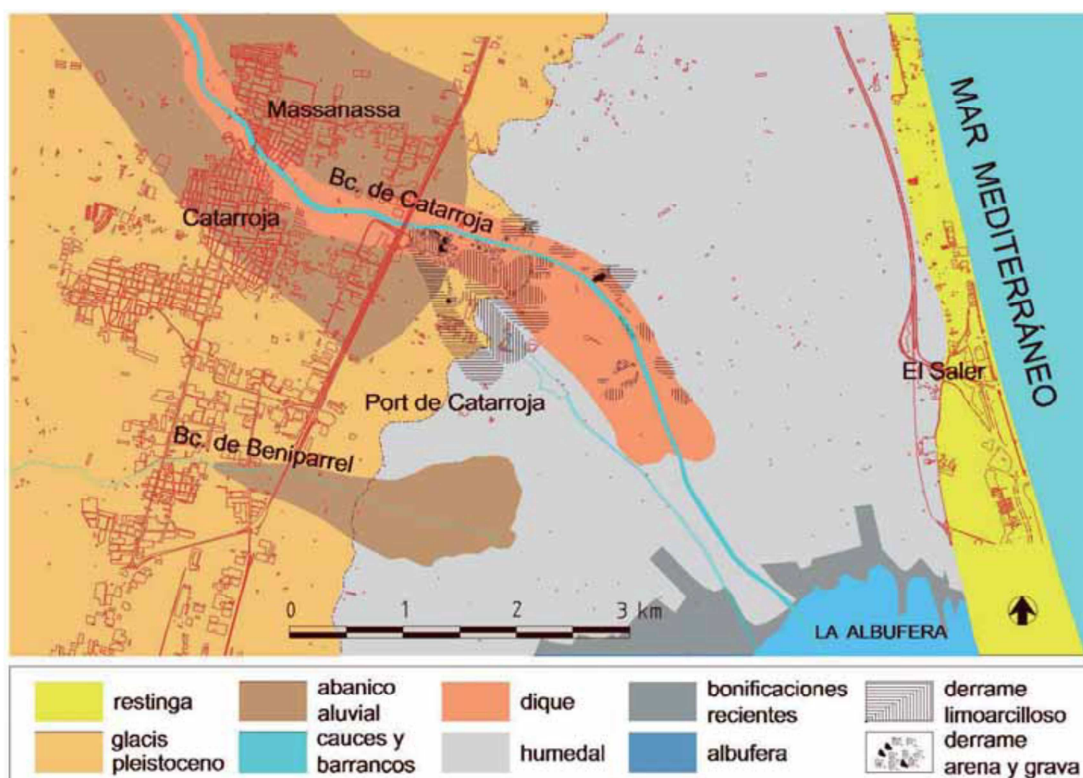
inundació de 1957 discorria pel nord de la ciutat històrica entre els ampits de la Fàbrica Nova del Riu construïts durant l'Edat Moderna. Si el cabal ordinari del riu Túria ha significat per a la ciutat un important recurs per al reg, les fortes crescudes generades a la part baixa de la conca i les greus inundacions han sigut la contrapartida. L'estudi paleohidrològic ha permès identificar riuades molt antigues coetànies a la ciutat romana. Durant el període islàmic el riu va continuar inundant la ciutat de València, de les quals el registre geoarqueològic preserva nombroses evidències. Apareixen acumulacions d'arena, cantells i grava, depòsits amb estructures sedimentàries de flux de corrent i amb tipologia de barres fluvials que poden interpretar-se com a depòsits d'inundació semicanalitzats o subdeltes de vessament. Moltes cases, pous, sénies i elements constructius són destruïts, rebentats i inclús soterrats baix capes de cantells i graves CARMONA (1990, 1991). Estes inundacions estan citades en alguns documents islàmics HUICI (1969) i es localitzen en pràcticament totes les excavacions arqueològiques amb vestigis materials dels segles X i XI. Després de la conquesta cristiana en 1356, s'inicia la construcció d'una nova muralla que superava la xicoteta terrassa fluvial holocena de la ciutat islàmica i romana. Este nou recinte devia preservar a la ciutat dels perills militars i també dels fluvials. no obstant la ciutat, segons les cròniques s'inunda de forma recurrent ALMELAI VIVES, F., (1957).

Un altre llit amb crescudes i desbordaments era la Rambleta, escorrentiu de caràcter fluvial que, abans de la urbanització de l'Horta i de la construcció del nou llit del Túria, discorria al sud de la ciutat de València, al llarg de la intersecció entre els cons de dejecció al·luvials del riu Túria i el Barranc de Torrent. La Rambleta canalitzava part dels fluxos de desbordament del Pla de Quart i evacuava les aigües pluvials i els sobrants de reg d'un ampli espai situat entre les hortes de Faitanar i Xirivella i el tram inferior de la Séquia del Rei. Unes quantes fonts i marjals al llarg del seu curs, alimentats per l'aflorament freàtic el convertien en un curs d'aigua perenne. S'iniciava junt a l'Alqueria dels Aiguamolls, al sud-oest del

cementeri municipal de València. Aigües avall descrivia dos seus inflexions junt amb la Creu Coberta i, abans d'arribar a les marjals del litoral, es perdia entre les hortes. Segons la topografia detallada, en el tram del Parc de La Rambleta aconseguia un encaixament pròxim als 2 m de desnivell SANCHIS I RUIZ. (2003). No obstant això al 1965, la Rambleta va ser seccionada pel nou llit del Túria, que va desconnectar el sector de capçalera del seu tram mitjà i va separar el seu curs baix de la seua desembocadura al mar i de la seua connexió amb l'Albufera. El desguàs de les crescudes de la rambla de Torrent en el Pla de Quart s'efectuava històricament cap a l'horta de València per mitjà de trencaments en la marge esquerra que de vegades arribaven al llit del Túria FAUS (1999) i la Rambleta a través del sector d'hortes d'Aldaia i Alaquàs CARMONA (1995); SANCHIS C., RUIZ J.M., (2003). A finals del segle XVIII es va excavar un llit per a intentar conduir el drenatge cap al Barranc de Torrent travessant els escorrentius entre les poblacions d'Aldaia i Alaquàs, fins a les hortes del sud de Xirivella i poc després a la Creu Coberta on, segons la documentació històrica, el corrent d'aigua tenia un alt poder destructiu. Antigament el llit natural de la rambla de Torrent i altres escorrentius menors desapareixien prop a les poblacions de l'àrea metropolitana de València (Aldaia, Alaquàs, Xirivella). Per a poder evacuar les crescudes s'excavaren artificialment els llits de la Rambla de Torrent i del Barranc de Gallec des dels seus punts d'intersecció, evidenciat pels traçats rectilinis i un colze artificial a 90° efectuat a l'altura del Mas de l'Oliveral. Després de la confluència amb el barranc de Gallec, es produïx un nou gir a 90° cap a l'est del llit del riu que canalitza les aigües cap les Basses, on l'aigua s'estanca i és capturada per uns aragalls d'erosió remuntant que s'encaixen cap al sud en direcció al barranc de Torrent (CARMONA. 1995). Només part del cabal discorre cap al Barranc de Torrent a través d'una canalització d'escassa capacitat (100 m<sup>3</sup>/s). Aigües avall el barranc es desborda a Catarroja inundant els marjals de l'entorn de l'Albufera RUIZ, J.M., CARMONA, P., (2004).



Il·lustració 20. Geomorfologia i inundacions al Pla de Quart. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2007).



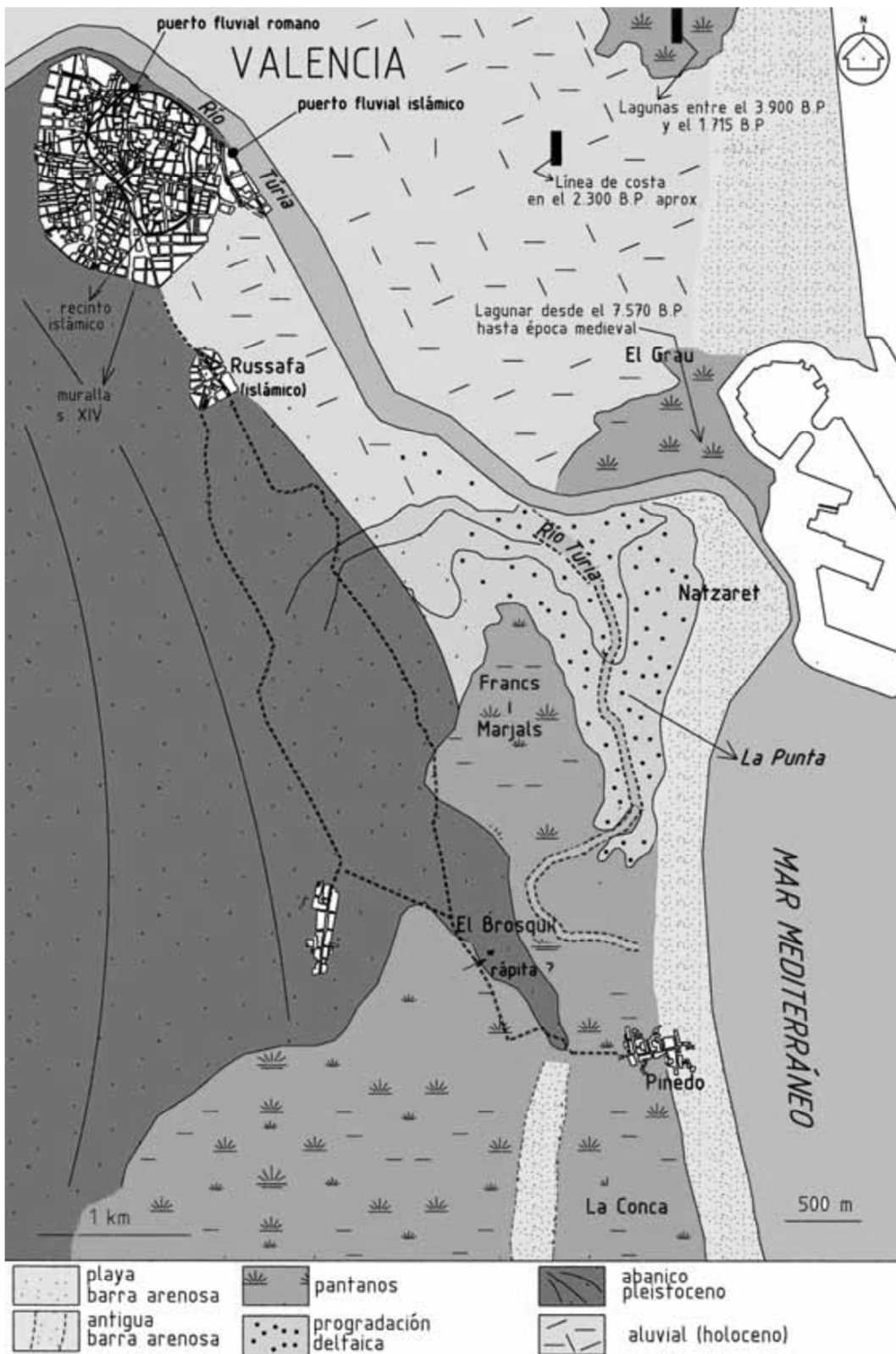
Il·lustració 21. Esquema geomorfològic dels plans d'inundació del Barranc de Catarroja. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2004).

#### 3.1.1.4.4 Litoral Deltaic: La Punta del Túria i L'Albufera

Les associacions fluviodeltaiques més característiques del Golf de València, es desenvolupaven al sector costaner del territori de l'Horta. Àmbits deltaics litorals que englobaven una diversitat de microambients com ara estanys i llacunes d'aigua salobre, aiguamolls i torberes d'aigua dolça, prats amb vegetació variable en funció de la salinitat, etc. Amb un paisatge natural característic derivat d'una evolució morfològica en època molt recent a escala geològica, durant la qual va tindre lloc l'acreció deltaica i la progradació dels plans d'inundació dels rius. El reblliment al·luvial es va accelerar en els últims dos mil·lennis al mateix temps que es produïx el recreixement de les barreres arenoses litorals. En els últims segles la bonificació i l'extensió dels perímetres regats van homogeneïtzar el paisatge fins a esborrar les empremtes de la diversitat natural.

De molts d'estos ambients, hui totalment transformats, sols han quedat els topònims que indiquen progradacions deltaiques, àrees lacustres i palustres i ens informen sobre les pretèrites característiques hidrològiques o morfològiques (marjal del Palmar, Francs i Marjals, Tremolar, La Punta, etc.).

ROSSELLÓ, V.M., (1972) va plantejar la hipòtesi d'un primitiu delta comú dels rius Túria-Xúquer de més de 400 km<sup>2</sup> que estaria en la base de la formació i reblliment de l'Albufera, este mateix autor mostra els perímetres dels progressius aterraments que anirien constrenyent progressivament els marges del llac i conformant unes vores de traçat rectilini i retallat. RUIZ, J.M., CARMONA, P., (2005) estudien la formació de la plana deltaica Xúquer-Túria i la distribució espacial dels deltes interiors en l'entorn de l'Albufera, destacant el potent nivell de reblliment de llims d'inundació (dics al·luvials) corresponent a les planes d'inundació d'ambdós rius.



Il·lustració 22. Delta d'onatge del Túrria a la Punta. Font: RUIZ, J.M., CARMONA, P., (1999).

El traçat del delta de la Punta del riu Túria va quedar fixat en un alçament fotogramètric de 1980 RUIZ, J.M., CARMONA, P., (1999). Cap al sud-oest, altres llits com la Rambleta, el barranc de Torrent i el de Beniparrell conformen també deltes vessants al llac de l'Albufera RUIZ, J.M., CARMONA, P., (2004).

La posició més meridional de la desembocadura del Túria encara mostra la seua empremta morfològica en superfície en el sector de la Punta d'En Silvestre. Correspon a un delta de càrrega mixta, amb dics al·luvials progradants sobre les zones palustres dels Francs i Marjals medievals. La desembocadura bloquejada per sediments podria desaiguar en el marge septentrional de l'Albufera, un sector denominat La Conca en època medieval., connectat hidrològicament amb el llac i accessible des del mar per bocanes o goles.

L'arrencada de la Punta s'observa clarament en els dics al·luvials del marge dret que apareixen paral·lels al llit a partir de l'antic recinte murallat de la ciutat (més avall de la Rambla dels Predicadors) i que es prolonguen amb morfologia de dic o braç mort abandonat, este curs fluvial va poder quedar abandonat per la desviació o avulsió del Túria cap a les marjals del Grau en un període indeterminat anterior al final del segle XIV. L'increment del gradient en el tram final (superior al 2‰) i del grossor de la càrrega sedimentària conseqüència de la desviació va haver d'impedir definitivament la navegabilitat del Túria des del segle XV RUIZ, J.M., CARMONA, P., (1999). Anteriorment el recorregut del riu era més llarg, el perfil longitudinal de menor gradient i el llit més estret i profund. permetent la navegació a les embarcacions de xicotet calat que arribaven fins als ports de la ciutat (durant èpoques romana i islàmica).

Escasses són les referències trobem a la bibliografia de la Punta en època medieval. Cal recordar que de fet la seua integració en el sistema de regadiu amb la prolongació de la séquia de Rovella fou molt tardana, probablement del segle XVI SANCHIS (1998). La Punta d'En Silvestre es trobava en el límit oriental dels Francs i

Marjals medievals, espais dedicats a past del ramat i on durant la primera mitat del segle XIV es van realitzar operacions de sanejament desviant els sobrants de les séquies de Favara i Rovella cap al Guadalaviar.

El tram final del Guadalaviar s'establix sobre les marjals del Grau, espai que ha anat omplint en els últims segles amb sediments d'inundació, una capa de llims arenosos que no ha arribat a reblir l'àmbit pantanós ni a configurar dics al·luvials prominents en la topografia. El traçat del riu en el seu últim quilòmetre, de nou NO-SE, es artificial perquè s'adossa al dic del port construït en el segle XIX. A resguard d'este l'onatge va depositar barres d'acreció arenoses en el seu marge dret en la part de Natzaret.

Dels nombrosos ullals que alimentaven l'Albufera i les marjals del sud del Túria bona part han anat desapareixent per aterrament intencionat o bé passen desapercebuts al ser drenats i incorporats a séquies. Estan reflectits en la cartografia de les vores septentrionals i occidentals de l'Albufera. La restinga, franja arenosa d'amplària variable alimentada per les aportacions fluvials conforma la línia de costa. En l'actualitat la construcció d'embassaments ha interromput les aportacions d'arena i s'ha passat a una costa d'erosió per dèficit de sediments. Els ambients originals van ser arrasats amb la transformació agrària. Es tracta de l'espai format més recentment i per tant l'últim que ha sigut colonitzat completament al llarg del segle XX. Prèviament existien una sèrie de subambients amb cordons dunars o muntanyars, alineacions allargades i estretes normalment paral·leles a la costa. Els sòls arenosòls, amb escassa capacitat de retenció d'aigua, baixos continguts en matèria orgànica i un gran aireig estaven colonitzats per una densa vegetació amb pinedes termomediterrànies acompanyats de densos coscollars, llentisclars i murtars com podem observar hui en dia en la Devesa del Saler.



### **3.1.1.5 DENDROLÒGICA**

No resulta d'aplicació per l'existència quasi nul·la d'individus (arbres) tan llargs de vegetació de ribera, que hagen perdurat fins al nostres dies arreu de l'àmbit de l'estudi, per ser l'Àrea Metropolitana de València una zona amb un desenvolupament urbanístic molt intens a partir de l'any 1957 i fins al dia de hui, a excepció d'alguns jardins com ara del Reial o Vivers, del Parterre, de la Glorieta, Gran Vies, Botànic... Per altra part cal destacar que la falta de recursos i mitjans fa impossible dur a terme una campanya dendrològica específica., com ara l'estudi de BALLESTEROS, J. A., BODOQUE, J.M., DíEZ-HERRERO, A., SÁNCHEZ-SILVA, M., STOFFEL, M., (2011), relatiu al calibratge de la rugositat de la plana d'inundació, i el càlcul del cabal d'inundació, basat en les evidències dels anells de creixement dels arbres i el modelatge hidràulic.

### **3.1.1.6 GEOMORFOMÈTRICA**

La configuració geomorfomètrica, juntament amb la humitat antecedent i la distribució de la precipitació determina la resposta hidrològica de la conca. Com ja s'ha comentat abans existixen diverses configuracions que poden donar lloc a respostes hidrològiques semblants que és el que els coneix com ja s'ha descrit abans com a problema d'equifinalitat.

### **3.1.1.7 INUNDACIONS HISTÒRIQUES.**

#### **3.1.1.7.1 Riuades Anteriors al Segle XX.**

Per tal de realitzar una aproximació històrica a les inundacions anteriors del riu Túria a la ciutat de València s'han consultat diferents fonts bibliogràfiques: ALMELA I VIVES, F., (1957) és una de les més completes, també l'actualització del

*Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas, de la DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS (2011), i l'article de CARMONA, P., (1997).*<sup>1</sup>

Segons CARMONA, P., (1997) els primers assentaments romans a la ciutat foren en la marge dreta del riu damunt dels sediments fluvials de l'Holocé antic. La ciutat estaria damunt d'una plataforma de terrassa en relleu sobre un canal més encaixat que l'actual. A les excavacions arqueològiques s'ha observat que en l'època republicana i imperial es produïren successives inundacions, hi ha dipòsits de graves i arena a la zona sud de la ciutat, possiblement associats al braç del mercat. En època visigoda no hi ha evidències d'avingudes, el que apareixen són ambients de tipus pantanós, amb decantació d'argiles fosques. En època islàmica s'alçà la muralla al segle XI. Una vall al sector sud s'encarregava d'expulsar les aigües residuals. Hem de tindre en compte que les xàrcies hidràuliques van atendre simultàniament diferents funcions, regadiu, abastiment i sanejament. D'esta manera s'economitzava l'aigua, s'equilibrava el dèficit de nutrients al sol i s'evitava la concentració de residus en zones insalubres VERDÚ, A., SANCHIS C., MARCO J.B., (1999).

Novament per les investigacions geoarqueològiques tenim referència a les nombroses inundacions que assolaren la ciutat amb gran violència. Apareixen acumulacions d'arena, cudols i grava. Unes de les primeres riuades de les que contem amb fons documentals van ser les de 1321 i 1328. En 1356, ja en època cristiana s'inicia la construcció d'un nou traçat de la muralla que supera la xicoteta terrassa fluvial de la ciutat romana i islàmica. Havia de servir per a defensar la ciutat tan d'atacs militars com del perills del riu. Les excavacions arqueològiques ens mostren el procés de rebliment del port fluvial a l'altura del Convent del Dominics, s'evidencia l'aterrament del llit del riu i possiblement del braç del Mercat.

---

<sup>1</sup> *Vore Annexos I i II, d'Avingudes Històriques i Extraordinàries respectivament, del Túria a la Ciutat de València i contornada.*

De les riuades ocorregudes al segle XV i de les destrosses que produïren tenim nombroses referències les avingudes més rellevants foren les de novembre 1475, que s'allargaren fins a gener de 1476.

La primera riuada del segle XVI fou una de les més importants del segle. El 27 de setembre de 1517 l'aigua va tombar ponts va inundar barris sencers, a la marge dreta l'aigua va aplegar fins a la Universitat, i per l'esquerra va inundar els convents de Saïdia i la Trinitat, va afectar també moltes alqueries i terres de cultiu.

Fins a finals del segle XVI la Junta de Murs i Valls es va encarregar del manteniment de muralla, fosses i portes d'accés a la ciutat. Però arrel de la gran inundació de 1589, es va crear la Fàbrica Nova del Riu, amb l'objectiu de construir les defenses del riu. Esta avinguda va afectar a la muralla, al pont i al portal del Reial, va danyar els assuts i les séquies de Rovella, Favara, Mestalla, i Rascanya. També va afectar els convents de Saïdia, Trinitat i Remei. Es van construir obres de defensa en les dos marges del riu, en la dreta de Mislata fins a Montolivet, i en l'esquerre del pont de Sant Josep fins al de la Mar. Carmona afirma que es fan tres tipus d'intervencions al riu: canalització del corrent, dragat del canal i reforç de les vores, amb els objectius d'aconseguir la contenció i la ràpida evacuació de les riuades. El problema és que les obres augmentaren la perillositat de les crescudes.



Il·lustració 23. Dibuix vista panoràmica de València d'ANTON VANDER WYNGAERDE (1563).

Les avingudes del primer quart del segle XVII estan minuciosament documentades per Mossèn Juan Porcar, capellà de Sant Martí (1589-1629), encara que no foren de caràcter catastròfic. Altres riuades van ser també documentades per En Vicente Mares Martínez, historiador de Xelva, en 1651 i 1672. En 1651 hi hagué un desbordament que trencà els ampits per la zona del Temple, que va formar un riu per la rambla del Predicadors. Per la marge esquerre també trencaren les aigües que aplegaren fins el camí de Morvedre. En 1676, l'aigua envestix els contraforts del Pont Nou, i danya els convents de Saïdia, Sant Pere Nolasco, Santa Mònica i Sant Julià i erosiona terres en Campanar.

En el segle XVIII destaca la riuada de 1731 per la rapidesa amb la que es produí. Les aigües arrastraren tota la fusta que hi havia al llit del riu amb el perill que això suposava d'obstrucció dels ulls dels ponts. La plaça dels predicadors va quedar negada pel trencament d'una séquia prop del portal del Temple, per uns desguassos va entrar l'aigua dins del convent dels dominics. En 1731, ja completada l'obra dels ampits del riu i en una avinguda l'aigua va entrar amb força pels corredors de la ciutat fent que el nivell dels pous pujara en cinc o sis pams. El riu trencà la muralla i es desbordà, inundant la part baixa del convent de Corpus Christi. Per la marge esquerre el riu trenca la protecció de Saïdia i el carrer Morvedre. També s'inunda la plaça dels Predicadors i desaparegueren les cases contigües al convent del Remei.

En 1776 es produeix una altra riuada que deixà moltes destrosses als ponts i els murs del riu. El botànic Cavanilles va viure una d'eixes riuades i quan fa la descripció de Campanar parla de l'enemic mortal que és el Túria per al municipi, per què res impedeix que cada vegada que el riu baixa crescut l'aigua inunde les seues hortes, a més si els ponts s'obstrueixen l'aigua regolfa i es converteix en una mar. Segons CARMONA, P., (1997) va trencar l'ampit prop del pont de Sant Josep, i també a Saïdia.

L'última avinguda del segle, en 1783, va soscavar el mur de Saïdia, i va inundar l'Albereda i Montolivet.

No tenim moltes notícies de les inundacions ocorregudes en la primera meitat del segle XIX. Podem destacar les de 1864, 1870 i 1897. En 1870 les zones més afectades van ser el Grau, Natzaret, i Montolivet.

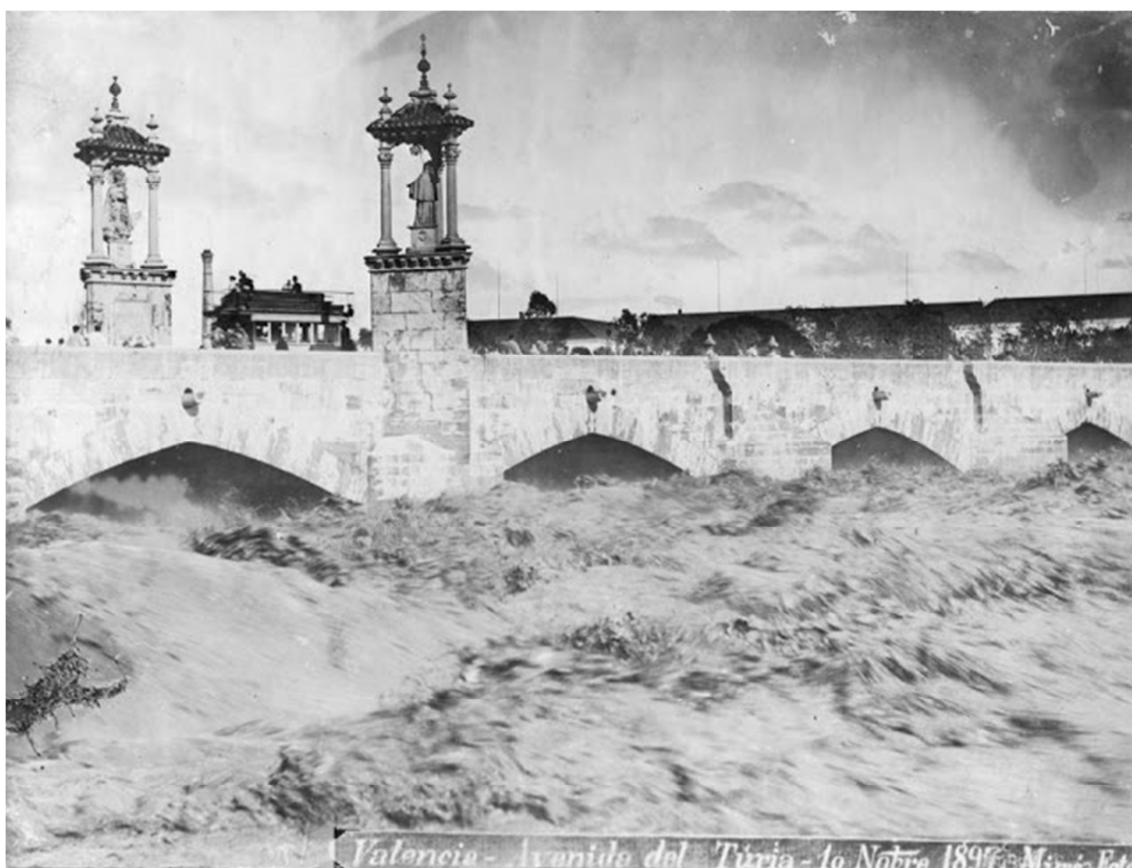
#### 3.1.1.7.1.1 Les Riuades de 1897.

En 1897 es produeixen dos avingudes, la primera el dia 1 de novembre, no aplega al casc urbà de la ciutat, però si a Campanar, i en la desembocadura es diposita una barra d'arena que dificulta l'evacuació de l'aigua, s'inundà el Grau, amb cotes de metre i mig en alguns llocs . La inundació va durar un dia, però l'oratge no es va estabilitzar, va continuar plovent, amb forts vents huracanats.

El dia 10 de novembre es va produir una altra avinguda, l'aigua tornà a eixir-se'n per la marge esquerre abans del pont de Sant Josep, en Campanar hi hagué víctimes mortals, ofegades i arrastrades per l'aigua que omplia les seues cases. Al pont de Sant Josep les brigades d'obriers treballaven per evitar que els objectes arrastrats per la corrent obstruïren els ulls. A les 11 del matí tant Marxalenes com el Pla de Saïdia estaven inundats, es produïren moltes pèrdues materials i molts rescats de persones. A la marge dreta del riu les aigües entren pel carrer Lliria (Salvador Giner) fins a Na Jordana i Blanqueries. En el pont de Serrans també treballava una brigada per a evitat l'obstrucció. El pont de Fusta va ser arrancat. El pont de Trinitat va absorbir les restes sense problema (Per obtindre la velocitat de les aigües es va prendre com a referència un bocoi que va passar del pont de Trinitat fins el del Reial en 80 segons). L'aigua va eixir per una zona pròxima al pont de la Mar i va omplir l'Albereda. Per la marge dreta, les aigües van entrar al Quarter de Sant Domènec (Predicadors) pel desguàs i van negar la plaça Tetuan. La riuada va aplegar també a Montolivet, i a les barriades marítimes

principalment al Grau i al Cabanyal, on l'aigua tenia un nivell de 3 metres d'altura. Les pèrdues materials foren nombroses. Natzaret es va quedar aïllat, i a Cantarranas el nivell de l'aigua va aplegar al metre i mig.

El dia 11 de novembre el nivell de l'aigua va començar a baixar però des de Terol enviaren notícies de una nova crescuda per a que es prengueren mesures. No es va produir, però el dia 12 es va posar a ploure de manera torrencial a la ciutat i en un moment es va inundar el casc urbà, carrers Governador Vell, En Blanch, de la Mar, plaça Tetuan, plaça de l'Ajuntament, a més de les zones dels voltants que s'inunden tradicionalment.



Il·lustració 24. Riuada de 1897 al Pont de la Mar. Font: Arxiu Gràfic José Huguet.

Segons CARMONA, P., com a conseqüència de la canalització del riu l'aigua pot aplegar a entrar a la ciutat pels desguassos. Altres conseqüències van ser

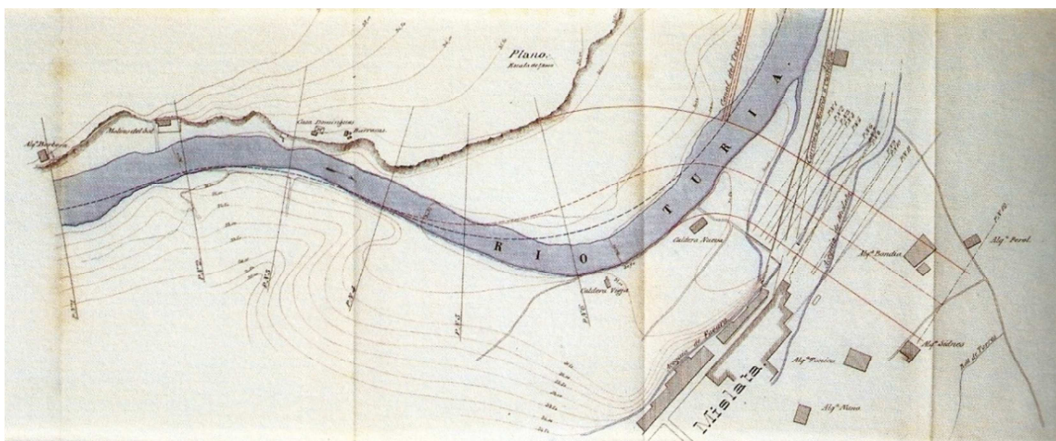
l'augment de la pendent del llit, que provoca l'augment de la capacitat de transport de materials provocant l'aparició de *nickpoints* (en anglés significa racó, esquerdada o repliegament, és un terme geomorfològic referit a una forma aguda i irregular en el perfil longitudinal d'un riu, este trencament abrupte en el pendent pot ser producte d'un context estàtic o dinàmic) aigües amunt i l'erosió i enderrocaments a les vores. Per contra, a la part final del sector canalitzat hi ha una disminució de la pendent, que fa que s'augmente el dipòsit de càrrega. El dragat de materials contribuïx a la desaparició de l'armadura del llit. La canalització afecta de manera directa als sectors del riu que no van ser canalitzats. Aigües amunt, a Campanar i Mislata. En Campanar les conseqüències van ser inundacions i erosions de terres. Aigües avall els problemes també van ser de inundacions, estancament d'aigua entre Montolivet i Natzaret.



Il·lustració 25. València, litografia d'ALFRED GUESDON (1858).

Com a conseqüència de les diferents riuades que ha patit València, els Enginyers de Camins Joaquín Llorens i Fernández de Còrdova, i Andrés Soriano plantegen diferents possibilitats de desviar el curs del riu, el projecte definitiu es centra en tres aspectes, el nou llit del riu, la dessecació de l'Albufera i el canal del llit actual. El nou llit partia d'aigües amunt de la pressa de Rovella, fins al barranc de Torrent, aplegava a la llacuna i d'allí a la mar per la Devesa.





Il·lustració 26. Plànol de planta del punt de desviament del Riu Túria a l'altura de Mislatá i inici de l'anomenat Canal del Túria. LLORENS I FERNÁNDEZ DE CÒRDOVA, J., (1885). Arxiu: VEGESTU I MEDITERRÀNIA.

Font: SORRIBES, J., (COORD.) (2007).



Il·lustració 27. Planta del Llac de l'Albufera amb l'entroncament del Nou llit del riu Túria, que inclou les obres projectades per a la seua dessecació: canals de circumval·lació, canal de conducció, canal de desaiçgüe i estany's. LLORENS I FERNÁNDEZ DE CÒRDOVA, J., (1885). Arxiu: VEGESTU I MEDITERRÀNIA. Font: SORRIBES, J.,

(COORD.) (2007).

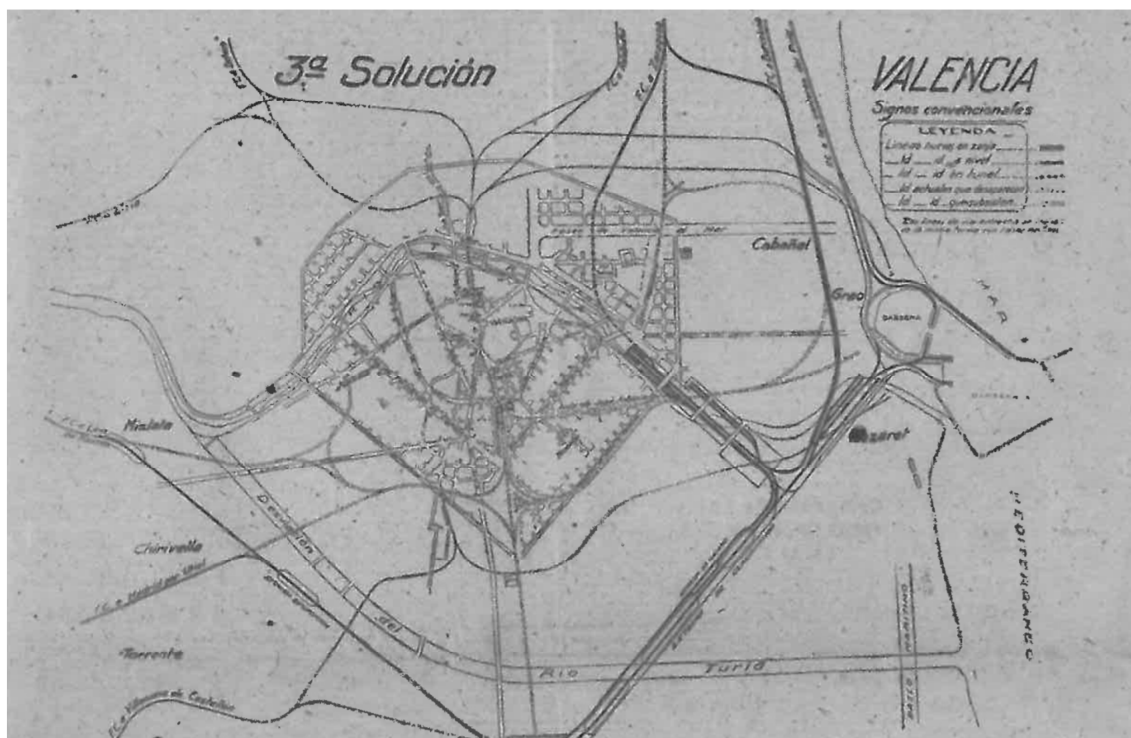


Quan a la fi obtingueren l'autorització els posaren tants condicionants que el projecte va resultar inviable SORRIBES, J., (COORD.) (2007).

### 3.1.1.7.2 Riuades al Segle XX.

Durant el primer terç del segle XX no es produïren inundacions significatives. El llit del riu va ser utilitzat primer com a zona de cultiu, i després de la Guerra Civil va acollir les vivendes d'aquells que no tenien altre lloc on anar.

En 1946 l'Enginyer de Camins, Canals i Ponts En Eustaquio Berriochoa Elgaresta va proposar desviar el llit del riu Túria al seu pas per València BERRIOCHOA, E., (1946), per tal de resoldre els problemes ferroviaris de la ciutat DELGADO YEUL, D. J., (2008).



Il·lustració 28. Plànol de Passos a Nivell i Enllaços Ferroviaris de la 3ª solució proposada per BERRIOCHOA, E., (1946), que inclou el desviament del riu Túria pel Sud. Font: DELGADO YEUL, D. J., (2008).

### 3.1.1.7.2.1 La Riuada de 1949.

El dia 28 de setembre de 1949 es va donar avís des de Manises que el riu baixava crescut. L'avinguda estimada en 2300 m<sup>3</sup>/s aplegà ràpidament a València a una velocitat que es calcula del ordre de 2m/s. El cabal es va emportar els barracons de dins del riu a l'altura del passeig de la Petxina. Per la marge esquerra va trencar el mur del Camp d'Esports del Patronat de la Joventut Obrera i el de l'Albereda dels Serrans, es va emportar el pont de Fusta. L'aigua eixia pel clavegueram del casc urbà, com sempre per la plaça de Tetuan. Les aigües toparen amb el pont de Natzaret, desbordant pels dos marges, per l'esquerre es veieren afectats el Grau, Cabanyal i el Canyamelar, per la dreta Natzaret fou el barri més afectat. Esta riuada va coincidir amb altres similars a altres punts de la província.



Il·lustració 29. Riuada de 1949, barraques arrasades del llot del Túria. Font: Arxiu Gràfic José Huguet.

### 3.1.1.7.2.2 La Riuada de 1957.

La col·loquialment coneguda com la “Riuà” de València, va ser l'última inundació del Túria a la Ciutat ocorreguda el 14 d'octubre de 1957 quan el riu se'n va eixir de mare com a conseqüència de les fortes pluges torrencials que van caure els dies 13 i 14 d'octubre a la conca mitjana i baixa del riu Túria. En la població de Begís es van arregar 361 mm i en quasi tota la superfície de l'Horta de València, el Camp de Túria i els Serrans es van superar els 100 mm. Que van ocasionar dos crescudes, una primera ona de matinada que es va estimar al voltant de 2700 m<sup>3</sup>/s i 3.25 m/s, i una segona ona, més violenta encara, a les 2 del migdia que es va calcular en 3.700 m<sup>3</sup>/s de cabal màxim instantani i una velocitat de 4,16 m/s CÁNOVAS, M., (1958), que es vorà en més detall més avant.

## 3.1.2 CARACTERITZACIÓ DE L'ESDEVENIMENT

La Riuada tingué una enorme repercussió socioeconòmica que condiciona la fisonomia i el desenvolupament urbanístic de la Ciutat de València. Esta avinguda extraordinària com a conseqüència de les fortes pluges associades a un episodi de gota freda tan freqüent a l'entorn del llevat del Mediterrani, ha sigut objecte de nombrosos estudis al llarg del últims anys, i no obstant això podríem afirmar que continua sent fins a dia de hui una gran desconeguda. Tot i això arrel de la troballa de certs materials inèdits descoberts recentment en el transcurs d'esta investigació, es pretén poder fer un xicotet raig de llum per tal d'avançar en el coneixement dels factors que concorrien en la seua gestació, evolució i desenllaç.

### 3.1.2.1 RECERCA DOCUMENTAL

S'ha realitzat un aplec de gran quantitat de material històric i científic extret de diversos arxius i fons documentals, amb l'objectiu de poder ser capaços de reconstruir en la mesura del possible el major nombre de detalls concernents al

desenvolupament de l'esdeveniment, procedint a tal efecte a revisió de: bibliografia, arxius específics, fotografia aèria i cartografia de l'època, i material fotogràfic de la riuada. Analitzant-se múltiples fonts (que s'enumeren al punt 5.1) i recollint informació diversa: cartogràfica, topogràfica, fotogràfica (fotografies i fotoplànols de la inundació), geològica, geomorfològica, meteorològica, hidrològica, i hidràulica.

### 3.1.2.1.1 Els Materials Inèdits de la Inundació de 1957

Al llarg del procés de recopilació s'han anat descobrint certs materials inèdits de gran valor MATEU, J., CARMONA, P., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., MARCO, J., BONACHE, X., (2013) d'entre els quals cal destacar per la seva rellevància per a la investigació les següents fotografies aèries de la inundació de 1957:

<i>Títol</i>	<i>Data</i>	<i>Escala</i>	<i>Font</i>	<i>Organisme</i>
Mosaic de la riuada en la ciutat de València	16 d'octubre de 1957	1: 5.000 i 1:6.500	Arxiu Intermedi Militar de Valencia	Servei Cartogràfic i Fotogràfic del Exèrcit de l'Aire
Itinerari del Túria	Novembre-Desembre? 1957	1:5.000 i 1:10.000	Biblioteca Valenciana	C.E.T.F.A.
Fotografies aèries fulls 696 i 722 del MTN	Novembre-Desembre? 1957	1:10.000	Biblioteca Valenciana	C.E.T.F.A.
Fotoplànol de València i contorns	1958	1:4.000 i 1:10.000	Biblioteca Valenciana	C.E.T.F.A.
Fotografies aèries de Manises, Montcada, Alfara del Patriarca i Massanassa	1958	1:7.500	Biblioteca Valenciana	C.E.T.F.A.

Taula 2. Fotografies aèries inèdites de la inundació. Font: Elaboració pròpia.

- Mosaic del Vol de la Riuada a la Ciutat de València de 16 d'octubre de 1957, del Servei Cartogràfic i Fotogràfic de l'Exèrcit de l'Aire.

- Vol del Itinerari de Túria, s'estima datat entre novembre i desembre de 1957, realitzat per la Companyia Espanyola de Treballs Fotogramètrics Aeris (C.E.T.F.A.).
- Fotoplànols de València i contorns, fotografies aèries de: Manises, Montcada, Alfara del Patriarca i Massanassa, datats l'any 1958, CE.T.F.A.

Relació detallada del nous materials:

i. Fotografies de l'Arxiu Intermedi Militar de València.

Composició de dos fotografies aèries, amb data de dos dies després de la riuada, muntatge per a exposar al general Franco la magnitud de la catàstrofe urbana amb ocasió de la seua visita a la ciutat de València.

Titulades:

- "Zona afectada per les Inundacions ambdós Marges del Túria", a escala 1:5.000, abasta la franja entre el pont de Sant Josep i l'Assut de l'Or.
- "Zona molt afectada per les Inundacions del Túria", abasta la zona costanera de Natzaret i Cabanyal, escala aproximada 1:6.500.

ii. Itinerari del riu Túria.

Format per 238 negatius escanejats a alta resolució, de molt alta qualitat en huit passades, amb negatius de 23,5 x 24 cm, distància focal 210 i escala aproximada 1/7.500. Fotogrametria aèria, que cobrix el curs del Túria des de l'embassament de Benaixeve (oficialment i en castellà Benagéber) fins al sud de Natzaret, aixina com part del curs de la Rambla Castellarda, el tram final del barranc de Carraixet i una franja litoral incompleta (no inclou el port de València-Cabanyal) entre Alboraià i Pinedo.

iii. Fotografies aèries de la Zona de València.

És el tercer vol posterior a la inundació. Es compon de 119 fotografies aèries a escala 1:10.000, amb distància focal 210, distribuïdes és huit passades, negatius de 23'5 x 24 cm. Abasta els fulls 696 i 722 del Mapa Topogràfic Nacional 1:50.000.

iv. Fotoplànol de València i contorns.

Amb una escala 1/4.000, format per 37 Negatius de 49'5 x 60 cm, que es corresponen amb els Fulls 722 (València) i 696 (Burjassot) del Mapa Topogràfic Nacional 1:50.000. Es disposa també d'un fotomosaic en format ràster realitzat a partir del vol anomenat.

v. Fotoplànol de València i contorns.

A escala 1/10.000, compost per 7 Negatius de 49'5 x 60 cm.

vi. Fotografies aèries de Manises, Montcada, Alfara del Patriarca i Massanassa (València).

Es tracta de negatius de 18 x 18 cm, escala 1:7.500 i distancia focal 205.10.



Il·lustració 30. Comparativa de l'evolució del llit fluvial en un tram de la zona urbana entre caixers: a. Vol America (1956)/b. Mosaic del Vol de la Riuada a la Ciutat de València (16 octubre de 1957)/c. Vol Itinerari del Túria (novembre - desembre 1957). Pont de l'exposició que va resultar destruït per la inundació. Font:

BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).

### 3.1.2.1.2 Altres Materials Fotogràfics i Cartogràfics

#### vii. Fotografies aèries i Cartografia Prèvia a la inundació.

Per realitzar el Procés de georeferenciació d'estes fotografies, degut a les grans transformacions que s'han produït en el riu i la ciutat al llarg de les últimes dècades, cal recórrer a alguns documents de l'època que ens oferixen els elements de comparació necessaris. Cal destacar el del terme municipal de València (1929-1944) a escala 1/500 i la fotografia aèria 1:33.000 de 1956 (Vol americà) (Taula 3).

La superposició de tot el material, ha permès comprovar la magnitud dels processos i els canvis produïts en el llit del Túria i a les seues marges com a conseqüència de la riuada. En concret, està resultant molt útil el plànol del terme de València, una de les millors cartografies urbanes de l'època i que, amb gran quantitat de detalls de l'Horta i la seua xàrcia de sèquies.

<i>Títol</i>	<i>Data</i>	<i>Escala</i>	<i>Font</i>	<i>Organisme</i>
Plànol del terme municipal de València*	1929-1944	1:500	Arxiu Històric de la ETS de Arquitectura de València	Institut Geogràfic I Cadastral
Fotografia aèria Vol Amèrica	Mayo de 1956	1:33.000 aproximada	Ministeri de Defensa	U.S.A.F.: United States Air Force
Corbes de nivell València	Març 1958	1:10.000	Arxiu Municipal	Ajuntament de València

Taula 3. Base cartogràfica i fotografia aèria anterior a la riuada. Font: Elaboració pròpia.

#### viii. Cartografia digital

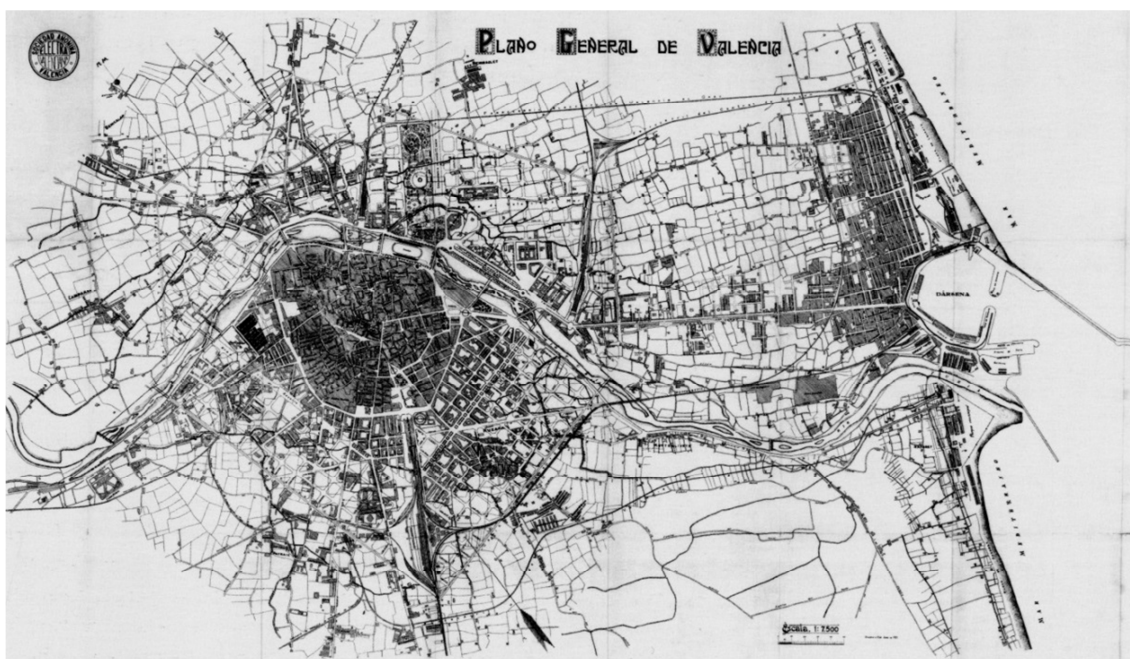
Amb l'objecte de disposar d'una base topogràfica de la plana el més precisa possible, tota la cartografia s'ha georeferenciat en bases cartogràfiques digitals de gran precisió (Taula 4).

<i>Títol</i>	<i>Data</i>	<i>Escala</i>	<i>Font</i>	<i>Organisme</i>
Base vectorial en format shp i dwg	2012	1:5.000	Institut Cartogràfic Valencià	Generalitat Valenciana
Ortofotografia	2010	0,5 m píxel	Institut Cartogràfic Valencià	Generalitat Valenciana
MDE (LiDAR) *	2009-2010	1 m píxel	Servei d'Hidrologia	Confederació Hidrogràfica del Xúquer

Taula 4. Bases cartogràfiques digitals i ortofotografies recents. Font. Elaboració pròpia.

#### ix. Altres Fonts

Per últim, el Plànol del Terme Municipal de València, plànol cadastral de detall de València 1929-44 LLOPIS, A., PERDIGÓN, L., TABERNER, F. (2012), utilitzada com a base topogràfica de l'època per la seua precisió i valor, una vegada georreferenciada.



Il·lustració 31. Plànol cadastral de València 1929-44. Font: LLOPIS, A., PERDIGÓN, L., TABERNER, F., (2012).



### 3.1.2.2 CLIMATOLÒGICA

A continuació es realitza una descripció de l'esdeveniment climatològic basada en l'article d'OLCINA, J., (1999), on s'analitzen les pluges que es produïren la primera quinzena d'octubre a la zona de llevant. Tenint com a conseqüències les avingudes del nord de la província d'Alacant els dies 2 i 3 d'octubre i les dels dies 13 i 14 d'octubre en al Túria a València.

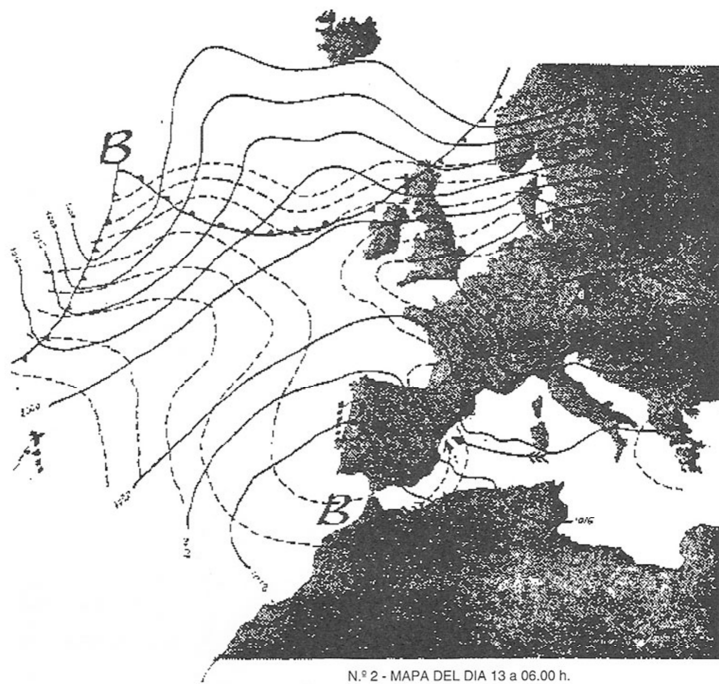
Es poden relacionar alguns episodis ENSO (El Niño–Southern Oscillation) del Pacífic Sud i el desenvolupament de temporals de pluges intenses en el Llevant, en este cas amb El Niño intens de 1956-57, QUEREDA SALA, J.J., MONTÓN CHIVA, E., (1994). A principi d'octubre de 1957 una expansió d'aire àrtic dirigida cap a les nostres latituds generà una dinàmica atmosfèrica amb un reduït índex de circulació en les jornades finals de setembre. Els butlletins del dies 29 i 30 de setembre presenten un camp anticiclònic de bloqueig damunt de l'Atlàntic, acompanyat d'una zona de baixes pressions que des de la Península Escandinava que travessà Europa fins a la Península Ibèrica i la Mediterrània occidental. La inestabilitat atmosfèrica es manifesta a la Península a partir del dia 1 d'octubre, produint-se pluges a la província d'Alacant. El règim superficial de vents del primer quadrant, imposat per la gènesi d'un desenvolupament ciclogènètic en la depressió d'Alger i la presència d'aire gelat en altitud expliquen les pluges torrencials al nord de la província els dies 2 i 3 d'octubre. GARCÍA MIRALLES, V., CARRASCO, A., (1958).

A partir del dia 12 es començaren a produir pluges importants, i això va fer que augmentaren els danys de les pluges dels dies posteriors. Cal distingir dos episodis diferenciats, amb diferent afectació areal de la inundació respectivament. Quan la primera Riuà va arribar sobre la capital en la nit entre el 13 i el 14, només havien caigut algunes gotes a València. De fet, entre les 7 del matí del dia 13 i les 7 del matí del 14, es van recollir a la capital 2,8 l/m<sup>2</sup>, mentre que aigües amunt al Túria, no va deixar de ploure durant tot el dia. Destacar el índex més importants:

Villar amb 235 l/m<sup>2</sup>, Xelva 217 l/m<sup>2</sup> i a Casinos 200 l/m<sup>2</sup>. Més amunt encara, el dia 13 d'octubre de 1957 es va recollir en Ademús 110 l/m<sup>2</sup>, superant per primera vegada el registre dels 100 litres en un dia en aquesta localitat. En definitiva, s'aprecia una àrea amb precipitacions superior als 200 l/m<sup>2</sup>, que abasta la conca mitjana del Túria i les altes del Palància i del Millars, envoltada d'una altra més extensa que comprèn també la conca del Magre, amb precipitacions superiors a els 100 l/m<sup>2</sup>, NÚÑEZ MORA, J.A., RIESCO MARTÍN, J., (2007). Produint-se les pluges més intenses a partir del dia 12, el dia 13 assoliren la seua màxima intensitat en la part mitja de la conca del Túria, i a primeres hores de la vesprada del dia 14, que van tindre com a conseqüència les dos avingudes a la part baixa de la conca.

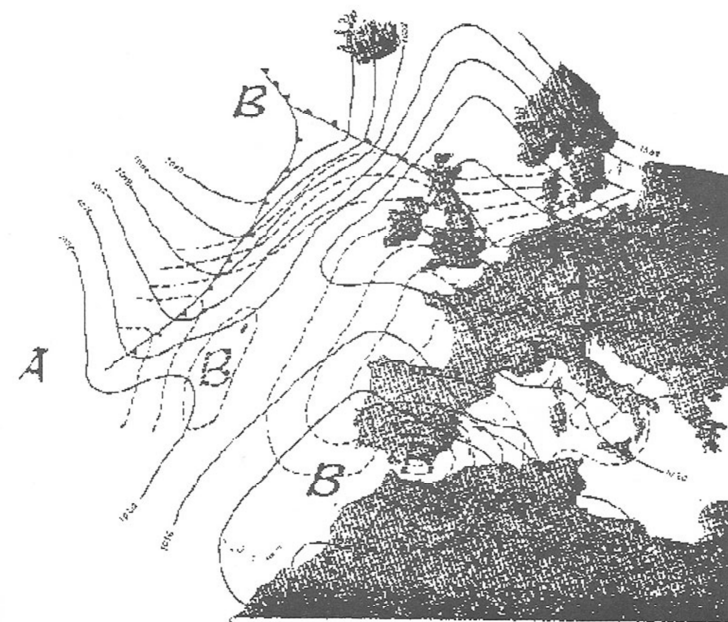


Il·lustració 32: Quantitats de precipitació i cabals dels principals rius i rambles al llarg dels dies 13, 14 i 15 d'octubre de 1957. Font: DIARI LEVANTE.



N.º 2 - MAPA DEL DIA 13 a 06.00 h.

- ISOBARAS DE SUPERFICIE
- - - ISOHIPSAS DE 500 mb.
- FLUJO DEL AIRE EN SUPERFICIE
- - - - ID. ID. ID. A 500 mb.



N.º 3 - MAPA DEL DIA 14 a 06.00 h.

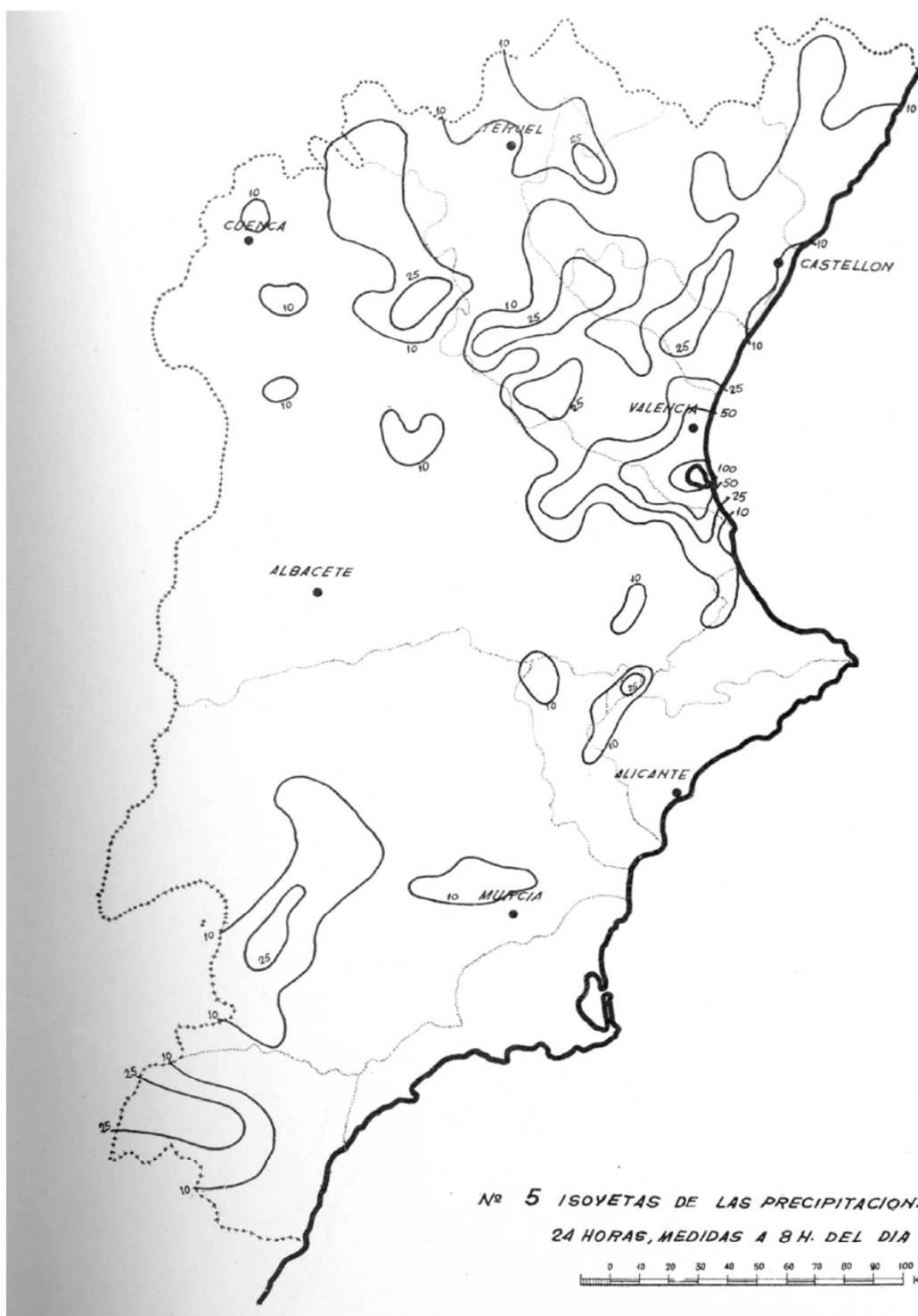
- ISOBARAS DE SUPERFICIE
- - - ISOHIPSAS DE 500 mb.
- FLUJO DEL AIRE EN SUPERFICIE
- - - - ID. ID. ID. A 500 mb.

Il·lustració 33. Mapes Meteorològics del dies 13 i 14 d'octubre de 1957. Font: *Mapas del Servicio Meteorológico Nacional de los días 14 y 15 de octubre de 1957.*

### 3.1.2.3 METEOROLÒGICA

La situació atmosfèrica des del començament del mes fou influenciada per: una àrea anticiclònica a l'oest d'Irlanda, un mínim de pressions entre Balears i Algèria, un front gelat des del golf de Gènova fins al cap de Sant Vicent, tot açò feia que s'estigueren produint precipitacions a la regió llewantina. El dia 12, es va acostar un nou nucli anticiclònic pel canal de la Manxa, que es va mantindre al nord dels Alps fins el dia 15. Mentre, una xicoteta àrea de baixes pressions es va situar a l'oest de la Península i el nord de Marroc. Es realitzaren sondejos termodinàmics a l'estació de Barajas (Madrid) que mostraren la inestabilitat de l'estratificació. Les dades corresponents al dia 12 a partir de les corbes d'estat traçades en el diagrama de STÜVE amb les dades obtingudes en esta estació de radio-sondejos, fan suposar que les precipitacions no devien ser molt abundants. El sondeig del dia 13 ens fa pensar que la situació ha canviat, i que les precipitacions havien de ser molt abundants. El del dia 14 indica que, en la zona central de la Península la inestabilitat ja no era efectiva GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).

La massa d'aire superficial en la regió de llevant era molt humida, degut al seu origen atlàntic, a més, per la seua procedència de zones gelades, amb una certa inestabilitat adquirida al calfar-se per baix. D'altra banda, la topografia de 500 mb. mostra l'existència en eixe nivell bàric d'un flux d'aire que, rodejant una zona de cota baixa, localitzada sobre la meitat occidental de la Península, aportava a l'aire amb humitat, que es va haver de mesclar, amb el que convectivament, procedix de la massa superficial. Els dos processos, convecció forçada i mescla al nivell bàric de 500 mb. originaren una forta condensació, amb alliberament de calor, que intensificava el moviment ascendent de l'aire, el qual, al sobrepassar la isoterma de  $-20^{\circ}$  va donar lloc a la formació de cristalls de gel, necessaris per a l'inici de fortes precipitacions.



Il·lustració 34. Isohiet de precipitació en 24h, mesurades a 8h del dia 13. Font: GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).



Il·lustració 35. Isohietes de precipitació en 24h, mesurades a 8h del dia 14. Font: GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).

Del 15 al 16, es va establir entre els paral·lels en els que es troba la península Ibèrica, restablint-se poc a poc la normalitat. Pel que fa a les precipitacions: distribució i importància, cal dir que les precipitacions foren molt importants els tres primers dies del mes en la zona de Dénia, on es van mesurar més de 300 mm cada un dels dies 2 i 3, i fins a 400 mm el dia 3 al Cap de Sant Antoni. A partir del dia 12 van començar les precipitacions que donarien lloc a les inundacions de València i part de la província. Les pluges del dia 12 no foren extraordinàries. Va ploure a les conques del Túria, Palància i Millars, i en algunes zones del Xúquer, Segura i altres de menor importància. Només en la desembocadura del Túria i en la zona de l'Albufera les precipitacions van aplegar als 50 mm, passant lleugerament dels 100 mm a l'Albufera. A les 0 hores del dia 13 estava plovent en la conca alta del Palància i en la mitja i baixa del Túria, amb el pas del dia es van estendre les precipitacions a les conques senceres. En les primeres hores de la vesprada es va desencadenar la subversió de la inestabilitat amb gran energia, establint-se un règim tempestuós que es va allargar tota la nit. Donant lloc a precipitacions excepcionalment intenses en la part mitja de la conca del Túria i l'alta del Palància.

En algunes estacions es va desbordar el pluviòmetre. La major quantitat de pluja a la que podem donar crèdit va ser la registrada en Begís (en castellà i oficialment, Bejís) de 361 mm. Estes precipitacions possiblement van ser superades en altres estacions, però no en tenim mesures fiables. Podem apreciar que es van produir precipitacions superiors a 200 mm en la zona de les conques mitja de Túria i les altes del Palància i el Millars, rodejades d'una altra zona més extensa, que inclou la conca del Magre, amb precipitacions superiors a 100 mm. En algunes de les zones on les precipitacions van ser superiors a 200 mm, com ara Toixa (en castellà i oficialment, Tuéjar), Villar del Arzobispo, Xulilla (en castellà i oficialment, Chulilla) llocs on la pluja es va iniciar a les 15 hores del dia 13, mentre que en altres portava ja plovent tot el matí, i per tant, va ser major la quantitat d'aigua precipitada. A les 0 hores del dia 14 estava plovent amb caràcter tempestuós en la

major part de la zona d'estudi. La intensitat de les precipitacions va anar minvant al llarg del matí, excepte en la part on es va iniciar el règim de tempestes entre les 8 i les 18 hores, amb precipitacions superiors als 100 mm. Precipitacions superiors a 50 mm es produïren en una franja litoral que anava del Cap de Sant Antoni fins al nord de la província de Castelló, amb nuclis de precipitacions superiors a 100 mm. A les 21 hores del dia 14 van començar a minvar les precipitacions.

Com a conclusió, podem extraure que, les precipitacions més extenses van començar el dia 12, i que es van produir dos moments de màxima intensitat: la vesprada del dia 13 en la conca mitja del Túria i les altes del Palància i Millars, i al llarg del matí i primeres hores de la vesprada del dia 14 en la conca baixa del Túria i la mitja del Palància. Cada d'estes dos intensificacions van tindre com a conseqüència els dos desbordaments. El dia 15 encara va continuar plovent en la zona del cap de Sant Antoni, en Dénia va passar dels 200 mm i en el Verger, es van aproximar als 300 mm.

#### 3.1.2.4 HIDROLÒGICA

Les precipitacions descrites anteriorment van produir inundacions en les zones baixes dels rius, principalment el Túria, i València, que va sofrir en díhuit hores dos inundacions GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).

Les pluges del dia 12 es poden considerar normals, però en relació a les posteriors, van contribuir a augmentar l'escorrentiu, i així, les pluges dels dies següents van trobar un terreny saturat, que no va poder absorbir més aigua. El matí del 13 les pluges completaren la saturació del terreny, i quan per la vesprada es van desencadenar les tempestes i les pluges intenses, les aigües corregeren íntegrament per barrancs i torrents, fluint als llits principals augmentant considerablement els cabals. Es descriuen a continuació les característiques de les avingudes i inundacions a cadascuna de les conques afectades.



### 3.1.2.4.1 Àmbit de la Confederació Hidrogràfica del Xúquer

#### Conca del Riu Millars

Esta conca inclou tant la pròpia del riu com altres barrancs o rius menors que van directament a la mar, com el riu Sec. El riu Millars rep les seues aportacions més importants de l'Albentosa, per la dreta, i del Villahermosa i la rambla de la Viuda per l'esquerra. Les precipitacions del matí i vesprada del dia 13 afectaren la conca principalment per la part superior dreta, on es va iniciar l'augment del cabal a les 17 hores, mentre que en la resta de la conca no s'aprecia un augment important fins molt avançada la nit del 13 o el matí del 14. Les precipitacions més importants es van produir en la part més alta de la rambla de la Viuda, que en el seu inici proporcionaren un cabal de dos metres d'altura. Les precipitacions no van tindre aportacions importants en les avingudes del Millars, ja que el pantà de Maria Cristina va embassar aigua des de les 10 del matí del dia 14 a un ritme que va aplegar al màxim de 465 m<sup>3</sup>/s a les 21 hores, va començar a soltar aigua a les 23 hores del dia 15. També el pantà de Sitjar, al Millars, que estava en obres, va contribuir a moderar els desbordaments aigües avall.

#### Conca del Riu Palància

El riu Palància naix en la zona de Begís, en la província de Castelló, i desemboca al Mediterrani en Sagunt. Rep molts barrancs i rierols per les dos marges, i els seu gran pendent fa que els desbordaments siguen temibles, com en este cas. Al llarg de la vesprada i la nit del 13, les pluges van ser molt intenses en la part alta del riu, hi ha una zona on en vint i quatre hores, passaren de 200 mm. La intensitat de les precipitacions disminueix ràpidament cap al litoral, on foren inferiors a 25 mm. El matí del dia 14 les pluges van afectar la part mitja de la conca, amb mesures que passen dels 100 mm, de 75 a 100 en la part baixa i 50 en l'alta. Les precipitacions van produir un augment dels cabals i desbordaments en el següent

ordre cronològic: En Begís, Viver i Xèrica, l'augment de cabals va començar a les 19 hores del dia 13, amb el màxim a les 8 del 14, i el descens a partir de les 12 del 14. En Segorbe, Castellново i Alfara d'Algímia, l'increment s'aprecia a partir de les 23 hores del dia 13, amb el màxim a migdia del 14, començant el descens a partir de les primeres hores de la vesprada. I en Sagunt i Canet, l'augment es veu entre les 9 i les 11 del matí del 14, el màxim a les 15 hores i comencen a descendir les aigües a partir de les últimes hores de la vesprada.

### Conca del Riu Magre

Riu Magre afluent del Xúquer, que vessa les seues aigües per la marge esquerra a Algemesí. La seua conca està al costat de la del Túria, i també va ser afectada per les pluges, sobretot en la part baixa, a partir de Llombai. Les precipitacions, crescudes i inundacions van ser simultànies a les del Túria. En la part alta de la conca, uns 50 mm el dia 13, i inferiors a 10 mm el dia 14. En la part mitja de la conca, en la zona de Siete Aguas, les precipitacions foren intenses la vesprada i la nit del 13, la rambla del mateix nom va experimentar una forta avinguda al seu pas per Bunyol, i va aplegar al seu nivell màxim al voltant del les 22 hores del dia 13, i va continuar fins el 14 pel matí. En la conca baixa, les pluges mes importants es produïren la matinada i el matí del dia 14. Es va ocasionar una primera avinguda a les 18 hores del dia 13, no massa important, i es va continuar amb una altra el dia 14 a migdia que va produir desbordaments en Montroi, Carlet, Alcúdia i Guadassuar. A part del Magre, el Riu Sec, que passa per Carlet, va tindre una crescuda excepcional, salvant un nivell de més de sis metres, va inundar zones d'horta.

L'avinguda del Magre va tindre una característica curiosa, en el Xúquer, va desbordar el riu principal aigües amunt de la confluència, ja que al ser escàs el desnivell, l'abundant aportació del Magre va ocasionar corrents aigües amunt i

aigües avall. En Alberic, Alzira i Benimuslem els desbordaments es van produir el migdia del dia 14.

Vessant septentrional del Montgó

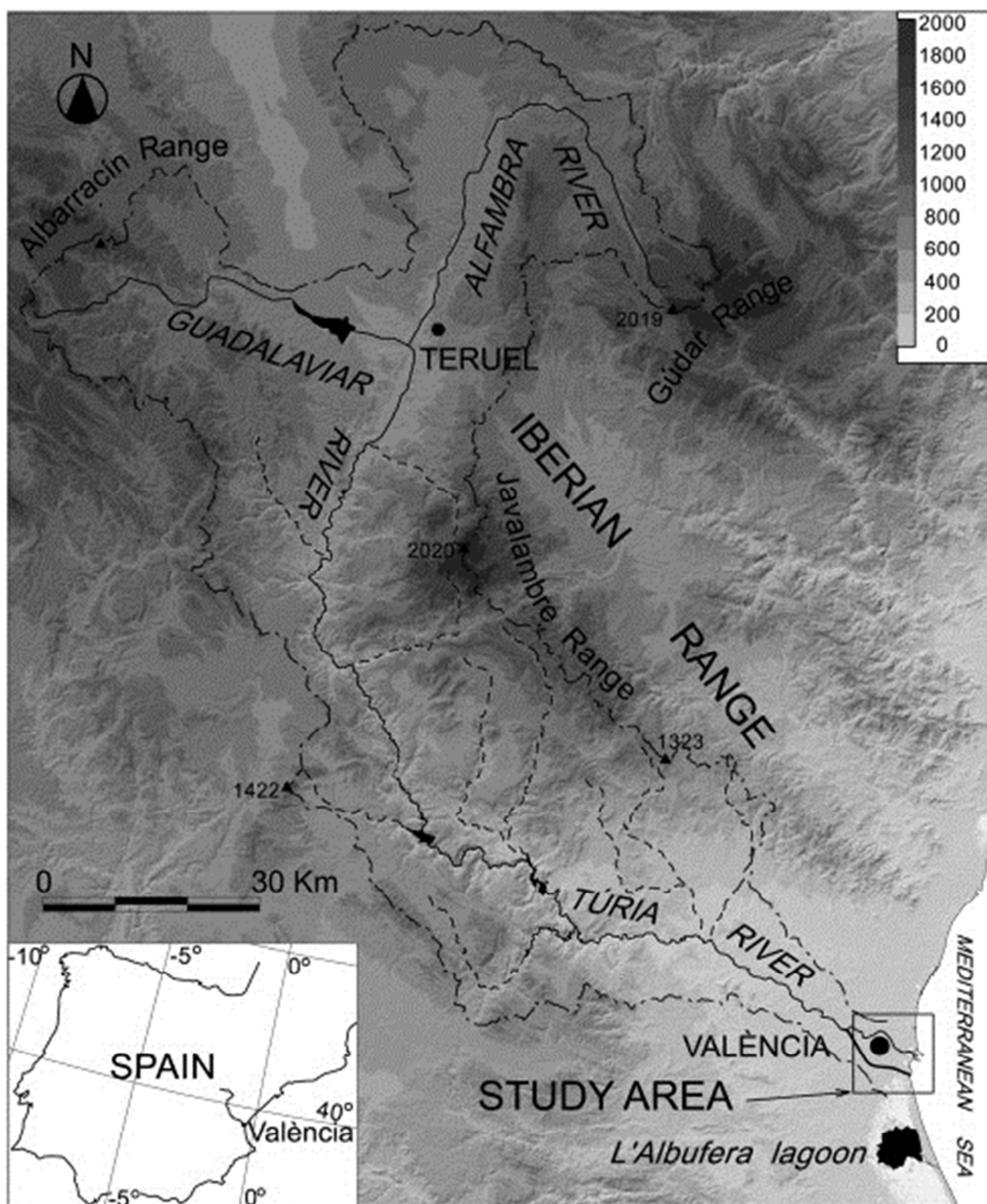
Tot i que les precipitacions foren molt reduïdes, els tres primers dies d'octubre i el dia 15, als forts pendents del Montgó es produïren grans escorrentius negant camps i ocasionant danys en algunes vies de comunicació.

### **3.1.2.4.2 La Conca del Riu Túria i Adjacents**

El Túria és un riu mediterrani de 280 km de longitud i una superfície 6.393,6 Km<sup>2</sup>. Naix a la Muela de San Juan a l'entorn del Monts Universals Serra d'Albarrasí a la província de Terol. En el seu primer tram rep el nom de Guadalaviar (wadi al-abyad "riu blanc"), fins a la confluència amb el riu Alfambra (al-Hamrā "el roig"). Desemboca a la ciutat de València després de travessar la província homònima. Conegut a l'època preromana com a Tirio, derivat del nom de l'urbs ibera Tiris, situada a prop de la seua desembocadura.

Els embassaments existents a la conca del Túria en 1957 eren el de Benaixeve finalitzat a 1955 amb una capacitat de 213 Hm<sup>3</sup>, i el de Buseo al riu Sot, finalitzat a 1915 i amb una capacitat de 7.5 Hm<sup>3</sup>. Curiosament és va donar el fet de que hi hagué gent que pensà que s'havia trencat el pantà, però la realitat és que les precipitacions no passaren del Circ del Camp del Túria, fet pel que les entrades a l'embassament de Benaixeve foren mínimes i les eixides nul·les.

La cadena muntanyosa del Sistema Ibèric actua com una barrera per als fronts marins, forçant els núvols carregats d'humitat per contacte amb la massa marina, a elevar-se a capes atmosfèriques més altes, afavorint els episodis de precipitació en estes regions de muntanya.



Il·lustració 36. Conca de drenatge del riu Túrria. Ubicació de l'àrea d'estudi. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011).

## Conca del Riu Túria

Es consideren, per al treball, les aportacions de les precipitacions de la part mitja de la conca, ja que les que es produïren en la part alta, amunt de l'embassament de Benaixeve, no tingueren massa importància. En esta zona hi ha afluents importants com el Tuejar i la rambla d'Artaix per l'esquerra, i el Xera (oficialment i en castellà Chera) amb l'embassament de Buseo per la dreta. Entre Benaixeve i la mar hi ha una sèrie de barrancades i afluents d'escàs desenvolupament, que s'estima com aigua rebuda directament pel riu principal. Hi ha també en esta conca dos rambles que desemboquen directament a la mar: el barranc del Carraixet i el de Xiva (oficialment i en castellà Chiva).

### a) Riu Toixa

Sobre la seua àrea va haver fortes tempestes la vesprada i la nit del 13, parant a migdia del 14. Les precipitacions en vint i quatre hores oscil·laren entre els 100 i els 200 litres per m<sup>2</sup>, superant-se estes xifres en algunes zones, com en Domenyo (oficialment i en castellà Domenyo) on s'arreglaren fins a 300 mm. Estes pluges provocaren un augment molt important del cabal del riu, des de les 21 hores del 13, fins al moment màxim entre les 6 i les 7 del matí del dia 14. S'informa que este riu duia més aigua que el propi Túria. Domenyo està, seguint els curs del Túria a uns 70 km de València. Si s'assigna a l'avinguda una velocitat de 25 km per hora, les aigües del Toixa aplegaren a la capital al temps que es produïx el primer desbordament, i desaguaren a la mar abans que s'iniciara el segon desbordament.

### b) Rambla d'Artaix

Les tempestes coincidiren en l'inici amb les de la conca del Toixa, però ací continuaren fins a les primeres hores del dia 14, amb molta intensitat. Van tindre especial importància en el segon desbordament a València. La riuada en l'Artaix va

---

començar entre les 18 i les 20 hores del dia 13, i va tindre el seu màxim a les 4 de la matinada del 14, començant a decreixer entre les 6 i les 7 del mateix dia. Seguint el mateix raonament efectuat per al Toixa, es pot concloure que les pluges de la part alta i mitja d'esta rambla van ser desaiguades en la primera gran avinguda del Túria. Però tenint en compte que en Lliria les intenses pluges continuaren fins al migdia del 14, es pot assegurar de l'Artaix va aportar també cabal per a la segona avinguda.

c) Riu Xera

L'extensió d'esta conca és molt menuda, i només tenim dades de dos estacions pluviomètriques: Xera (Embassament de Buseo) i Villar de los Olmos. Segons les dades les precipitacions més importants, van ocórrer la vesprada i la nit del dia 13, i van ser de l'ordre de 100 mm. En el Buseo la crescuda va aplegar al màxim a les 17 hores del 13, i va començar a minvar a les 4 del 14. Pareix que les aigües només van contribuir al primer desbordament.

d) Marges del Túria

Les estacions pluviomètriques d'esta zona són: Benaixeve, Domenyo, Bugarra, Benaguasil, Pla de Quart, Manises i València. En totes estes localitats va ploure al llarg de la vesprada i la nit del dia 13, la importància anava decreixent a mesura que avancem cap a la mar. Si en les estacions de més amunt el dia 14 es van recollir precipitacions d'entre 200 i 300 mm, en Manises només foren 15 mm, i en València 2,8 mm. En Benaixeve va parar de ploure al voltant de les 9 hores del dia 14, arplegant-se el dia 15 només 4,3 litres per m<sup>2</sup>, en Domenyo també van ser poques les pluges a partir de les 8 hores. Aigües avall les tempestes aplegaren a la seua màxima intensitat el matí del 14 i primeres hores de la vesprada. La tempesta es va anar desplaçant; en Bugarra, la seua major violència es produïx entre les tres i les sis del matí (166 mm a les 8 hores), en Benaguasil, entre les 9 i les 15 hores, amb

---

150 mm recollits el dia següent; en el Pla de Quart entre les 10 i les 14 hores; en Manises entre les 12 i les 15, amb un total de 151 mm en vint i quatre hores; i en València la intensitat màxima de la tempesta es va produir entre les 14,40 i les 16,30, amb unes precipitacions de 125 mm en el dia. De Bugarra cap amunt de la conca, el Túria només va tindre una sola crescuda, que va començar a les 16 hores del dia 13, va aplegar a la seua altura màxima al voltant de les 23 hores i va començar a descendir al voltant de la 1 del dia 14. Podem observar clarament que la causa del segon desbordament del Túria la seua pas per València van ser les precipitacions ocasionades al llarg del matí i principi de la vesprada entre Bugarra i València, juntament amb les que es produïren en la part baixa de la conca de l'Artaix.

e) Barranc del Carraixet

Té el seu origen un poc més amunt d'Olocau i Marines, i desemboca a la mar en Alboraia. Sol desbordar-se amb freqüència, les pendents de la zona més alta són molt pronunciades. Les precipitacions recollides ens mostren que en la seua part alta foren d'entre 100 i 200 mm, mentre que prop a la costa es van recollir entre 25 i 100 mm, cada un dels dies 13 i 14. Es pot suposar que en alguns llocs, com ara Marines passarien de 200 mm, però no hi ha estació pluviomètrica, es deduïx pels esllavissaments de terres i les víctimes ocasionades. En la zona de Serra, les barrancades començaren a desbordar-se el dia 14 al voltant de les 10, iniciant-se el descens de les aigües a partir de les 17 hores. En la part baixa els desbordaments es produïren per la vesprada i principi de la nit. Les aigües d'este barranc no van a parar al Túria, però apleguen a inundar importants zones de la capital, com els poblats marítims, sumant-se a les del Túria, no existix divisòria entre el barranc i el riu en la desembocadura. El 28 de setembre de 1949 el Carraixet va produir una impressionant inundació dels poblats marítims sense que el Túria tinguera res a vore.

## f) Barranc de Torrent i de Picassent.

Naix prop a Xiva, i discorre fins a la desembocadura a l'Albufera. Les precipitacions en la conca variaren entre 50 i els 200 mm en 24h el dies 13 i 14 (vore il·lustracions 37 i 38), sent les de major intensitat les de la vesprada i nit del 13 a la part alta del barranc, i el matí del 14 a la part baixa. A Alaquàs, Picassent, i Albal es va produir una crescuda cap a les 7 de la vesprada del dia 13, però el dia 14 entre les 12-18h es van desbordar considerables masses d'aigua que inundaren l'horta. El dia 14 també es va desbordar el barranc de Picassent en dos ocasions, matí i vesprada, inundant camp al sud d'Albal i terme de Silla.

## Volum d'aigua precipitada:

Es van mesurar amb planímetre les superfícies de les conques delimitades entre les isohietes dels gràfics elaborats, assignant els valors mitjans de les precipitacions registrades a les estacions pluviomètriques, s'obtenen les xifres en milions de m<sup>3</sup> de la Taula 5. Segons el autors la quantitat d'estes justifica les inundacions registrades. Pel que fa al Túria el volum d'aigua és del ordre de 826 Hm<sup>3</sup> el dia 13 (Quadre II), pel que descomptant un 25 % com a desaiguada directament al mar pels barrancs no afluents del Túria, i un altre 25 % retinguda pels pantans de Benaixeve i de Buseo i pels desbordaments registrats, resten 413 Hm<sup>3</sup> que hauria d'haver desaiguat el llit del Túria a un ritme mitjà de 4780 m<sup>3</sup>/s. Sent que el màxim aforament al pas per la capital s'estima en 3700 m<sup>3</sup>/s, es comprova segons els autors donat que les deduccions suposades són clarament exagerades, que el desbordament era inevitable, més si tenim en compte les variacions d'intensitat de les precipitacions al llarg de 24 hores, el volum d'avinguda puix va haver de ser superior a 6000 m<sup>3</sup>/s. El nivell de les aigües arriba fins 3 metres en alguns llocs de la capital, i al descendir va deixar un espessor de quasi 1m de sediments (fang) allí on hi va haver rabeig, GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).

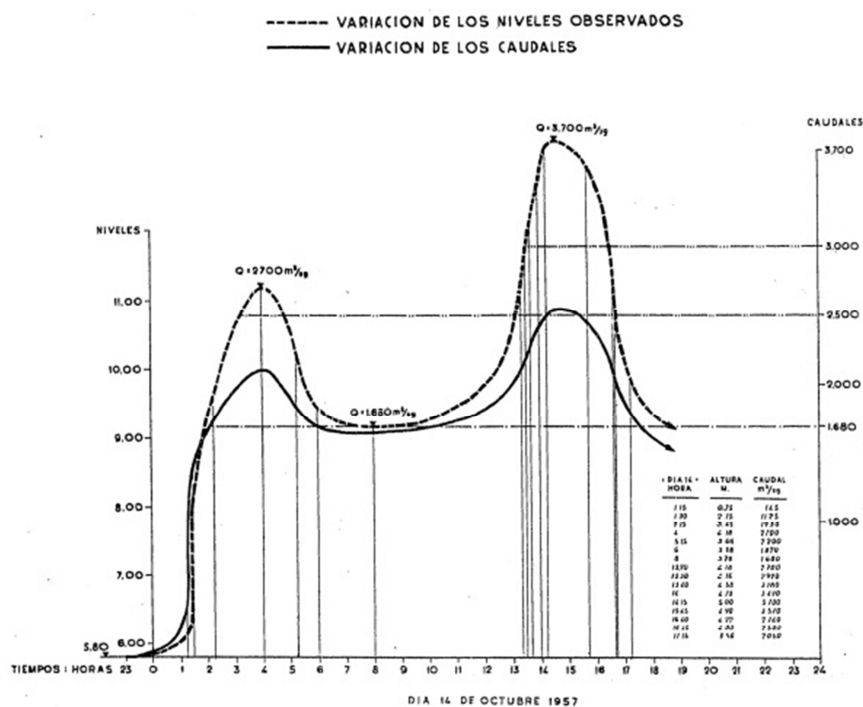


Volum d'aigua precipitada [Hm3]		
Conca	De 8 h del 13 a 8h del 14	De 8 h del 14 a 8h del 15
Túria	826	390

Taula 5: Volums d'Avinguda a la conca del Túria. Font: GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).

### 3.1.2.4.3 Estudis Hidrològics

Destacar l'estudi de hidrològic – hidràulic de reconstrucció de l'hidrograma de recollit a l'article de CÁNOVAS, M., (1958), GÓMEZ-GUILLAMÓN, F., (1958) i l'estudi de PANTECNIA S.A. (1964) <sup>2</sup>.

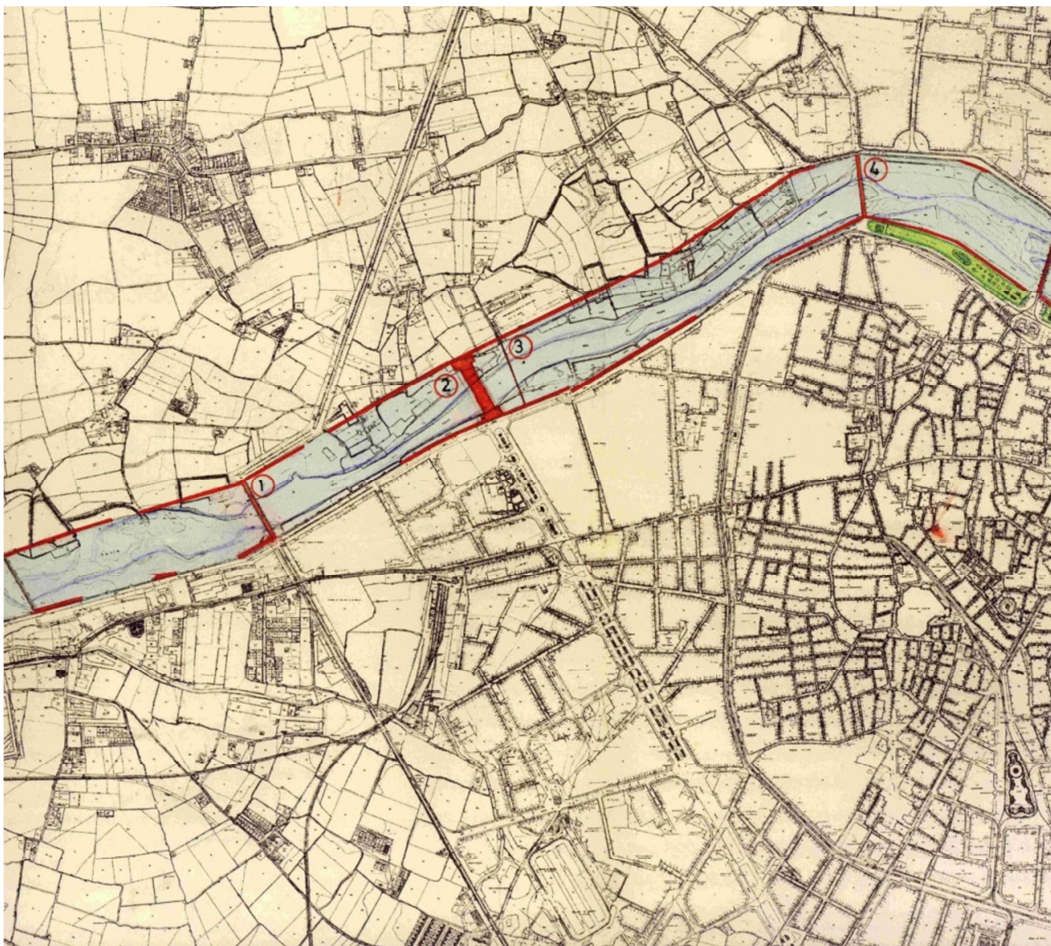


Il·lustració 37. Hidrograma d'avinguda segons CÁNOVAS, M., (1958).

<sup>2</sup> Vore Annex III de Dades Pluviomètriques de l'Avinguda de 14 d'octubre de 1957.

### 3.1.2.5 CARACTERITZACIÓ HISTÒRICA DE LA RIUADA DE 1957

Per a documentar la Riuada de 1957 comptem amb més fonts bibliogràfiques, tan publicacions de l'època com estudis més recents: LAS PROVINCIAS (1958): valuosa font d'informació amb diferents capítols dedicats als successos d'octubre de 1957, PROPIEDAD y CONSTRUCCIÓN (1960): edició especial de la revista editada per la Cámara Oficial de la Propiedad Urbana de la Provincia de Valencia al voltant de l'esdeveniment, PÉREZ PUCHE, F., (2007), i SORRIBES, J., (Coord.) (2007): catàleg de l'exposició organitzada pel MUVIM i la Filmoteca Valenciana el 2007 per a commemorar els 50 anys de la riuada.



Il·lustració 38. Plànol de la Conselleria de Cultura on, sobre la cartografia municipal de València (1929-45), on es grafien ponts i ampits històrics. Font: VV.AA. (2008b).

### 3.1.2.5.1.1.1 Primera Inundació: 13-14 d'Octubre Nit.

Segons PÉREZ PUCHE, F., (2007) el dia 12 d'octubre ja començaren les fortes pluges a la zona de Llevant. La vesprada del diumenge 13 no plovia a València, però feia 30 hores que no deixava de ploure en moltes zones de l'interior. De manera que els cabals del Palància, el Millars, el barranc de Carraixet, i els rius Magre i Túria estaven creixent de manera alarmant. Al voltant de les nou de la nit es començaren a rebre cridades de Pedralba i Vilamarxant a la seu del Govern Civil. A les 20:40h avisaren que el riu havia crescut cinc metres per damunt del nivell habitual. Les autoritats pensaren que el pitjor de la riuada afectaria als Poblatos Marítims, en especial a Natzaret, es dirigiren allí per tal d'atendre les necessitats que s'anaren produint. A la una i mitja del matí el riu duia més de 2.700 m<sup>3</sup>/s i a la Presa (Manises), el nivell a eixa hora eren set metres per damunt del normal. Els ponts de Paterna i Quart havien estat superats per l'aigua, i a Mislata s'havia triplicat l'ample natural del riu. El pont de Campanar constituïa una primera barrera a la ciutat, com les aigües no podien passar van trencar el Paretó de Castillo. "A l'arribar a la barrera del pont de Campanar, contra la que s'anava estampant més i més mala herba, l'aigua pugnava per continuar i aconseguia obrir-se pas per la vora esquerra: el mur de contenció construït després de la riuada de 1897, el Paretó de Castillo, es va desfer com a sucre. I el Túria es va vessar amb fúria sobre l'horta innocent de la Partida de Sant Pau, en Campanar, i més enllà, fins a Tendetes. En la vora dreta, l'aigua brava es ficava en la Presó de Dones, en l'Escorxador Municipal i deixava com una illa a l'edifici Ferca, dels Agents Comercials, on moria la Gran Via de Ferran el Catòlic. Campanar i Tendetes van viure, a partir de l'una i mitja, llargues hores d'angoixa. En Sant Pau, en la rica horta de Campanar regada per la séquia de Rascanya, el riu desbordat arribava tres metres sobre els camps i s'endinsava intentant arribar al caseriu", PÉREZ PUCHE, F., (2007).

A l'article de CRUZ ROMÁN, J.M., (1960), trobem esta altra descripció: "Per la marge esquerra l'aigua con tantes vegades va trencar el mur de contenció i inundà Campanar, Tendetes, etc, i tornava a entrar al riu pel pont de Sant Josep, per la Zona de Saïdia s'aplegaren als 5 metres d'altura màxima, els carrers Sagunt i Alboraia, Vivers, l'Albereda, l'avinguda del Port, el Grau, el Cabanyal, la Malvarosa, la séquia de Vera que venia també desbordada s'unia a les aigües del Túria. El cementeri del Grau va ser devastat desfent-se les tombes".

FERRER OLMO, J., (1960) fa una descripció detallada dels danys al patrimoni de l'Església que va ser un de les majors damnificats, com té edificis per tota la ciutat i una estructura interna pròpia, les seues recopilacions de danys poden servir de referència a l'hora d'estudiar les inundacions. Començant pels terrenys esportius del Patronat de la Joventut Obrera, el temple del barri de Tendetes va quedar molt afectat, la parròquia de Santiago Apòstol va sofrir tants danys que es va afonar dies després, en el Reial Monestir del Cister en Saïdia les aigües van aplegar a un nivell de quatre metres, En el Convent de la Trinitat l'aigua va arrancar quatre portes i danya dos més. La parròquia de Nostra Senyora del Carme, al carrer Alboraia, encara que no estava prop del riu també va patir els efectes de les inundacions. Ja més prop a la desembocadura també va entrar l'aigua en Santa Maria de la Mar, en la de Ntra. Sra. Dels Àngels l'aigua va aplegar a un nivell de 1'65 metres, i en l'Ermita de Vera fins a 3 metres.

En la marge dreta, des de Mislata fins a Natzaret, la inundació va penetrar fins al carrer de Quart, tots els carrers perpendiculars al riu dugueren l'aigua fins al barri del Carme, deixant-lo totalment inundat, altres zones van ser el Mercat Central, la plaça de l'Ajuntament. La plaça de la Verge, la Reina i Santa Caterina es van salvar de la catàstrofe. Seguint el curs del riu es van inundar la plaça Tetuan, la plaça d'Amèrica i l'eixample. Montolivet, Natzaret i la Punta es van omplir per complet. L'aigua aplegava a les diferents zones no només pel desbordament del riu

si no per penetració subterrània de les aigües que omplien les xàrcies del clavegueram CRUZ ROMÁN, J.M., (1960).

De les informacions obtingudes per PÉREZ PUCHE, F., (2007) podem extraure que en la marge dreta l'aigua entrava en la Presó de Dones, i en l'escorxador municipal. Algunes trapes del clavegueram van ser llançades a més d'un metre d'altura, per la força de l'aigua que eixia d'allí. El carrer Salvador Giner pel seu nivell es va convertir en un torrent. Els carrers Lliria, Na Jordana, Horts, Baix, Sant Tomàs, Hostal de Morella. En l'esquerre Doctor Olóriz i Arquebisbe Fabián i Fuero, van servir de braç natural per al riu desbordat. En els llocs més baixos el nivell va aplegar a tres metres. A la dreta el barri del Carmen es va inundar. dreta l'aigua pel carrer Serrans va aplegar quasi fins a la plaça Manises, tampoc es van banyar la plaça de la Verge, ni la de la Reina, ni el Palau Arquebisbat. En la marge dreta, després del Temple l'aigua va aplegar del carrer Governador Vell fins al carrer de la Mar. L'aigua va aplegar a la plaça de l'Ajuntament per Pintor Sorolla i el carrer de les Barques. A les tres de la matinada el nivell de Manises era de 8 metres per damunt del normal. Des del pont del Reial l'aigua baixava com un torrent per la plaça Tetuan, antiga Rambla de Predicadors, els carrers Poeta Quintana, Jorge Juan, Colón, Isabel la Catòlica i Sorní també s'ompliren.

Per la marge dreta l'article de FERRER OLMO, J., (1960), ens descriu també les destrosses, al Convent de les Carmelites Descalces, en la plaça de Portal Nou, degut al profund desnivell es van patir molts danys. La Parròquia de la Santíssima Creu en el barri del Carme va vore con desapareixia el seu paviment, van caure envans , desapareixer altars... A l'església del Temple l'aigua només aplegà als 35 centímetres en l'interior, ja que es va trencar el paviment deixant al descobert el clavegueram que va tragar l'aigua. Del Convent de Maria Reparadora, al carrer Governador Vell es van traure 65 camions de fang, va quedar tot destrossat. L'església de Sant Domènec va patir danys a l'interior, els altars laterals van caure

---

al mig de la nau central. Al Pouet de Sant Vicent l'aigua va cobrir la porta principal de l'església. L'església del Patriarca està construïda en alt, per tant el nivell només va assolir uns centímetres. Al Col·legi Major de la Presentació i Sant Tomàs de Villanueva, situat al carrer Pintor Sorolla, l'aigua va aplegar dins de l'edifici als 2'27 metres d'altura. En les esglésies de Sant Joan i Sant Vicent i en la de Sant Josep dels Pares Caputxins, la riuada nocturna quasi no va tindre importància, però en la del matí van quedar plenes d'aigua. En l'església de Ntra. Sra. de Montolivet, que està molt prop del riu, l'aigua va aplegar al nivell de les taules dels altars laterals. La parròquia de Ntra. Sra. dels Desemparats de Natzaret va ser una del es que més va patir, va quedar en estat ruïnós.

LAS PROVINCIAS (1958) que té un punt de vista més de narració periodística, ho descriu d'esta manera: Dilluns 14 d'octubre: més de 1.000 persones de Natzaret busquen refugi a la Comandància de Marina. En Tendetes un centenar de famílies es refugien en la parròquia. Al sostre del cine Olóriz puguen grups de persones. El desbordament ja es produeix amb força, la passarel·la de Campanar i el pont de fusta de l'Estació dels trenets han estat arrancats. Les aigües arrastren troncs i restes diverses. A la marge esquerra la policia armada trau 115 persones de les seues cases inundades, a la zona costera la gent va als edificis municipals de la Malva-rosa i s'instal·la en els pisos alts. S'inunden les centrals telefòniques del Grau i del carrer Salamanca, i els transformadors subterranis d'electricitat, els barris de la ciutat queden a fosques i incomunicats. Es talla també el subministrament d'aigua. El riu desborda i l'aigua entra ja a molta distància, fins a la plaça de l'Ajuntament, plaça de Sant Jaume, travessant el barri del Carme, fins el carrer la Pau, i els barris més moderns de la ciutat, Gran Via Marqués del Túria, Antic Regne, l'avinguda del Port. Un tramvia es queda atrapat a cent metres de la Comandància de Marina amb uns 35 passatgers que no poden ser rescatats fins l'endemà i han d'esperar pujats als seus seients. La rapidesa de la inundació va fer que moltes persones no pogueren eixir de les seues cases. També es van vore molt

---

afectades les persones que tenien les seues vivendes al mateix llit del riu. Els funcionaris de la Presó Model ajudaren als veïns de les cases del voltant que van ser inundades. 300 cases es van destruir en Natzaret, i en el cementeri del Grau van caure les parets i es van descobrir les sepultures. En Campanar va desaparèixer una fàbrica sencera sense deixar rastre, a la parròquia de Marxalenes va sobreviure un cavall pujant a l'altar major i estirant el cap per a respirar per damunt de les aigües. Les aigües tornen al llit del riu abans que es faça de dia, però deixen basses d'aigua i fang al seu pas. Els districtes marítims no estan comunicats. Les facultats de ciències i medicina de Blasco Ibáñez tenen plens els soterranis. Les instal·lacions de la Presa (Manises) estan plenes de fang, la casa de les Roques era una basa.

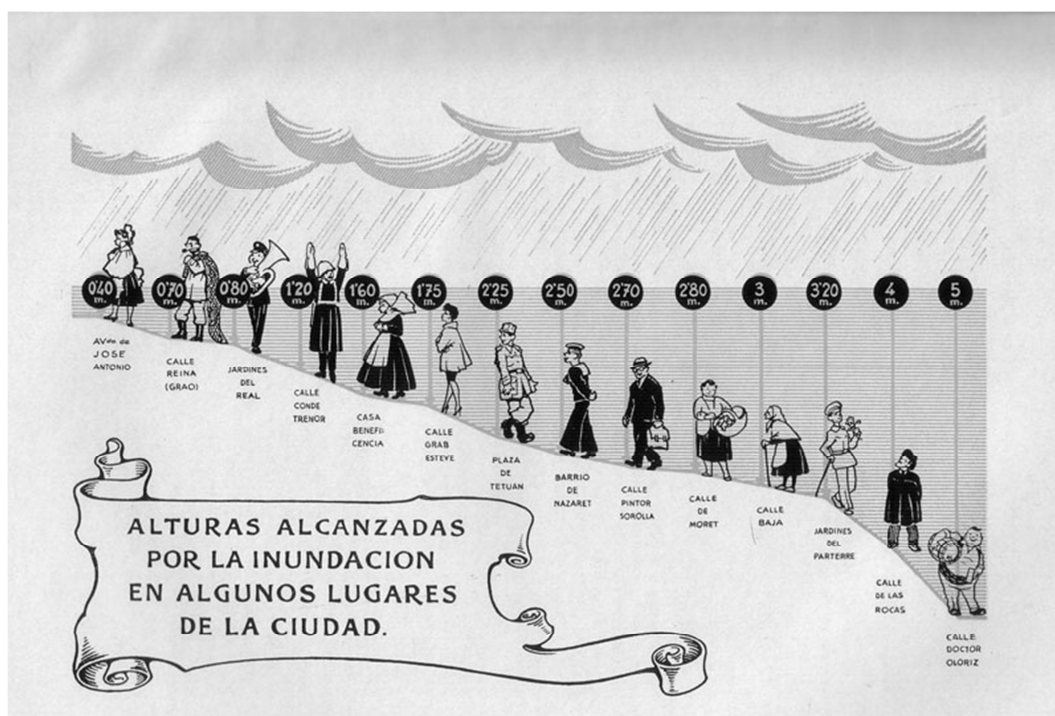
Els diferents autors coincidixen en que els ponts que aconseguiren resistir la força de les aigües van ser els més antics: Trinitat, Serrans, Mar, Real i Sant Josep. Els altres sis van sofrir desperfectes de diversa consideració, les tres passarel·les de fusta van desaparèixer sense deixar rastre. Els serveis públics es van vore afectats, cal destacar l'actuació dels vigilants nocturns que avisaren a la gent, les forces públiques i tots aquells voluntaris que van ajudar des d'un primer moment. Es van tallar els subministres de llum, telèfon i aliments i demés serveis públics. Les pluges que vam produir les avingudes van caure més avall de l'embassament de Benaixeve i per tant no va servir com a embassament de laminació. Així, la conca del Túria va ser recorreguda per uns cabals no trasbalsable pels llits dels rius.

Segons LAS PROVINCIAS (1958), poc a poc les autoritats aconseguixen tornar al centre de la ciutat, la gent comença a treballar per a recuperar la normalitat. Al finalitzar la primera avinguda començaren els primers treballs de rescat i auxili de les víctimes. A les poques hores es produí la segona riuada, si bé els danys materials superaren els de la primera no va ser major el nombre de víctimes. En la zona compresa entre els carrers Quart, Guillem de Castro, Serrans i Cavallers, les aigües van deixar en mal estat el 50% dels edificis.



## 3.1.2.5.1.1.2 Segona Inundació: 14 d'Octubre Migdia

CRUZ ROMÁN, J.M., (1960): L'avís que ve una segona riuada va de boca en boca, moltes persones ho prenen a broma i no fan cas, altres més escarmentades es dediquen a evacuar tot el que poden. A mig dia es produeix la segona avinguda. La inundació és més violenta que la primera.



Il·lustració 39. Altura a la que van arribar les aigües en diferents carrers de la ciutat de València. Font: CRUZ ROMÁN, J.M., (1960).

LAS PROVINCIAS (1958): S'ajuntava el fet de la crescuda i que no parava de ploure en València i rodalia. El dic de contenció de Campanar va rebentar i va inundar tota la marge esquerra del riu. Degut a este fet l'aigua va ser menys perjudicial en Guillem de Castro i Ferran el Catòlic. Es trencà el mur del Botànic i van desaparèixer les espècies vegetals que hi havia dins. L'aigua avançà cap a Na Jordana i el Barri del Carme, fins a la zona del Mercat i la Llotja. Aplegà embravida fins la plaça de l'Ajuntament que rebia altres corrents pel carrer les Barques i Roger de Llòria. Al centre s'inundaren tots els locals d'espectacles excepte el cine Rex,



mentre que l'Eslava tenia l'aigua al nivell de les llotges. Per diversos llocs es trenquen els ampits del riu., els cinc ponts més antics resistiren, el menys afectat el de Natzaret, el de Campanar va quedar inutilitzat, el d'Aragó va perdre les baranes, i el del Àngel Custodi també va patir. La passarel·la de Campanar i la del Pont de Fusta desaparegueren en la primera riuada, la del ferrocarril de Barcelona també es va tindre considerables danys, i pel que fa a la passarel·la de la Exposició va caure la pila central i es va afonar.



Il·lustració 40. Gràfic il·lustratiu del nivell de les aigües de l'avinguda del Túria en alguns carrers de València. Font: Postal d'època editada per Forma Ediciones (València).

PÉREZ PUCHE, F., (2007): Cap a la una del migdia del 14 d'octubre ja s'havia confirmat que venia una altra riuada més gran que l'anterior, en Vilamarxant els tècnics calcularen un cabal de 3.500 m<sup>3</sup>/s, i l'ona d'inundació va tardar dos hores en recórrer eixos 30 km fins a la mar. Es va posar a ploure, l'aigua va aplegar a un nivell d'un metre i mig per damunt del de l'anterior riuada. Els riu es va obrir pas per una rambla que segons els estudiosos s'havia utilitzat vint segles enrere, el Carmen, la plaça de Sant Jaume, Bosseria, el Mercat i el carrer de les Barques, un

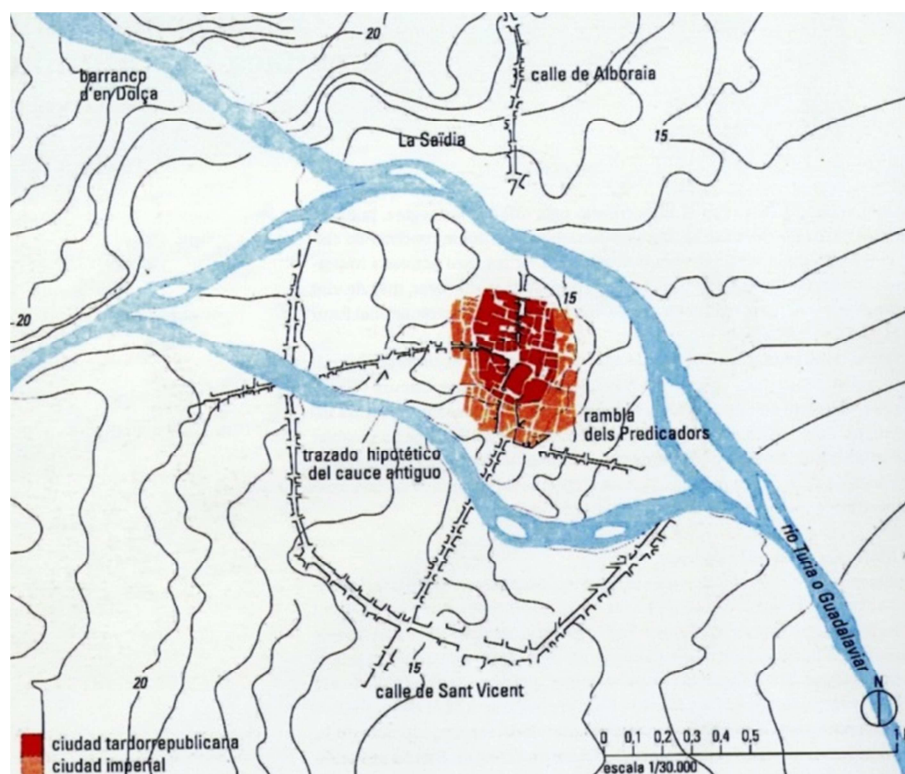
curs secundari que recollia l'illa on es van assentar els romans, i l'espai que també van respectar els musulmans. Els tècnics calcularen que si s'unien els cabals del Túria i el barranc del Carraixet resultarien 6.000 m<sup>3</sup>/s. Alguns testimonis diuen que hi havia temporal de llevant i la mar no tragava l'aigua que treia el riu. L'informe del general GÓMEZ-GUILLAMÓN, F., (1958) va calcular la zona inundada en 2.200 hectàrees, des de l'assut de Rascanya fins a la mar.

En el gràfic aparegut a l'article de CÁNOVAS, M., (1958): podem observar que des del Salt de Xulilla, on es produeix el nivell màxim a les 22 hores del dia 13, fins a València on aplega al nivell màxim a les 4 de la matinada del dia 14. L'ona tardà 6 hores en recórrer el 70 km de distància. El que representa una velocitat de 3.25 m/s. Des del pont de Vilamarxant, on es produeix el màxim nivell de la segona ona a les 12'45 fins que aplegà a València, a l'altura del Govern Civil, a les 14'45, tarda aproximadament 2 hores en recórrer 30 km. Resultant una velocitat és de 4.16 m/s. Les precipitacions extraordinàries dels dies 13 i 14 d'octubre de 1957, van tindre conseqüències catastròfiques per a la zona de llevant, en les conques del Magre, als barrancs de Torrent i del Carraixet, el Palància, el Millars i el Túria. Els efectes més importants es van produir a les conques del Millars, el Palància, el barranc del Carraixet i el riu Túria MARTÍNEZ SANCHIS, F., (2010). L'efecte de les pluges en la conca del Túria es feren sentir aigües avall de l'embassament de Benaixeve. La conca de captació del Túria des de l'embassament fins a aigües avall en 2.124 Km<sup>2</sup>.

Pel que fa als pobles dels voltants, a la parròquia de Sant Carles Borromeu, d'Albal l'aigua va aplegar als 1'82 metres. En Alboraià, pel desbordament del Carraixet, en la parròquia de l'Assumpció de Ntra. Sra. l'aigua va aplegar fins al mig metre, i en les ermites de Santa Bàrbara i Vilanova fins al metre i mig. En Xulilla, que està vora el riu, l'ermita dels Banys va ser arrasada, no va quedar més que el paviment i en la parròquia de Ntra. Sra. dels Àngels l'aigua va aplegar fins

als 70 centímetres, però es produïren filtracions pels carrers superiors que destrossaren el temple. FERRER OLMO, J., (1960).

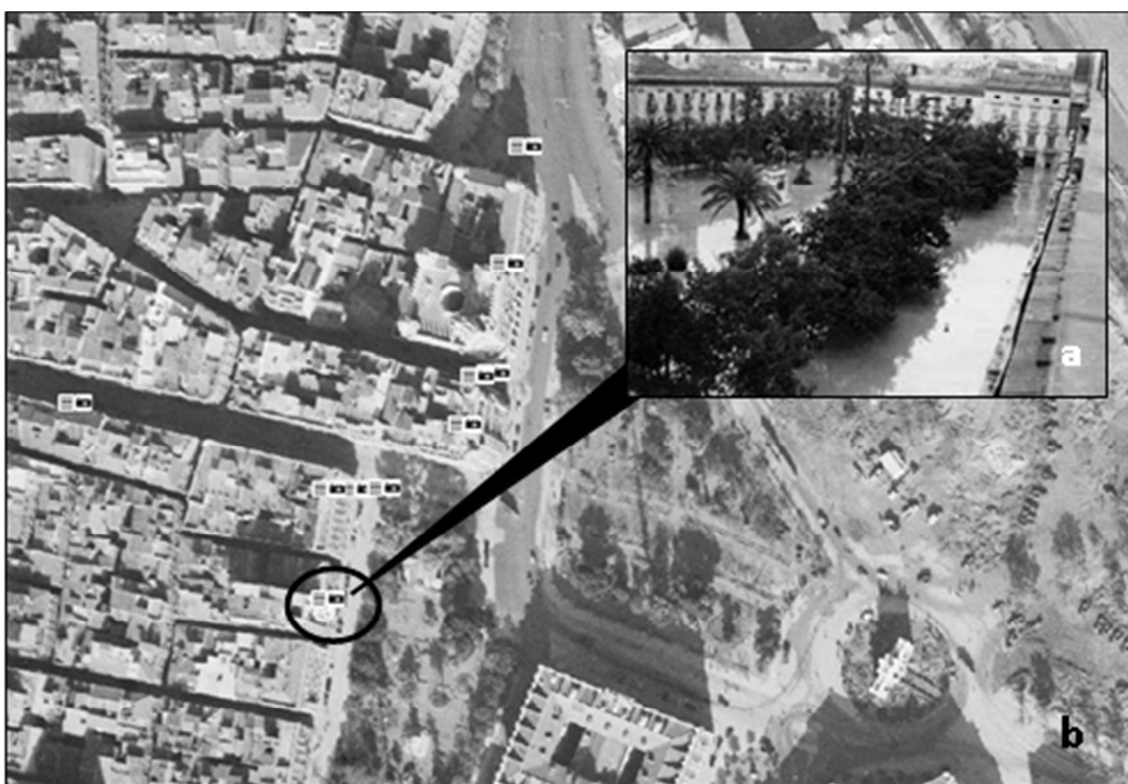
Per a commemorar els 50 anys de la riuada es realitza una exposició al MUVIM i es publicà un catàleg, en el que venen recollits nous punts de vista dels fets de 1957. SORRIBES, J., (Coord.) (2007). Del que poden concloure amb el resum de l'article per a esta publicació de SORRIBES, J.: *El riu com a límit, amenaça i oportunitat*, on l'autor exposa la teoria que la ciutat era una illa entre dos braços del riu, prompte es dessecà el braç del sud. El riu sempre funcionaria com a límit de la ciutat en successives ampliacions. Es fa referència a diferents usos del llit del riu, pasturar el ramat, extracció d'arena per als camps o conrear les seues terres, o l'ús residencial, que havien de conviure amb l'aigua, habitualment molt escassa. Després de 1957 ja no es va poder ajornar més el desviament del traçat del riu.



Il·lustració 41. Traçats hipotètics del llit original del riu Túria i de la Valentia romana. Font SORRIBES, J., (Coord.) (2007).

### 3.1.2.6 ELABORACIÓ D'UN SISTEMA D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA D'AVINGUDA

La informació consultada en el procés de recopilació documental s'ha inclòs en un Sistema d'Informació Geogràfica d'AVINGUDA (S.I.G.A. endavant), que ens permetrà la georeferenciació i ordenació de la informació, proporcionant-nos una visió de conjunt de la zona d'estudi, i facilitant a més l'accés a la documentació i l'agilització de la seua consulta i estudi.



Il·lustració 42. Sistema d'Informació Geogràfica d'AVINGUDA: a Imatge associada a l'enllaç al S.I.G.A. b.

Vista del Vol del Itinerari del Túria C.E.T.F.A.. Font: BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).

Calat	3.2 m
Font	Les inundacions de València de 1957. Memòria Oficial de la Delegació del Govern
Informació	Alçades aconseguides per la inundació en alguns llocs de la ciutat: "Jardins del Parterre"

Taula 6. Sistema d'Informació Geogràfica d'AVINGUDA: calat màxim d'inundació en metres, font i informació addicional associada. Font: BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).

Els materials inclosos al S.I.G.A. es detallen a continuació en forma de taula:

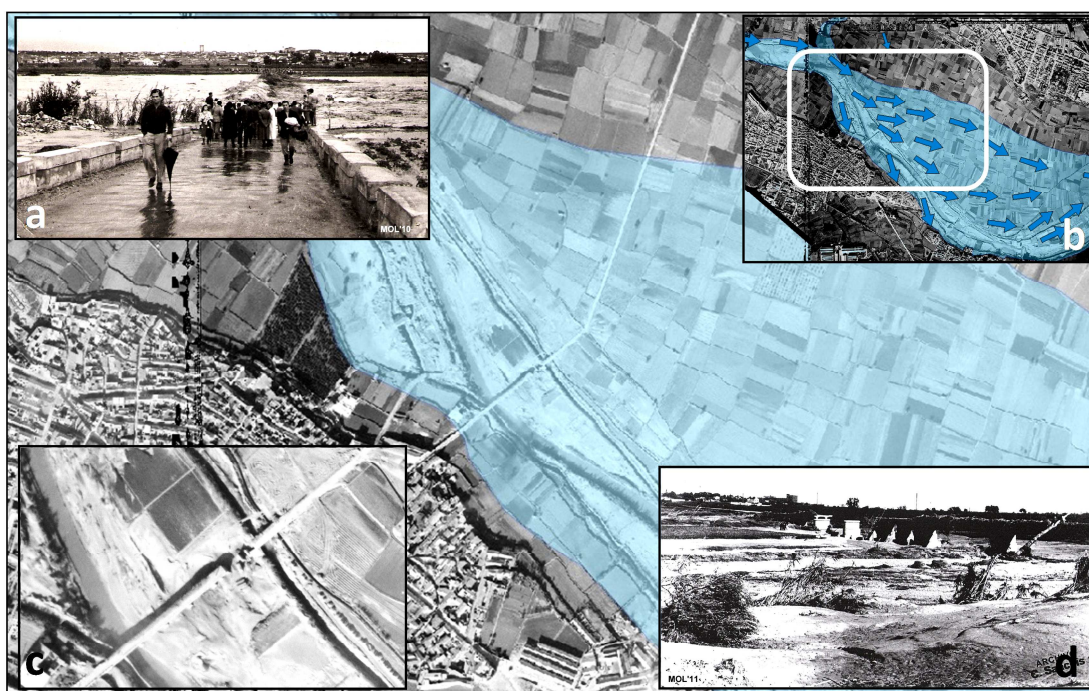
<i>Material</i>	<i>Contingut</i>	<i>Font</i>	<i>Any</i>
<b>Fotografia Aèria</b>	Vol Americà	U.S.A.F.: United States Air Force	1956
	Materials Inèdits Mateu, J et al.. (2013)	Mosaic Arxiu Militar de València	1957
		Itinerari del Túria C.E.T.F.A.	1957
	Rodalies de València C.E.T.F.A.	1958	
	Ortofoto	P.N.O.A.	2010
<b>Fotografies Inundació</b>	A peu de carrer	Diverses	1957
	Aèries Obliqües	S.H.Y.C.E.A.	1957
<b>Calats</b>	Màxims d'Inundació	PROPIEDAD Y CONSTRUCCIÓN (1960)	1960
		OLCINA J. (1999)	1999
		“Gráfico Niveles Agua Valencia Riada 1957” (* Font Desconeguda)	*
<b>Límits d'Inundació</b>	Diari Jornada	JORNADA DIARIO DE LA TARDE (1957)	1957
	La Batalla del Fang	GÓMEZ-GUILLAMÓN, F. (1958)	1958
	Hasta aquí llego la riada	PÉREZ PUCHE, F. (2007)	2007
	Conferencia 50 Aniversari	MARCO, J., MATEU, J. (2007)	2007
<b>Fotointerpretació</b>	Delimitació	Elaboració pròpia	2013
	Línies de Flux	Elaboració pròpia	2013
<b>Cartografia</b>	M.D.E.	Servei d'Hidrologia C.H.X.	-
	Plànol T.M. València	LLOPIS, A., PERDIGÓN, L. , TABERNER F. (2012)	1929-1944
<b>Resultats Simulació M.M.Hdc.</b>	Superfície d'Inundació	Elaboració pròpia	2014
	Calats	Elaboració pròpia	2014
	Velocitats	Elaboració pròpia	2014

Taula 7. Documentació recopilada inclosa al S.I.G.A. Font: Elaboració pròpia.



### 3.1.2.7 FOTOINTERPRETACIÓ.

A partir de les fotografies aèries inèdites d'alta resolució descrites i altra informació recopilada, incorporat al S.I.G.A. anteriorment esmentat, s'ha dut a terme, la fotointerpretació del vol de l'itinerari del Túria del tram comprès entre la Presa (Manises) i Quart de Poblet, amb l'ajuda del Dr. En Geografia En José Miguel Ruiz Pérez investigador del Departament de Geografia de la U.V.



Il·lustració 43. Fotointerpretació a l'entorn del Pont de Manises: a. Fotografia presa des del marge dret en el transcurs de l'avinguda. b. Delimitació de la superfície d'inundació i línies de flux determinades a partir de fotointerpretació. c. Planta de detall del pont destruït després de la inundació (Vol del Itinerari del Túria CETFA). d. Vista de l'estat del pont després l'avinguda des de la marge dreta aigües amunt del pont. Font:

BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).

Procedint per a l'esdeveniment objecte d'estudi a:

- Delimitació de l'extensió d'inundació.
- Traçat de les línies de flux de desbordament.

- Estimació de l'ordre de magnitud de paràmetres per a la modelització hidrològica i hidràulica, com ara la rugositat efectiva per a modelització.
- Verificació de la extrapolació de MDT a l'escenari de modelització, per a la detecció d'errors i possibles canvis significatius a tindre en compte.

### **3.1.2.8 CONCEPTUALITZACIÓ DE L'ESQUEMA DE FUNCIONAMENT HIDRÀULIC D'INUNDACIÓ**

De manera conjunta l'anàlisi dels materials recollits al S.I.G.A. i la seua fotointerpretació ens permeten retrotraure'ns al moment de la inundació per tal de procedir a la Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic d'Inundació (endavant C.E.F.H.I.). Tanmateix com la reconstrucció de les condicions de contorn, el calibratge i la validació. A més de la definició de la malla conceptual per a la futura reconstrucció hidràulica per mitjà de modelització hidràulica bidimensional a l'entorn urbà, per identificació de zones i elements de la inundació:

#### **3.1.2.8.1 Zonificació per Comportament Hidràulic Singular**

A priori s'han identificat les següents zones de comportament hidràulic singular: zona d'alta permeabilitat al flux (Z.A.P.F.), zona de baixa permeabilitat al flux (Z.B.P.F.), zona d'inundació quasi-hidrostàtica, via d'intens desguàs (V.I.D.).

#### **3.1.2.8.2 Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació**

Fent ús de les ferramentes anteriorment esmentades, ha sigut possible establir la C.E.F.H.I. que es detalla en forma de taula a continuació:

Tram	Subtram	ID	Zona	Comportament hidràulic
Penurbà	P1	i	La Presa (Manises)- Quart de Poblet	Predominant 1D
	P2	ii	Quart de Poblet- Molí del Sol	1D+2D
d'Aproximació	A1	iii	Molí del Sol- Assut de Rovella	1D+2D
	A2	iv	Assut de Rovella- Pont de Sant Josep	Desbordaments marge esquerre de l'Assut de Rovella Inundació barranc d'En Dolça Trencaments ampit marge esquerre a Campanar
Urbà	Itinerari del Riu	v	Pont de Sant Josep- Assut de l'Or	1D+2D
		vi	Assut de l'Or- La Punta	1D+2D
	Desbordaments	vii	Desbordaments Marge Esquerre (Nord)	C/Sagunt cap a convent Carmelites. Benimadet cap a séquia de Vera Vivers fins a Clot de Vera. Pont d'Aragó aigües amunt de Penya-roja. Aigües avall del pont del ferrocarril a Barcelona.
		viii	Desbordaments Marge Dreta (Sud)	Barri del Carme (València Romana en sec) Ciudadella, cap a Russafa. Confluència amb el fluxos de la Rambleta al Pla de Quart Assut de l'Or cap a Albufera
Desembocadures	D1	ix	Desembocadura Principal	2D
	Trencaments	x	Trencaments (M.E.) Nord (Cabanyal, Caryamelar, Malva-rosa)	Al llarg del la cordó dunar litoral després de ajuntar-se tots els fluxos desbordats cap al nord amb els desbordats procedents del Carraixet
		xi	Trencaments (M.D.) Sud (Natzalet)	2D

Taula 8. Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació (C.E.F.H.I.).

Font: Elaboració pròpia.



### **3.1.3 RECONSTRUCCIÓ DE LES CONDICIONS DE CONTORN**

Per a la reconstrucció de les condicions de contorn (endavant C.C.) cal disposar de la informació suficient per a elaborar els diversos Models dels Terreny (endavant M.D.T.) de les diferents condicions de contorn de l'escenari considerat com ara: el M.D.T de rugositat generalment representada pel número de Manning (M.D.T. $\eta$ ), i el model d'elevacions (Model Digital d'Elevacions en davant M.D.E.), i la resta de condicions que es descriuen més avall.

#### **3.1.3.1 C.C. HIDRODINÀMIQUES**

Caldrà a més obtindrà informació per tal a poder establir de forma fidel a la realitat de l'esdeveniment, les restants condicions hidrodinàmiques: condició de de contorn d'entrada i d'eixida, aixina com les condicions inicials: humitat del terreny, rugositat, nivells de base pel que fa a l'hidrograma, i calats inicials pel que respecta a la inundació.

##### **3.1.3.1.1 C.C. d'Entrada**

S'ha adoptat com a C.C. d'entrada l'hidrograma de CÁNOVAS, M., (1958).

##### **3.1.3.1.2 C.C. d'Eixida**

S'ha adoptat com per a la C.C. d'eixida el calat crític per a l'última secció, suficientment allunyada de la zona d'estudi.

#### **3.1.3.2 C.C. RUGOSITAT**

Rugositat: es realitza un anàlisi de sensibilitat previ, per tal d'establir un valor efectiu per a la modelització. Considerant l'efecte de munda de la vegetació i dels materials no consolidats del llit del riu com a conseqüència del transport sòlid

per tractar-se d'un flux hiperconcentrat, i la influència de les formes de llit, que condicionen la variabilitat espai – temporal del paràmetre..

### **3.1.3.3 MALLA O C.C. DE TERRENY**

Pel que fa a la malla, la C.C. de terreny, o C.C. topogràfica s'adopta el M.D.T. facilitat pel Servei d'Hidrologia de la Confederació Hidrogràfica del Xúquer (endavant C.H.X.). Este M.D.T. correspon a l'estat actual del llit i de les planes d'inundació del Riu Túria, es tracta d'un M.D.E. amb resolució d'un metre (1m x 1m), que extrapolat per a l'escenari de modelització a 1957, resulta d'aplicació per a les zones no antropitzades, duent a terme les correccions escaients. A partir del M.D.E. aplicant la ferramenta HEC-GeoRAS per a ArcGIS s'extrauen les seccions transversals amb per al model 1D de HEC-RAS. MAIDMENT, D.R., DJOKIC, D., (2000).

## **3.2 SIMULACIÓ**

M.M.Hdc.1D: fent us del model HEC-RAS desenvolupat pel USACE, amb la finalitat de obtindre les envoltants de màxims de: superfície d'inundació, calats, i velocitats, per al tram d'estudi a partir de la informació a l'abast aplicada per a la reconstrucció de les condicions de contorn a considerar:

### **3.2.1 ACOTACIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI**

La zona d'estudi escollida per considerar-se menor la variació de la morfologia fluvial i per les dades disponible és el tram periurbà, i més concretament el subtram que van des de la Presa (Manises) fins a Quart Poblet.

### 3.2.2 MODELS MATEMÀTICS HIDRÀULICS ESCOLLITS

Els models matemàtics considerats per a la simulació hidràulica són: d'una banda el HEC-RAS per a la M.M.H.1D., i el model Iber a emprar en la M.M.H.2D.

HEC-RAS HEC-USACE (Hydraulic Engineering Center - US Army Corps of Engineering) utilitzat per a dur a terme la modelització matemàtica hidràulica unidimensional per a la simulació en règim permanent o transitori gradualment variat. Model utilitzat de manera àmpliament generalitzada per la seua versatilitat de càlcul, les seues intuïtives eixides de resultats: perfils longitudinals, transversals, vistes 3D i taules, així com la seua interconnectivitat amb S.I.G., tant pel que fa preprocés i postprocés de dades geomètriques amb models digitals del terreny utilitzant l'extensió HEC-GeoRAS d'ArcGIS, com per al postprocés dels resultats via mapes d'envoltants de màxims de superfície d'inundació, calats, i distribució de velocitats, etc internament des de HEC-RAS amb la ferramenta RASMapper.

Iber és un model matemàtic hidràulic bidimensional en aigües someres per a la simulació de fluxos en rius, desenvolupat en col·laboració pel Grup d'Enginyeria de l'Aigua i del Medi Ambient, GEAMA (Universitat de La Corunya, UDC) i l'Institut FLUMEN (Universitat Politècnica de Catalunya, UPC, i Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria, CIMNE). En el marc d'un Conveni de col·laboració subscrit entre el CEDEX i la Dirección General del Agua. El model Iber sorgix com a resposta a l'interès mostrat pel Centre d'Estudis Hidrogràfics del CEDEX de disposar d'una eina que facilitara l'aplicació de la legislació sectorial vigent en matèria d'aigües, especialment en els requeriments derivats de la Directiva Marc de l'Aigua, la Instrucció de Planificació Hidrològica, la Directiva d'Inundacions o el Pla Nacional de Qualitat de les Aigües. BLADÉ, E., CEA, L., CORESTEIN, G., ESCOLANO, E., PUERTAS, V., VÁZQUEZ-CENDÓN, E., DOLZ, J., COLL, A., (2012).

### 3.2.3 HIPÒTESI DE PARTIDA

Les hipòtesis de partida i simplificacions adoptades per a la modelització matemàtica hidràulica són:

- M.M.H.1D de Nivell 3, unidimensional i discretitzada definida al punt 2.2.2.3.
- Rugositat equivalent efectiva, considerant l'efecte de munda.
- El terreny no ha patit canvis significatius, s'adopta el MDT actual per al tram d'estudi duent a terme les correccions escaients en el seua cas.
- Es suposa que s'ha aconseguit el règim estacionari és modelitza en règim permanent per al cabal punta de l'hidrograma.

### 3.2.4 MODELITZACIÓ

#### 3.2.4.1 MODELITZACIÓ UNIDIMENSIONAL: TRAM PERIURBÀ

Simulació emprant el model matemàtic hidràulic HEC-RAS, per a obtenir la superfície d'inundació, i les envoltants de calats màxims i velocitats, a partir de la informació a l'abast utilitzada per a la reconstrucció de les condicions de contorn. Aplicada al tram periurbà del riu Túria comprés entre la Presa <sup>3</sup> (Manises) i Quart de Poblet. Obtenint les seccions per M.M.H.1D a partir del M.D.E. del Servei d'Hidrologia de la Confederació Hidrogràfica del Xúquer amb equidistància entre seccions transversals entre 200 y 250 m aproximadament, amb el cabal punta de 3780 m<sup>3</sup>/s (règim permanent) de l'hidrograma de CÁNOVAS, M., (1958).

---

<sup>3</sup> Aigües avall de les instal·lacions de la Presa (Manises) es trova l'Estació d'Aforament N<sup>o</sup>25, que fou arrasada per la Riuada de 14 d'octubre de 1957 MATEUJ., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012). Vore Annexos: IV, Vi i VI.

### 3.2.4.2 ANÀLISI DE SENSIBILITAT DE LA RUGOSITAT

Anàlisi de sensibilitat de variació de la rugositat ( $n$ ) i de la seua repercussió pel que fa variació capacitat hidràulica, que tanmateix es tradueix de en una variació dels nivells i de la superfície de inundació resultants. S'ha adoptat una rugositat efectiva pel al tram d'estudi com a conseqüència de l'efecte de munda. Procedint a la modelització amb 7 rugositats diferents de l'interval  $[0,03, 0,060]$ , prenent increments de la rugositat de  $+0.005$ , es a dir  $n= 0,030, 0,035, 0,040, 0,045, 0,050, 0,055, 0,060$  respectivament, obtenint els resultats pel que fa a les superfícies de inundació, calats i velocitats per a cadascuna de les rugositats.

## 3.3 POSTPROCÉS

### 3.3.1 ANÀLISI DE RESULTATS

Anàlisi dels resultats M.M.Hdc.1D fent ús de la ferramenta RASMapper del model matemàtic hidràulic HEC-RAS, per a convertir les eixides de resultats a mapes d'envoltants de màxims de superfície d'inundació, calats i velocitats.

### 3.3.2 ESTIMACIÓ D'ERRORS

Es plantegen un parell de processos paral·lels d'estimació d'errors per al calibratge i validació, en base a superfícies d'inundació i nivells. Les fonts d'error són el cabal ( $Q$ ), i la rugositat ( $n$ ), fixat el  $Q$  (modelització en règim permanent per al cabal punta) caldrà puix localitzar les seccions crítiques on el calat és independents del pendent i de la rugositat. Aplicant l'anàlisi de sensibilitat de la rugositat per a l'estimació del error  $\varepsilon$ , tal que el resultat s'ajusten el màxim possible a la realitat en als valors de nivell i superfície d'inundació observats.

### 3.3.3 CALIBRATGE

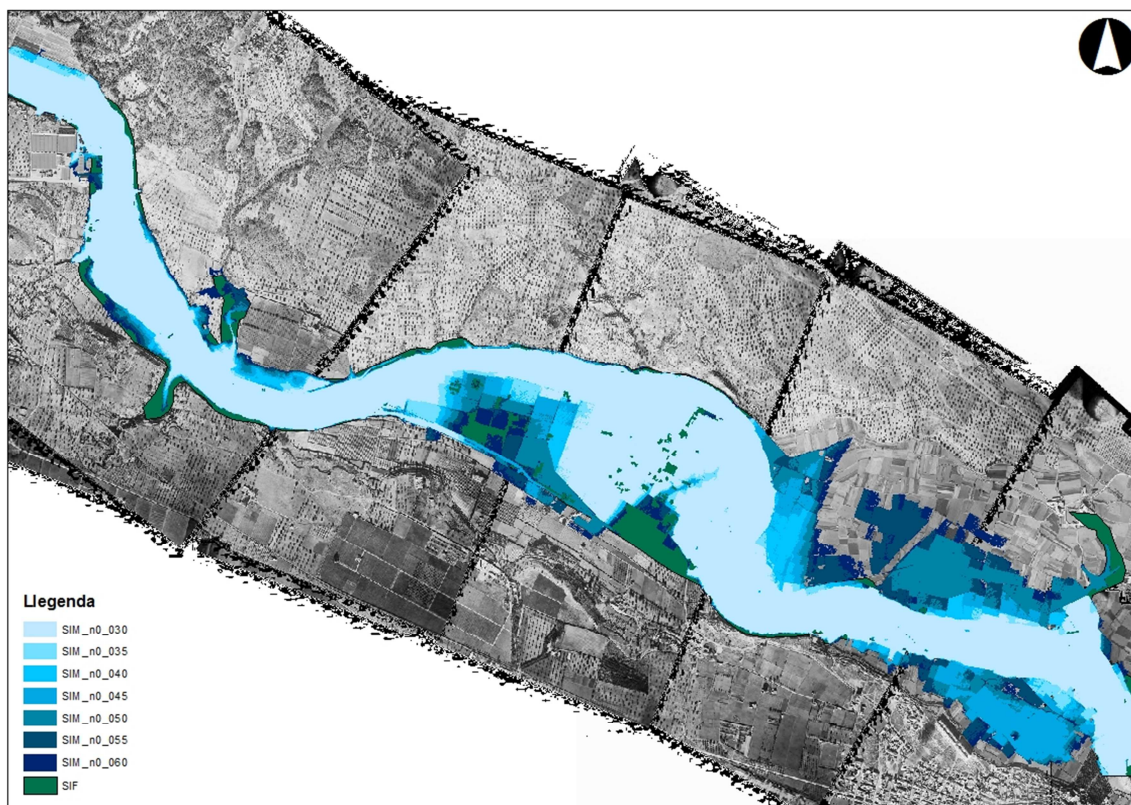
#### 3.3.3.1 C.H.1D. PER COMPARACIÓ DE SUPERFÍCIES D'INUNDACIÓ.

Aplicant una extrapolació de la metodologia de calibratge de DI BALDASSARRE, ET AL. (2009), per a contrastar les diferents superfícies d'inundació de modelització (S.I.M.) obtingudes de l'anàlisi de sensibilitat de la rugositat, front a la superfície de inundació deduïda per fotointerpretació (S.I.F.) per a l'esdeveniment analitzat (a partir del Vol de l'Itinerari del Túria). Per tal d'establir les relacions de l'apartat 2.2.3.1. Així puix a partir de les àrees obtingudes per a cadascuna de les simulacions amb diferents rugositats efectives, s'adoptarà com a rugositat a considerar la del model que minimitze l'error respecte al valor de superfície d'inundació de base derivada de la fotointerpretació (vore Taula 9).

CALIBRATGE	Superfície [m <sup>2</sup> ]	R	$\Delta S$ [m <sup>2</sup> ]	Error Relatiu
SIM_n0_030	1659850.304	0.74	572842.591	0.26
SIM_n0_035	1758805.966	0.79	473886.929	0.21
SIM_n0_040	1887859.425	0.85	344833.470	0.15
SIM_n0_045	2109692.519	0.94	123000.376	0.06
SIM_n0_050	2422175.433	1.08	-189482.538	-0.08
SIM_n0_055	2571580.057	1.15	-338887.162	-0.15
SIM_n0_060	2800211.779	1.25	-567518.884	-0.25
SIF	2232692.895	1	0	0

Taula 9. Taula de resultats de calibratge per comparació de superfícies d'inundació. Sent: S.I.M. Superfície d'Inundació per Modelització per a la corresponent rugositat efectiva. /S.I.F.: Superfície d'Inundació deduïda per Fotointerpretació. Font: Elaboració pròpia.

Les rugositats equivalents finalment adoptades pertanyen a l'interval [0,030, 0,035], i no al de menor error relatiu ja que la delimitació de la S.I.F. a la zona coneguda com “el Racó” estava sobreestimada per influència del desbordaments de la séquia de Quart.



Il·lustració 44. Comparativa de Superfícies d'inundació. Sent SIM.: (blaus)/SIF.: (verd).

Font: Elaboració pròpia.

### 3.3.3.2 C.H.1D. PER COMPARACIÓ AMB NIVELLS CONEGUTS

Calibratge amb nivells a partir de la “marca d'aigua registrada” a les instal·lacions de la Presa (Manises), basada en testimonis del personal d'Aigües de València, que recorden que el nivell màxim de la Riuada de 1957 va arribar fins a l'inici de les escales de l'Edifici del Laboratori de les instal·lacions.





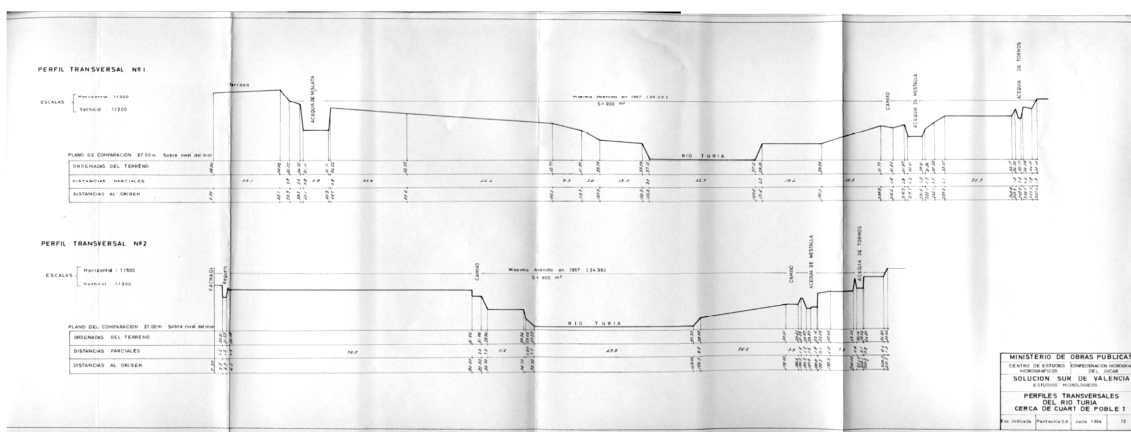
Il·lustració 45. Nivells a la zona del Laboratori de les instal·lacions de La Presa (Manises), per a les rugositats  $n=0,030, 0,045, 0,060$  respectivament. Font: Elaboració pròpia.

Com s'observa a la il·lustració 45 la rugositat a adoptar per al calibratge per nivell és la corresponent a l'interval  $[0,030, 0,035]$ , en consonància amb la deduïda per al calibratge per superfície d'inundació.



### 3.3.4 VALIDACIÓ

Validació a partir de nivells d'inundació coneguts al tram d'estudi. Nivells màxims observats al llarg l'esdeveniment extrems de l'Estudi Hidrològic, PANTECNIA (1964), corresponents als Perfils N<sup>o</sup>1 i N<sup>o</sup>2 situats entre les séquies de Tormos i Mislata / Faitanar a Quart de Poblet.



Il·lustració 46: Perfils Transversals N<sup>o</sup>1 i N<sup>o</sup>2 a Quart de Poblet. Font: PANTECNIA (1964).



Il·lustració 47. Planta d'ubicació aproximada dels Perfils Transversals N<sup>o</sup>1 i N<sup>o</sup>2 a Quart de Poblet. Font: Elaboració pròpia.

VALIDACIÓ	Perfil Transversal N°1	Perfil Transversal N°2
$\Delta z$ [m]	50	50
Cota Fons Llera (PTRTCQP) [m]	27.13	27.5
Cota Fons Llera Corregida (PTRTCQP) [m]	77.13	77.5
Cota Fons Llera LiDAR [m]	79.87	80
Nivell Inundació (PTRTCQP) [m]	35.03	34.96
Nivell Inundació Corregit (PTRTCQP) [m]	<b>85.03</b>	<b>84.96</b>
Calat MMH $n=0.030$	5.15	5.57
Nivell MMH $n=0.030$	<b>85.02</b>	<b>85.57</b>
Calat MMH $n=0.045$	5.55	5.77
Nivell MMH $n=0.045$	85.42	85.77
Calat MMH $n=0.060$	6.32	6.01
Nivell MMH $n=0.060$	86.19	86.01

Taula 10. Taula de resultats de calibratge en base a nivells màxims d'inundació. Informació de cotes i nivells d'inundació de referència PANTECNIA (1964). Font: Elaboració pròpia.

El nivell obtingut per al perfil transversal N°1, també per a una rugositat pertanyent a l'interval [0,030, 0,035], ens permet verificar la validesa a priori del cabal punta de l'hidrograma de CÁNOVAS, M., (1958).

## 4 CONCLUSIONS

### 4.1 CONCLUSIONS DEL TREBALL D'INVESTIGACIÓ

Per a concloure destacar les conclusions més significatives del treball d'investigació:

Relatives a la metodologia:

- La metodologia desenvolupada permet el calibratge i validació de modelització matemàtica hidràulica unidimensional, aplicada a la reconstrucció d'esdeveniments d'avinguda històrics.
- La modelització matemàtica hidràulica estricta no es abordable sense tindre en compte altres eines científiques no matemàtiques fonamentals com ara la paleohidrologia, la geomorfologia, la geocronologia, la gearqueologia, la dendrologia, i la I.N.S.
- Es per això que contempla la incorporació d'estes eines no matemàtiques, i d'I.N.S., l'adopció paràmetres efectius (per a tindre en compte l'efecte de munda considerant la variabilitat espai-temporal de la rugositat) i la utilització d'eines de suport a la M.M.Hdc.: com ara el S.I.G.A, i la teledetecció.
- El S.I.G.A., resulta una eina de suport clau, per tal d'agrupar i ordenar la informació de la recerca documental en una B.D. georeferenciada la I.N.S., agilitzant la consulta, facilitant-ne la interpretació en el preprocés. Juntament amb la teledetecció i fotointerpretació d'imatges de l'esdeveniment ens permeten a més retrotraure'ns al moment de la inundació per a identificar les envoltants de màxims pel que fa les superfícies d'inundació, i procedir a la C.E.F.H.I. per la reconstrucció de les

condicions de contorn, i l'establiment de la malla conceptual per a la modelització matemàtica hidràulica.

- De forma general es pot afirmar que el calibratge és un procés iteratiu i interactiu, pel que fa a la modelització matemàtica hidràulica associada. Per una banda iteratiu perquè requereix de l'anàlisi de sensibilitat de determinats paràmetres per a determinar-ne els equivalents efectius, per tal d'aconseguir un ajust òptim amb l'objectiu de tractar de minimitzar l'error entre els valors obtingut a partir de la simulació i de l'observació directa o indirecta del fenomen. Per altra banda interactiu perquè: requereix del coneixement del medi a simular i del fenomen a estudiar a l'hora de dur a terme la modelització matemàtica hidràulica per tal d'optimitzar els posteriors processos de: simulació i postprocés d'anàlisi de resultats, calibratge i validació, que requereix sovint de la interacció del modelitzador.
- Preprocés (recerca documental, S.I.G.A., anàlisi d'I.N.S., fotointerpretació, i C.E.F.H.I. per a la reconstrucció), procés (modelització o simulació), i postprocés (anàlisi de resultats, calibratge i validació) van de la mà, no són processos independents..
- Rellevància de la incorporació d'I.N.S. i criteris no matemàtics per al calibratge i validació de modelització matemàtica hidràulica, resultant fonamental per a la reconstrucció puix:
  - Permet establir alguns paràmetres i condicions de contorn per a la modelització.
  - Dur a terme C.E.F.H.I, identificació de nivells i línies de flux d'inundació.
  - Dóna suport i ajuda a la decisió pel que fa a la metodologia i model a emprar.

- Proporciona un eina per al reajust de les funcions de distribució de màxims. Possibilitant la incorporació dels outliers històrics.
- Pel que fa a les eines de datació radiocarbònica, indicar que ens trobem als últims instants de l'escala geocronològica, es per això que ens resta molt per descobrir més enllà de la nostra memòria històrica al camp de la paleohidrologia per a l'anàlisi del risc d'inundació.

#### Relatives al Cas d'Aplicació:

- La metodologia desenvolupada ens permet procedir al calibratge de l'hidrograma d'avinguda estimat per CÁNOVAS, M., (1958). Calibratge del cabal màxim, a partir de M.M.Hdc.1D, fotointerpretació per a l'obtenció de superfícies d'inundació a partir dels materials inèdits, i informació de nivells d'inundació obtinguts al llarg de la recerca documental.
- Pel que fa a l'hidrograma, cal destacar que tot i tenint en compte el mitjans emprats per a seua obtenció, resulta sorprenentment precís pel que fa al  $Q_{m\grave{a}x}$ , com es dedueix de l'anàlisi de sensibilitat i del procés de calibratge i validació dut a terme.
- Així puix per al cabal punta de  $3.780 \text{ m}^3/\text{s}$  emprat a la M.M.Hdc.1D al tram comprés entre la Presa (Manises) i Quart de Poblet, la rugositat efectiva deduïda de l'anàlisi de sensibilitat compresa a l'interval [0.003-0.035], és la que millor reproduïx les característiques de l'avinguda observades relatives a superfícies d'inundació i nivells. Superfícies d'Inundació Modelitzada S.I.M. comparades front a S.I.F. (a partir de fotointerpretació de la fotografia aèria del Vol de l'Itinerari del Túria), i nivells modelitzats contrastats amb altres testimonials i extrets bibliografia.

- En vista de la complexitat de la tasca de reconstrucció de la inundació al tram periurbà, i tenint en compte que un dels objectius principals era acotar l'ordre de magnitud per a la validació de la punta del hidrograma, s'han establert una sèrie d'hipòtesis de càlcul i s'ha adoptat un nivell de modelització, que comporten una sèrie de simplificacions a priori com ara l'adopció de paràmetres efectius per tal de garantir la viabilitat de la modelització.

## 4.2 APORTACIONS DE LA INVESTIGACIÓ.

Síntesi de fites aconseguides:

- Recopilació i estudi d'I.N.S. relativa al Riu Túria: Materials Inèdits (Vol de l'Itinerari del Túria, Mosaic, expedients de Governació Civil, fotografies de la inundació).
- Elaboració d'un S.I.G.A. amb la informació recollida.
- Implementació d'un sistema per la C.E.F.H.I.
- M.M.Hdc.1D. en règim permanent per al  $Q_{m\grave{a}x}$ , fora de la zona antropitzada, al tram periurbà.
- Calibratge M.M.Hdc.1D. amb superfícies i nivells coneguts
- Validació del model basada en testimonis de nivells d'inundació en l'entorn de la Presa (Manises).
- Establiment d'una metodologia per al calibratge i validació d'aplicació per a la reconstrucció d'episodis d'avinguda extraordinària.

## 4.3 LÍNIES D'INVESTIGACIÓ

### 4.3.1 DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA GENERAL

Incorporació d'I.N.S. per a l'estudi, modelització, calibratge i validació per a la reconstrucció de l'esdeveniment de la Riuada del Túria a la Ciutat de València i contornada d'octubre de 1957.

### 4.3.2 EN DESENVOLUPAMENT

- Continuació de les tasques de recerca documental per a l'obtenció d'I.N.S. relativa a l'esdeveniment.
- Incorporació dels nous materials al S.I.G.A.
- C.E.F.H.I. al tram urbà predominantment bidimensional.
- Perfilament d'una metodologia per al calibratge, d'aplicació a la reconstrucció d'episodis d'avinguda extrema per a M.M.Hdc.2D.

### 4.3.3 FUTURES

La conseqüent iniciativa immediata futura d'investigació, en la línia de la mampresa, es l'extrapolació de la metodologia de calibratge i validació desenvolupada en este estudi del cas unidimensional (1D) al bidimensional (2D). A més de les tasques que s'enumeren a continuació:

- Revisió dels estudis climatològic, meteorològic i hidrològic, per a la reconstrucció mitjançant Modelització Matemàtica Hidrològica de l'hidrograma d'avinguda a partir de la informació recopilada al llarg de la recerca documental.
- Reconstrucció topogràfica del M.D.T. per a l'escenari de simulació.
- M.M.H.2D. a l'entorn urbà, des de l'embocadura a la zona del Molí del Sol, fins a les distintes desembocadures i límits de l'àrea inundable.
- Calibratge i validació de la M.M.H.2D i del volum de l'hidrograma.



## 4.4 ARTICLES I PONÈNCIES EN LA LÍNIA D'INVESTIGACIÓ

### 4.4.1 ARTICLES PUBLICATS

MATEU, J., CARMONA, P., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MARCO, J., (2013): *Materiales Inéditos para la reconstrucción de la riada del Turia de Octubre de 1957*. Cuadernos de Geografía. Agua, Ingeniería y Territorio: Los Ríos Júcar y Turia (1930-1959). Universitat de València. Facultat de Geografia i Història. Núm 91/92, 2012, ISSN 0210-086 X.

BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013): *Reconstrucción hidrológico-hidráulica de la riada de Valencia. (Río Turia, octubre de 1957)*. Artículo aceptado en Julio 2013 para la publicación y ponencia de las: III Jornadas de Ingeniería del Agua. La protección contra riesgos hídricos. . Volumen 1. © Marcombo S.A., Barcelona, ISBN 978-84-267-2070-2.

### 4.4.2 ARTICLES PROPOSATS

PORTUGUÉS, I., BELLÉS, J., BONACHE, X., MARCO, J.,: *A GIS-based model for the analysis of flash floods and its hydro-geomorphic response in Mediterranean urban environments. The Valencia event of 1957*. Article Project for the Special Issue of Journal of Hydrology: Flash floods, hydro-geomorphic response and risk management.

### 4.4.3 PONÈNCIES

BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013): *Reconstrucción hidrológico-hidráulica de la riada de Valencia. (Río Turia, octubre de 1957)*. Ponencia para las III Jornadas de Ingeniería del Agua. La protección contra riesgos hídricos. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universitat Politècnica de València.



## **5 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES I PROJECTES.**

### **5.1 ARXIS, FONTS BIBLIOGRÀFICS I DOCUMENTALS, I RECURSOS ELECTRÒNICS CONSULTATS**

Els arxius, fons bibliogràfics, i recursos electrònics consultats són :

#### **5.1.1 ARXIS**

ARXIU DE LA BIBLIOTECA VALENCIANA.

ARXIU INTERMEDI MILITAR DE VALÈNCIA L'EXÈRCIT DEL' AIRE.

ARXIU DE LA DIPUTACIÓ DE VALÈNCIA.

ARXIU MUNICIPAL DE VALÈNCIA.

ARXIU DEL' ARQUEBISBAT DE VALÈNCIA.

ARXIU DE LA CATEDRAL DE VALÈNCIA.

ARXIU DE LA CONFEDERACIÓ HIDROGRÀFICA DEL XÚQUER.

ARXIU GRÀFIC JOSÉ HUGUET.

ARXIU VEGES TUI MEDITERRÀNIA.

CARTOTECA DE LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

#### **5.1.2 FONTS BIBLIOGRÀFICS**

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

### 5.1.3 RECURSOS ELECTRÒNICS

#### 5.1.3.1 ARXIUS DIGITALS EN XÀRCIA

CERCADOR BIBLIOGRÀFIC DE LA U.P.V. (POLIBUSCADOR). Recursos: Catàleg UPV, Riunet, Primo Central, Libros-e, Revistas-e. Arxiu digital.

<[http://polibuscador.upv.es/primo\\_library/libweb/action/search.do](http://polibuscador.upv.es/primo_library/libweb/action/search.do)>

(Consultat: 2013).

DÍEZ, A., (2006): *Documentación sobre Inundaciones y sus Riesgos en España (DIRE)*. Versión 1.1, febrero de 2006.

<<http://www.riada.es>>

(Consultat: 06/02/2013)

LEVANTE-EMV: *Galería Riada de 1957*, Arxiu digital

<<http://comunidad.levante-emv.com/servicios/galeriasMultimedia/index.jsp?pldGaleria=162>>

(Consultat: 06/02/2013).

#### 5.1.3.2 DVD

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS (2011): *Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas*. DVD. Ministerio del Interior. Secretaria General Técnica. Madrid, actualització 2011.

LEVANTE-EMV UNIVERSITAT DE VALÈNCIA (2007): *La Riua'*. València, 1957.

LLOPIS, A., PERDIGÓN, L., TABERNER, F., (2012): *Cartografía histórica de la ciudad de Valencia (1608-1944)*. Llibre i 2 DVD. Universitat Politècnica de València. València.

VV.AA. (2008): *50 años de la Riada que transformó Valencia*. Vídeo DVD, Escola de Camins de València. 2008.

## 5.2 BIBLIOGRAFIA GENERAL

ALMELA I VIVES, F., (1957): *Las riadas del Turia (1321-1949)*, Ajuntament de València, Publicacions de l'Arxiu Municipal, València.

ANADÓN, P., ALCALÁ, L., ALONSO-ZARZA, A.M., CALVO, J.P., ORTÍ, F., ROSELL, L. Y SANZ-RUBIO, E. (2004). *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, 562-569.

BALLESTEROS CÁNOVAS, J.A., EGUIBAR, M., BODOQUE, J.M., GUTIÉRREZ-PÉREZ, I., DÍEZ-HERRERO, A., Y STOFFEL, M.(2009): *Combining dendrogeomorphological and topographical techniques for hydraulic modelling in mountain streams*. Proceedings of the 18th World IMACS / MODSIM congress, Cairns, Australia, 2651-2657.

BALLESTEROS, J. A., BODOQUE, J.M., DÍEZ-HERRERO, A., SÁNCHEZ-SILVA, M., STOFFEL, M., (2011): *Calibration of floodplain roughness and estimation of flood discharge based on tree-ring evidence and hydraulic modelling*, Journal of Hydrology, Volum 403, Qüestions 1 - 2, 6 de Juny de 2011, Pàgines 103-115, ISSN 0022-1694.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.03.045>.

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169411002253>>.

BENITO, G., LANG, M., BARRIENDOS, M., LLASAT, M.C., FRANCÉS, F., OUARDA, T., THORNDYCRRAFT, V., ENZEL, Y., BARDOSSY, A., CŒUR, D., BOBÉE, B., (2004): *Use of systematic paleoflood and historical data for the improvement of flood risk estimation. Review of scientific methods Natural Hazards*, 31 (2004), pp. 623–643

BERNARDARA, P., DE ROCQUIGNY, E., GOUTAL, N., ARNAUD, A., PASSONI, G., (2010): *Uncertainty analysis in flood hazard assessment: hydrological and hydraulic calibration*. Revista Canadenca d'Enginyeria Civil, Volum 37, Número 7 (juliol de 2010), pàgines 968-979.

<<http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=4169B0B8AB18F14B6851>>

BERRIOCHOA, E., (1946): *Plànol de Passos a Nivell i Enllaços Ferroviaris de la 3<sup>a</sup> solució proposada*.

BLADÉ, E., CEA, L., CORESTEIN, G., ESCOLANO, E., PUERTAS, V., VÁZQUEZ-CENDÓN, E., DOLZ, J., COLL, A., (2012): *Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos* Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Volume 30, Issue 1, Pages 1-10

BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013): *Reconstrucción hidrológico-hidráulica de la riada de Valencia. (Río Turia, octubre de 1957)*. Article acceptat en Juliol 2013 per a la publicació: III Jornadas de Ingeniería del Agua. La protección contra riesgos hídricos. MARCOMBO, S.A. ISBN: 978-84-267-2070-2 DL. B-20401-2013

BODOQUE, J. M., EGUIBAR M. A., DÍEZ-HERRERO A. , GUTIÉRREZ-PÉREZ I., AND RUÍZ-VILLANUEVA V., (2011): *Can the discharge of a hyperconcentrated flow be estimated from paleoflood evidence?*, Water Resour. Res., 47, W12535, doi:10.1029/2011WR010380.

BORDANOVA, ÁLEX (2007): *La Riua: València, 1957*. Vídeo DVD, Taller d'audiovisuals UV. València.

CÁNOVAS, M., (1958): Avenidas motivadas por las lluvias extraordinarias de los días 13 y 14 de Octubre de 1957, *Revista de Obras Públicas*, Febrer 1958, 59-68.

CARMONA, P., (1990): *La Formació de la Plana al.luvial de València*. Geomorfologia, hidrologia i geoarqueologia de l'espai litoral del Turia. Alfons el Magnànim, Valencia, Spain.

CARMONA, P., (1991): *Interpretación paleohidrológica y geoarqueológica del sustrato romano y musulmán de la ciudad de Valencia*. Cuadernos de Geografía 49, 1-14.

CARMONA, P., (1997): *La dinámica fluvial del Turia en la construcción de la ciudad de Valencia*. Doc. Anál. Geogr. 31, 1997 85-112.

CARMONA, P., RUIZ, J.M., (1998): *Mapa geomorfológico 1:50.000 de Valencia (722)*, Inédito, 1998.

CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2007): *El Medio Físico de l'Horta. A la Publicació VV.AA. (2007) Contexto Geográfico e Histórico de los Regadíos de la Huerta de Valencia. l Patrimoni hidràulic del Bajo Turi: L'Horta de València.. Volumen 9, Colección Regadíos Históricos Valencianos*. Editado por Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano, Conselleria de Cultura y Deporte, Generalitat Valenciana, Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia.

CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011): Historical morphogenesis of the Turia River coastal flood plain in the Mediterranean littoral of Spain, *CATENA*, Volume 86, Issue 3, September 2011, Pages 139-149, ISSN 0341-8162

<http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2010.12.006>.

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816210001918>>

CARMONA, P., DUPRÉ, M., BELLUOMINI, G., (1994): *Coastal changes in the Gulf of Valencia (Spain) during the Subatlantic period*. Quaternaire 5 (2), 49-57.

CRUZ ROMÁN, J.M., (1960): *Historia de una fecha*. PROPIEDAD y CONSTRUCCIÓN Las inundaciones de Valencia en 1957. *Historia de la riada y perspectiva de la Ciudad*.

DELGADO YEUL, D. J., (2008): *El ingeniero Berriochoa y el Plan Sur*, *Revista ETSI Caminos Canales y Puertos de Valencia*, nº 14.

DI BALDASSARRE G., SCHUMANN G., BATES P. D., (2009): A technique for the calibration of hydraulic models using uncertain satellite observations of flood extent, *Journal of Hydrology*, Volum 367, Questions 3-4, 15 Abril 2009, Pàgines 276-282, ISSN 0022-1694, 10.1016/j.jhydrol.2009.01.020.

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169409000419>>

DÍEZ, A., (2006). *Documentación sobre Inundaciones y sus Riesgos en España (DIRE)*. Versión 1.1, febrero de 2006.

<<http://www.riada.es>> (Consultat: 06/02/2013)

---

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS (2011): *Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas*. DVD. Ministerio del Interior. Secretaria General Técnica. Madrid, actualización 2011.

ESCOLANO, G.J., (1610): *Decada primera de la historia de la insigne y Coronada ciudad y Reyno de Valencia*.

ETSICCP (Coord.) (2007): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Valencia.

FRANCÉS, F., BOTERO, B., (2011): *Probable Maximum Flood estimation using upper bounded statistical models and its effect on high return period quantiles*. 3rd International Week on Risk Analysis, Dam Safety, Dam Security, and Critical Infrastructure Management Valencia, Spain, October 18-19, 2011.

FRANCÉS F., BUSSI G., GARCÍA BARTUAL R., SALINAS J.L., HERNÁNDEZ E., PUJOLL, GUNA V., ORTIZ E., BELLVER V. (2013): *Evaluación avanzada de la peligrosidad y del riesgo de inundación* Encuentro Regional del Agua. Universidad de Medellín. Septiembre 2013

FERNÁNDEZ BONO, J. F., ORTIZ, E., DOMÍNGUEZ, C., "Hidráulica Fluvial: Procesos de la mecánica del flujo bifase agua-sedimentos en cauces naturales".

FERNÁNDEZ CASADO, C., (1959): Valencia y el Turia. El río, la ciudad y sus puentes, *Revista de Obras Públicas*, 107 (1): 201-205.

FERRER OLMO, J., (1960): *La riada y la Iglesia*. PROPIEDAD y CONSTRUCCIÓN *Las inundaciones de Valencia en 1957. Historia de la riada y perspectiva de la ciudad*

FULLANA SERRA, V., (2007): La política y la burocracia en el Plan Sur, en ETSICCP (Coord.): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Valencia.

GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958): *Lluvias de intensidad y extensión extraordinarias causantes de las inundaciones de los días 13 y 14 de octubre de 1957, en las provincias de Valencia, Castellón y Alicante*. Sección de Climatología del Servicio Meteorológico Nacional. Ministerio del Aire. Dirección General de Protección de Vuelo. Publicaciones Serie A (Memorias) núm. 30.

GARCÍA HEREDIA, A., (2007): La ordenación y el desarrollo urbano, en ETSICCP (Coord.): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Valencia.

GÓMEZ-GUILLAMÓN, F., (1958): La Batalla del Barro y la recuperación de Valencia, *Asociación de la Ingenieros de la Construcción y Electricidad y del Arma de Ingenieros (ASINTO)*, nº 17-18, 9-30.

GÓMEZ PERRETTA, C., (2007): Las infraestructuras de transporte del Plan Sur, en ETSICCP (Coord.): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Valencia.

---

HORRITT, M.S., BATES, P.D., (2002): Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation, *Journal of Hydrology*, Volume 268, Issues 1-4, 1 November 2002, Pages 87-99, ISSN 0022-1694, [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00121-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00121-X).

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002216940200121X>>

HORRITT, M.S. (2006): A methodology for the validation of uncertain flood inundation models, *Journal of Hydrology*, Volume 326, Issues 1-4, 15 July 2006, Pages 153-165, ISSN 0022-1694, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.10.027>.

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169405005615>>

JORNADA DIARIO DE LA TARDE (1957): *18 de octubre de 1957 Valencia. Jornada diario de la tarde. Riada en Valencia y pueblos. Catarroja*. València.

LEVANTE DIARIO (1957): *Suplemento Extraordinario de la Riada de Valencia, 1957*. València.

LEVANTE-EMV: *Galería Riada de 1957*, Arxiu digital

<<http://comunidad.levante-emv.com/servicios/galeriasMultimedia/index.jsp?pldGaleria=162>>

(Consultat: 06/02/2013).

LLOPIS, A., PERDIGÓN, L., TABERNER F. (2012): *Cartografía histórica de la ciudad de Valencia (1608-1944)*. Llibre i 2 DVD. Universitat Politècnica de València. València.

MAIDMENT, D. R., DJOKIC, D. (2000): *Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with Geographic Information Systems*. ESRI press, Redlands, CA. 2000.

MARCO J., MATEU J., (2007): El Fenómeno Hidrológico, en ETSICCP (Coord.): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Valencia.

MARTÍN-VIDE, J.P., (1997): *Ingeniería fluvial*. Ediciones UPC.

MARTÍNEZ SANCHIS, F., (2010): *Aigües de fang. Riuades d'Albal i la comarca de l'Horta (1864-1957)*, Col·lecció Estudis i Investigació d'Albal, Ajuntament d'Albal Ed.

MASON, D.C., BATES, P.D., DALL' AMICO, J.T., (2009): Calibration of uncertain flood inundation models using remotely sensed water levels, *Journal of Hydrology*, Volume 368, Issues 1-4, 30 April 2009, Pages 224-236, ISSN 0022-1694.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.02.034>.

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169409000833>>.

MATEU J., RUIZ J.M., PORTUGUÉS I., (2012): *Desarrollo del servicio de aforos en España (1840-1959). La red de estaciones de la Confederación Hidrográfica del Júcar*. Confederación Hidrográfica del Júcar. València.



---

MATEU, J., CARMONA, P., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MARCO, J., (2013): *Materiales Inéditos para la reconstrucción de la riada del Turia de Octubre de 1957*. Cuadernos de Geografía. Agua, Ingeniería y Territorio: Los Ríos Júcar y Turia (1930-1959). Universitat de València. Facultat de Geografia i Història. Núm 91/92, 2012, ISSN 0210-086 X.

NÚÑEZ MORA, J.A., Y RIESCO MARTÍN, J., (2007): *Climatología de la ciudad de Valencia*. Ministerio de Medio Ambiente.

OLCINA, J., (1999): *Temporales de octubre de 1957 en el Levante español*. Nimbus. N. 4 (1999). ISSN 1139-7136, pp. 129-152.

PANTECNIA S.A. (1964): *Estudios Hidráulicos Especiales: ensayo sobre modelo reducido. Defensa de Valencia contra las avenidas del río Turia - Solución Sur*. Madrid. Arxiu C.H.X.-València. Defenses, Nº 82.

PAPPENBERGER, F., BEVEN, K., HORRITT, M., BLAZKOVA, S., (2005): Uncertainty in the calibration of effective roughness parameters in HEC-RAS using inundation and downstream level observations, *Journal of Hydrology*, Volume 302, Issues 1-4, 1 February 2005, Pages 46-69, ISSN 0022-1694, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.06.036>.  
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169404003294>>.

PATRICOVA: *Pla d'Acció Territorial sobre Prevenció del Risc d'Inundació a la Comunitat Valenciana*. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, Direcció General d'Urbanisme i Ordenació Territorial, València, 2003.

PÉREZ PUCHE, F., (2007): *Hasta aquí llegó la riada: Valencia y el Turia*, Ajuntament de València, Valencia.

PÉREZ PUCHE, F., (2007): La Valencia del 57 y la Riada del Turia, en ETSICCP (Coord.): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Valencia.

PORTUGUÉS, I., (2010): *Valencia y el Turia. La gestión de un río Urbano (1939-1982)*. Trabajo Final de Máster De Técnicas en Gestión del Medio Ambiente y del Territorio. Universitat de València.

PROPIEDAD y CONSTRUCCIÓN (1960): *Las inundaciones de Valencia en 1957. Historia de la riada y perspectiva de la ciudad*, Extraordinario, nº XXI y XXII.

LAS PROVINCIAS (1958): *Almanaque de las Provincias. La vida valenciana en 1957*, Federico Domech S.A. Ed., Valencia.

QUEREDA SALA, J.J., Y MONTÓN CHIVA, E., (1994): *Las lluvias torrenciales en la Comunidad Valenciana. Interacciones atmósfera-mar*. Diputació de Castelló. Col·lecció Universitària, pp 190.

ROSSELLÓ, V.M. (1972): *Los ríos Júcar y Turia en la génesis de la Albufera de Valencia*, Cuadernos de Geografía, 11, pp. 7-25 + un mapa f.t.

---

RUIZ, J.M, CARMONA, P., 1999. *La Desembocadura del Guadalquivir en Época Medieval*. Progradación Deltaica y Avulsión. In: Rosselló, V. (Ed.), *Geoarqueología i quaternari litoral. Homenaje a Maria Pilar Fumanal*, Universitat de València, Spain, pp. 245–257.

RUIZ, J.M, CARMONA, P., (2005): *La llanura deltaica de los ríos Júcar y Turia y la Albufera de Valencia*. En, SANJAUME, E. y MATEU, J. (Eds.): *Geomorfología i Quaternari litoral*, Homenaje al Dr. V. Rosselló, Dept. De Geografía, Universitat de València, pp. 399-419.

SÁNCHEZ MARTÍNEZ, F.J., LASTRA FERNÁNDEZ, J., (COORD.) (2011): *Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid.

SANCHIS IBOR, C.,: *Regadiu i canvi ambiental a l'Albufera de València*. PUV, Valencia, 2010.

SIMÓN, J.L., (1984): *Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica oriental*. Tesis Doctoral, Univ. Zaragoza. Pub. Instituto de Estudios Turolenses, Teruel, 269 p.

SIMONS, D. B., AND RICHARDSON, E. V. (1961). Forms of bed roughness in alluvial channels. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*.

SOLER SANZ, J., (2007): *Las obras hidráulicas del Plan Sur*, en ETSICCP (Coord.): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Valencia.

SORRIBES, J., (COORD.) (2007): *La riada que canvià València*, Adonay Ed, Valencia.

SORRIBES, J., (ED.) (2010): *València, 1957-2007. De la riada a la Copa del América*, Publicacions de la Universitat de València, Valencia.

TARPANELLI, A., BROCCA, L., MELONE, F. AND MORAMARCO, T. (2013): Hydraulic modelling calibration in small rivers by using coarse resolution synthetic aperture radar imagery. *Hydrol. Process*, 27: 1321–1330. doi: 10.1002/hyp.9550.

VERDÚ, A., SANCHIS C., MARCO J.B., (1999): *Regadío y saneamiento urbano en l'Albufera de València. Análisis cartográfico*. Cuad. de Geogr. 63-66. 061-079. València 1999.

VV.AA. (2000): *Historia de la ciudad: Recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia*. Instituto para la Comunicación, Asesoría, Reciclaje y Orientación Profesional del Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia, Valencia, 2000.

VV.AA. (2008a): *50 años de la Riada que transformó Valencia*. Vídeo DVD, Escuela de Caminos de València. 2008.

VV.AA. (2008b): *Botànic-Jesüites. un paisatge compartit*. Universitat de València. ISBN: 978-84-370-7103-9. 2008.

VV.AA. (2007) *El Patrimonio hidráulico del Bajo Turia: L'Horta de València.. Volumen 9, Colección Regadíos Históricos Valencianos*. Editado por Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano, Consellería de Cultura y Deporte, Generalitat Valenciana, Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia.



## 6 ACRÒNIMS (O SIGLES).

A.F.D.E: Ajust de funcions de distribució d'extrems.

B.D.: Base de Dades.

C.C.: Condicions de Contorn.

C.E.F.H.I.: Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació.

E.A.: Estació d'Aforament.

E.F.: Espai Fluvial.

E.I.H.: Estudi d'Inundacions Històriques.

G.E.V.: General Extreme Value funció de distribució utilitzada per a A.F.D.E.

I.M.P.: Inundació Màxima Probable (P.M.F. en anglés).

I.N.S.: Informació No Sistemàtica.

LiDAR: en anglés Laser Imaging Detection and Ranging.

M.C.O.: Màxima Crescuda Ordinària.

M.D.: Marge Dreta.

M.D.E.: Model Digital d'Elevacions.

M.D.S.: Model Digital de Superfície.

M.D.T.: Model Digital del Terreny.

M.E.: Marge Esquerre.

M.M.: Modelització Matemàtica.

M.M.Hdg.: Modelització Matemàtica hidrològica.

M.M.H.D.: Model matemàtic hidrològic Distribuït.

M.M.H.QD.: Model Matemàtic Hidrològic Quasi-Distribuït o Pseudo-Distribuït.

M.M.H.A.: Model Matemàtic Hidrològic Agregat.

M.M.Hdc: Modelització Matemàtica Hidràulica.

M.M.H.1D: Modelització matemàtica hidràulica unidimensional.

M.M.H.2D: Modelització Matemàtica Hidràulica Bidimensional.

M.M.H.Q2D: Model Matemàtic Quasi-Bidimensional.

M.M.H.3D: Modelització Matemàtica Hidràulica en 3 Dimensions.

m.s.n.m.: metres sobre el nivell del mar.

PATRICOVA Pla d'Actuació Territorial de Risc d'Inundació de la Comunitat Valenciana.

P.I.M.D.: Pla d'Inundació Marge Dreta.

P.I.M.E.: Pla d'Inundació Marge Esquerra.

P.M.F.: en anglés Probable Maximum Flood

P.S.: Punt Singular.

P.S.H.: Punt Singular Hidràulic.

P.S.I.: en anglés Paleostage Indicators.

P.S.I.\*: Punt Singular per Infraestructures.

P.S.E.: Punts Singular per Estructura.

P.S.M.: Punt Singular Morfodinàmic.

S.A.R.: en anglés Synthetic Aperture Radar.

S.I.G.: Sistema de Informació Geogràfica (GIS en anglés).

S.I.G.A.: Sistema d'Informació Geogràfica d'Avinguda.

S.I.M.: Superfície d'Inundació per Modelització.

S.I.F.: Superfície d'inundació per Fotointerpretació.

S.N.C.Z.I.: Sistema Nacional de Cartografia de Zones Inundables.

SQRT-ETmàx: Funció de distribució de màxims de tipus exponencial utilitzada en A.F.D.E.

T.C.E.V.: Two Components Extreme Value funció de distribució utilitzada en A.F.D.E.

Z.A.P.F.: Zona d'Alta Permeabilitat al Flux.

Z.B.P.F.: Zona de Baixa Permeabilitat al Flux.

Z.I.Q.H.: Zona d'Inundació Hidrostàtica.

Z.S.: Zona de Sacrifici.

Z.F.: Zona Fluvial.

Z.I.: Zona Inundable per episodis extraordinaris.

Z.P.: Zona de Policia.

Z.S.: Zona de Servitud.

Z.D.P.H.: Zona de Domini Públic Hidràulic.





## 7 ANNEXES

### ÍNDEX:

- ANNEX I: AVINGUDES HISTÒRIQUES DEL TÚRIA A LA CIUTAT DE VALÈNCIA I CONTORNADA**
- ANNEX II: AVINGUDES EXTRAORDINÀRIES DEL TÚRIA A LA CIUTAT DE VALÈNCIA I CONTORNADA**
- ANNEX III: DADES PLUVIOMÈTRIQUES DE L'AVINGUDA DE 14 D'OCTUBRE DE 1957**
- ANNEX IV: DADES DE L'ESTACIÓ D'AFORAMENT DE LA PRESA (MANISES).**
- ANNEX V: DANYS I ESTIMACIÓ DE CABALS MÀXIMS ALS DIFERENTS PUNTS D'AFORAMENT DURANT L'AVINGUDA DE 14 D'OCTUBRE 1957**
- ANNEX VI: PROJECTES DE REPARACIÓ D'ESTACIONS D'AFORAMENT COM A CONSEQÜÈNCIA DE LA RIUADA D'OCTUBRE DE 1957**

## 7.1 ANNEX I: AVINGUDES HISTÒRIQUES DEL TÚRIA A LA CIUTAT DE VALÈNCIA I CONTORNADA

ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1088		Avinguda	València i voltants	Edificis, agrícoles, infraestructures	Almela i Vives, F.
1321	Octubre	Avinguda	València	Edificis, infraestructures	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1328	Setembre	Avinguda	València i voltants	Edificis, agrícoles, infraestructures, víctimes	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto
1340	Novembre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto
1358	Agost	Avinguda	València i l'horta	Edificis, agrícoles, infraestructures, víctimes, va enderrocar ponts i més de 1000 cases	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto
1403		Pluja "in situ"	València	agrícoles	Almela i Vives, F.
1406	Novembre	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructures, víctimes, va enderrocar ponts, des del 22 d'octubre. Va inundar el convent de la Trinitat amb aigua fins a l'altar	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto
1427	Octubre	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructures, va enderrocar dos arcades del pont de la Trinitat i quatre del Real	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto

ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1474	Novembre	Avinguda	València	Agrícoles, infraestructures, va enderrocar tres arcades del pont del Real	Fontana, J.M.
1487	Octubre	Avinguda	València	Agrícoles, infraestructures, va afectar el pont de la Mar i a la Porta Nova, va anar pel carrer Morvedre fins a l'Hospital d'En Clapers	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V.
1500	Agost	Avinguda	Campanar	Edificis, agrícoles, va afectar la Porta Nova i el pont que va a les Tendetes de Campanar	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V.
1517	Setembre	Avinguda	València i voltants	Edificis, agrícoles, infraestructures, víctimes, va enderrocar tres ponts, Serrans, Real, Trinitat. Quaranta dies de pluja, tots els barris inundats. Fins a la Universitat. A la marge esquerre, els convents de Saïdia i Trinitat	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto
1520	Setembre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Fontana, J.M.
1540	Octubre	Avinguda	València i voltants	Edificis, agrícoles, indústria. No va ploure en la ciutat, va entrar l'aigua pel carrer Morvedre	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto
1546	Març	Avinguda	València	Edificis, va aplegar als murs de la ciutat en la porta de la Mar	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V.
1577	Octubre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V.
1581	Setembre	Avinguda	València	Víctimes, edificis, infraestructura. Passava l'aigua per damunt del pont del Real	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto

ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1589	Octubre	Avinguda	València	Edificis, agrícoles, infraestructura. / S'emportà el pont de la Mar, que era de fusta, un tros de la muralla i part del Pont de Real. Arrel d'esta inundació es va crear la Fàbrica Nova del riu. Va afectar la muralla, el pont del Real, assuts, séquies con Rovella, Favara, Mestalla i Rascanya, els convents de Saïdia, Trinitat i el del Remei.	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto / * CARMONA, P. (1997)
1590	Setembre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Fontana, J.M.
1610	Juliol	Avinguda	València	Infraestructures, crescuda del riu, inundació mínima	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Porcar, P.J.
1611	Maig	Avinguda	València	Sense especificar danys, crescuda del riu, inundació mínima	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1615	Desembre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1616	Juliol	Avinguda	València	Infraestructures, crescuda del riu, inundació mínima	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1616	Setembre	Avinguda	València	Va inundar un parell de carrers	Fontana, J.M.
1617	Maig	Avinguda	València	Infraestructures, trenca 6 arcs, sense especificar pont	Fontana, J.M.

ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1617	Juliol	Avinguda	València	Indústria	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1617	Juliol	Avinguda	València	Sense especificar danys	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1617	Setembre	Avinguda	València	Infraestructures, edificis, trenca 9 arcs, sense especificar pont	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1617	Novembre	Avinguda, pluja "in situ"	València	Infraestructures, edificis, trenca 6 arcs, sense especificar pont	Fontana, J.M. Porcar, P.J.
1620	Agost	Avinguda	València	Infraestructures, trenca 7 arcs, sense especificar pont	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1620	Novembre	Avinguda	València	Infraestructures, trenca 8 arcs, sense especificar pont	Fontana, J.M.
1622	Juny	Avinguda	València	Sense especificar danys	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1626	Gener	Avinguda	València	Víctimes, infraestructura. 8 arcades en el pont de la Trinitat	Almela i Vives, F. Porcar, P.J.
1628	Agost	Avinguda	València	Infraestructura, trenca 4 arcs, sense especificar pont. Xicoteta avinguda	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.

ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1631	Maig	Avinguda	València	Agrícoles, pèrdua de blat	Fontana, J.M.
1651	Octubre	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructura. / Trencà ampits en la zona del Temple i forà un riu per la rambla dels Predicadors, per la marge esquerre aplegà l'aigua fins el camí de Morvedre	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto / * CARMONA, P. (1997)
1672	Octubre	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructura.	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto
1676	Agost	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructura. / L'aigua envestix els contraforts del Pont Nou, i danya els convents de Saïdia, Sant Pere Nolasco, Santa Mònica i Sant Julià i erosiona terres en Campanar.	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. / * CARMONA, P. (1997)
1680	Octubre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Fontana, J.M. Almela i Vives, F. Boix, V. Agustino Salesto
1689		Avinguda	València	Edificis	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.
1695	Desembre	Avinguda	València	Infraestructures. Es va emportar part de les obres de la séquia de Rovella	Fontana, J.M. Almela i Vives, F.

ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1731	Setembre	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructura, víctimes. Va inundar el convent dels Franciscans. / Les aigües arrastraren la fusta que duia el riu, amb obstrucció dels ponts. La plaça dels predicadors es va omplir pel trencament d'una séquia prop del portal del Temple. Va entrar aigua al convent dels Dominics per un desguàs. trencà la muralla i es desbordà, inundant la part baixa del convent de Corpus Christi. Per la marge esquerre el riu trenca la protecció de Saïdia i el carrer Morvedre. avinguda l'aigua va entrar amb força pels escorredors de la ciutat fent que el nivell dels pous pujara en cinc o sis pams.	Almela i Vives, F. / * CARMONA, P. (1997)
1766	Febrer	Avinguda	València	Infraestructura.	Almela i Vives, F.
1770	Octubre	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructura, va arruïnar el pont de la Mar	Boix, V.
1776	Octubre	Avinguda	València	Agrícoles, infraestructures. / Va trencar l'ampit prop del pont de Sant Josep. Cavanilles parla d'esta inundació quan fa referència a Campanar	Almela i Vives, F. / * CARMONA, P. (1997)
1783	Novembre	Avinguda	València	Agrícoles, infraestructures. / Va socavar el mur de Saïdia, va inundar l'Albereda i Montolivet	Almela i Vives, F. / * CARMONA, P. (1997)

ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1800	Setembre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Almela i Vives, F.
1805	Novembre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Almela i Vives, F.
1845	Octubre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Almela i Vives, F.
1855	Novembre	Avinguda	València	Sense especificar danys	Almela i Vives, F.
1857	Febrer	Avinguda	València	Sense especificar danys	Almela i Vives, F.
1860		Avinguda	València	Sense especificar danys, va haver 3 avingudes	Almela i Vives, F.
1864	Novembre	Avinguda	València	Sense especificar danys, crescuda de poca importància	Almela i Vives, F.
1870	Setembre i octubre	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructures, víctimes. Trencament de la Presa (Manises). / Les zones més afectades van ser el Grau, Natzaret, i Montolivet	Almela i Vives, F. / * CARMONA, P. (1997)
1876	Novembre	Avinguda	València	Sense especificar danys, crescuda de poca importància	Almela i Vives, F.



ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1897	Novembre (dia 1)	Avinguda, barra arenosa en desembocadura	València, Campanar, el Grau	Edificis, agrícoles. / Campanar fins a dos metres, no inunda la ciutat, però per culpa de la barra d'arena l'aigua regolfa i s'ompliren els barris de Sant Roc i Cantarranas, Natzaret aïllat	Almela i Vives, F. / * CARMONA, P. (1997)
1897	Novembre (dia 10)	Avinguda	València i l'entorn	Edificis, agrícoles, infraestructures, víctimes. / Torna a eixir l'aigua pel pont de Sant Josep, s'ompliren Campanar, Marxalenes i Saïdia. Per la marge dreta el riu va aplegar fins a Na jordana i Blanqueries. El pont de Fusta va ser arrancat, pel pont de la Mar l'aigua va omplir l'Albereda. El convent dels Dominics es va inundar pel trencament d'un desguàs. es van omplir Montolivet i les barriades marítimes, on va aplegar l'aigua fins a tres metres en el Grau i el Cabanyal, en Cantarranas	Almela i Vives, F. / * CARMONA, P. (1997)
1920	Febrer (dia 20)	Avinguda	València	Escala desapareguda a l'Estació d'Aforament Núm. 25 Aguas Potables (Manises)	** Mateu, J., Ruiz, J.M., Portugués, I., (2012) [Arxiu C.H.X.]
1921	Octubre	Avinguda	València		*** PORTUGUÉS I. (2010)

ANY	MES	CAUSA	LOCALITATS AFFECTADES	DANYS I OBSERVACIONS	FONTS D'INFORMACIÓ
1937	Octubre (dia 12)	Avinguda	València	Danys infraestructurals a l'Estació d'Aforament Núm. 25 Aguas Potables Nivell: 6.5 m a las 16h Cabal aproximat: 900m <sup>3</sup> /s	**Mateu, J., Ruiz, J.M., Portugués, I., (2012) [Arxiu C.H.X.]
1949	Setembre	Avinguda, obstacles	València i contornada molt extens	Edificis, agrícoles, infraestructures, víctimes entre les persones que vivien en barracons dins del riu. Inundació des de Catarroja pel sud, fins a Massamagrell pel nord, Bétera a l'oest i fins a la costa.	Almela i Vives, F.
1957	Octubre (Dies 13 i 14)	Avinguda	València i contornada molt extens	Víctimes. Edificis. Indústries. Agrícoles. Danys elevadíssims a tota l'àrea, inclús a la conca alta (Sot de Xera, per exemple) / Edificis. Agrícoles, Infraestructures, Víctimes entre les persones que vivien en barracons dins del riu. Inundacions a València i contornada	Nombrosíssimes. C.H. del Xúquer. Centro de Estudios Hidrogràfics / **** Diverses Publicacions: PÉREZ F., (2007) PROPIEDAD y CONSTRUCCIÓN (1960) LAS PROVINCIAS (1958) LEVANTE (1957) SORRIBES J., (Coord.) (2007)

Taula 11. Avingudes històriques del riu Túria a la ciutat de València i contornades, elaborada a partir de diverses publicacions. Fonts: Dirección General de Protección Civil y Emergencias (2011)/ \*CARMONAP. (1997)/ \*\*MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012) [Arxiu C.H.X.] / \*\*\*PORTUGUÉS, I. (2010) / \*\*\*\* Diverses Publicacions. Muntatge: Elaboració pròpia.

---

SEGLE	NOMBRE D'AVINGUDES
XI	1
XII	0
XIII	0
XIV	4
XV	5
XVI	9
XVII	22
XVIII	5
XIX	11
XX*	5

Taula 12. Avingudes del Túria per segles a la Ciutat de València i contornada.

\* Segle XX fins a la Riuada de 1957.

Font: Elaboració pròpia a partir de la Taula 11.

## 7.2 ANNEX II: AVINGUDES EXTRAORDINÀRIES DEL TÚRIA A LA CIUTAT DE VALÈNCIA I CONTORNADA

ANY	MES	SEGLE	LOCALITATS AFECTADES
1321	octubre	XIV	València
1328	setembre		València i voltants
1358	agost		València i l'Horta
1406	novembre	XV	València i contornada
1427	octubre		València i contornada
1474	novembre		València
1487	octubre		València
1500	agost	XVI	Campanar
1517	setembre		València i voltants
1581	setembre		València
1589	octubre		València
1626	gener	XVII	València
1651	octubre		València i contornada
1672	octubre		València i contornada
1676	agost		València i contornada
1695	desembre		València
1731	setembre	XVIII	València i contornada
1766	febrer		València
1770	octubre		València i contornada
1776	octubre		València
1783	novembre	XIX	València
1870	setembre i octubre		València i contornada
1897	novembre		València, Campanar, el Grau
1897	novembre	XX	València i contornada
1949	setembre		València i contornada molt extens
1957	octubre		València i contornada molt extens

Taula 13. Relació de riuades extraordinàries a la Ciutat de València i contornades. Font: Elaboració pròpia.

### 7.3 ANNEX III: DADES PLUVIOMÈTRIQUES DE L'AVINGUDA DE 14 D'OCTUBRE DE 1957

ESTACIÓ	DATA [d/m/a]	PRECIPITACIÓ MÀXIMA 24 HORES [mm]
Domenyo	13/10/1957	300.0
Toixa	13/10/1957	175.0
Ahillas	13/10/1957	108.3
Campo de Arriba	13/10/1957	95.4
Villar de Olmos	13/10/1957	148.0
Bugarra	13/10/1957	165.5
Villar del Arzobispo	13/10/1957	235.0
Casinos	13/10/1957	200.0
Manises (Aeròdrom)	14/10/1957	151.3
València (Vivers)	14/10/1957	125.1

Taula 14. Precipitacions Màximes 24 hores [mm]. Font: PANTECNIA S.A. (1964).

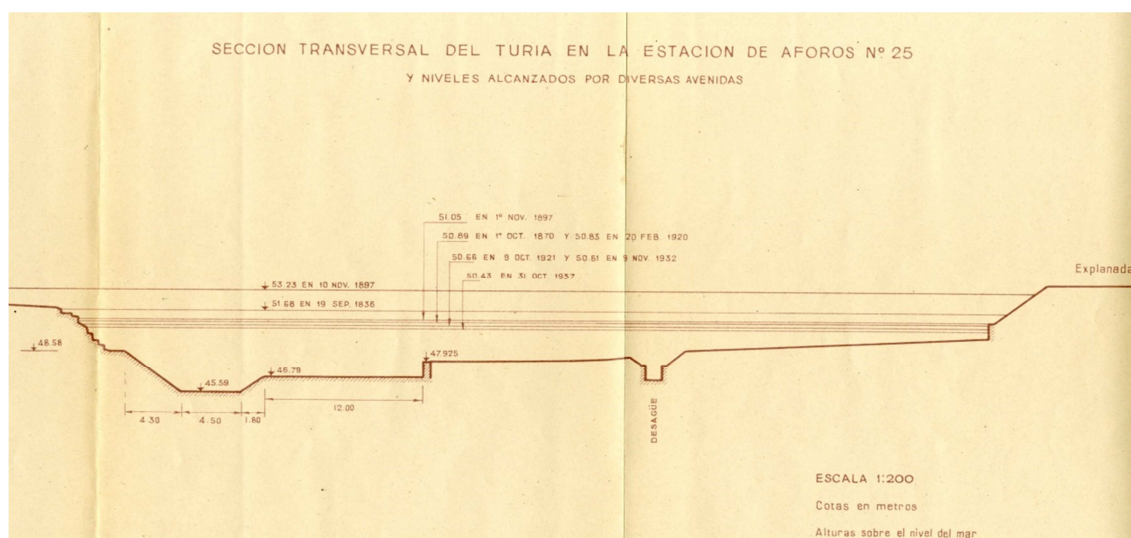
## 7.4 ANNEX IV: DADES DE L'ESTACIÓ D'AFORAMENT DE LA PRESA (MANISES)

Apareix com a Estació d'Aforament Núm. 25 al Pla d'Aforament de la Divisió Hidràulica del Xúquer de 1906-09?, amb la denominació *Aguas Potables*, i es conserven fitxes de l'escala des de 1911.

Com a conseqüència de l'avinguda de 1920 es perd l'escala, i no es tenen dades des del 20 febrer fins el 29 març d'eixe any. A l'octubre de 1930 no hi ha dades per construcció d'un tram d'aforament, que canvia la corba de despeses (relació altura-cabal). El 14 d'octubre de 1957 l'Estació d'Aforament fou arrasada per l'avinguda MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012).

DATA [d/m/a]	NIVELL [m]	CABAL [m <sup>3</sup> /s]	OBSERVACIONS
20/02/1920	s.d. *	s.d.	Escala desapareguda.
12/10/1937	6.5	900	Danys infraestructurals.
28/09/1949	8.6	2400	Estació danyada, s'emportà la passarel·la
13-14/10/1957	s.d.	3600 Q <sub>i</sub> **	Estació arrasada

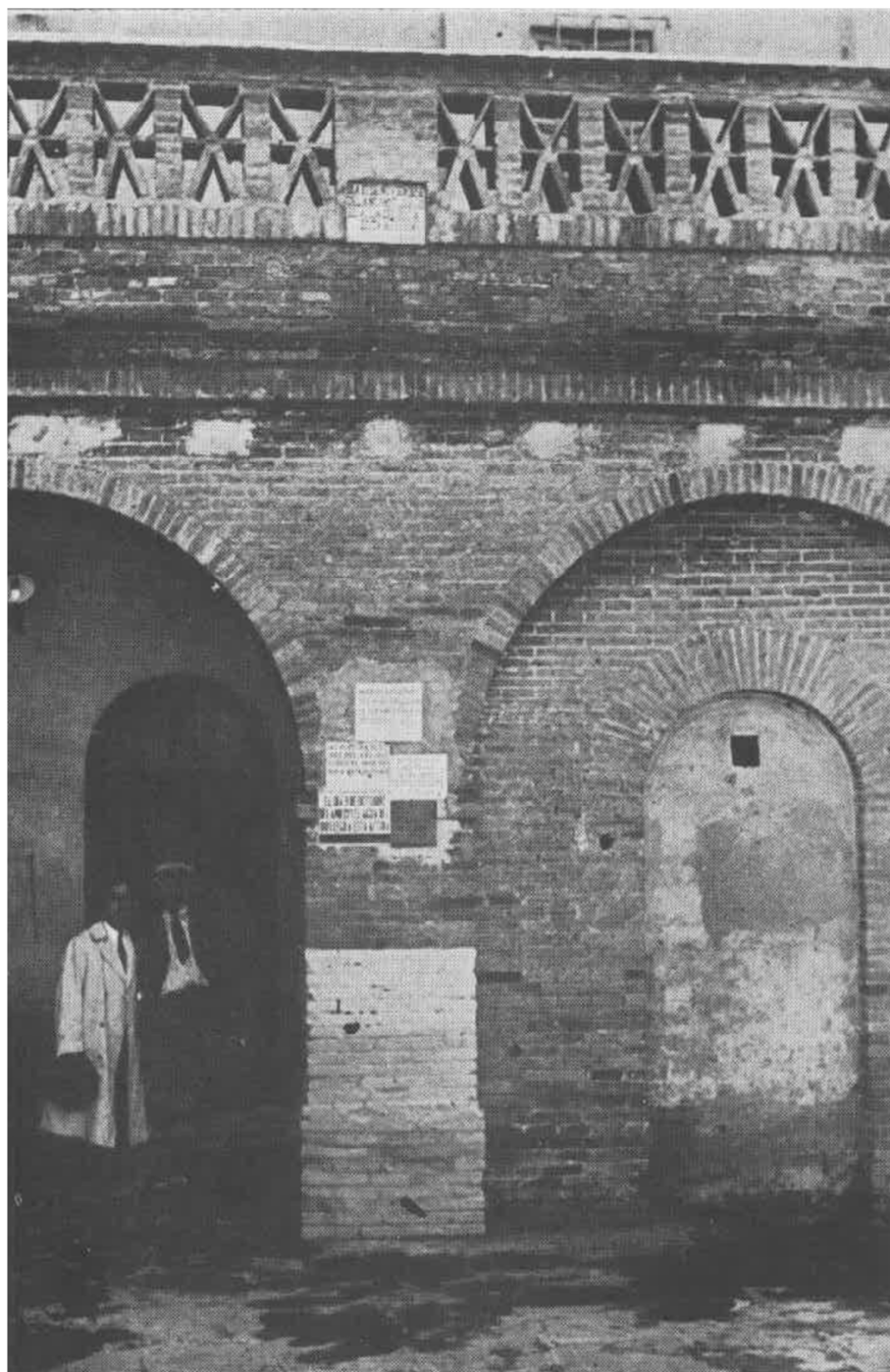
Taula 15. Danys a l'Estació d'Aforament EA 8525 de La Presa (Manises) per crescudes entre 1941-1958 (\*s.d.: sense dades; \*\*Q<sub>i</sub>: cabal màxim instantani). Font: MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012). Elaboració pròpia.



Il·lustració 48. Secció transversal del Túria a l'Estació d'Aforament Nº25 amb els nivells de les diverses avingudes de la Taula 16. Font: GARCÍA LABRANDERO, A., (1949).

DATA DE LA CRESCUDA [d/m/a]	CABAL MÀXIM [m <sup>3</sup> /s]
01/10/1870	802
10/11/1897	2098
20/02/1920	764
09/10/1921	694
09/11/1932	669
19/09/1936	1189
31/10/1937	593

Taula 16. Estimació de Cabals Màxims d'Avinguda al Túria, per aplicació de la Fórmula de Chezy a partir de nivells de crescuda observats a l'Estació d'Aforament Nº25 La Presa (Manises). Font: PANTECNIA S.A. (1964).



Il·lustració 49. Taulells que senyalen el nivell de diverses riuades a la Presa (Marises), on es pren el cabal del Túria per a proporcionar aigües potables a la Ciutat de València. El taulell més alt correspon a la de l'any 1897. (Foto: Luis Vidal). Font: ALMELAI VIVES, F., (1957).



ANY HIDROLÒGIC	APORTACIÓ ANUAL [Hm <sup>3</sup> ]	CABAL MITJA ANUAL [m <sup>3</sup> /s]	Qc [m <sup>3</sup> /s]	DATA Qc (d/m/a)	Qci (m <sup>3</sup> /s)	DATA Qci (d/m/a)	QCN (m <sup>3</sup> /s)	DATA Qcn (d/m/a)	ORIGEN DE LES DADES
1911									A
1912									A
1913									A
1914									A
1915									A
1916									A
1917	462414	14663	1241	06/06/1918			7184	21/07/1918	A
1918	532755	16894	1723	18/11/1918			6667	29/07/1919	A
1919									A
1920	730617	23168	1241	07/09/1921			12088	29/04/1921	A
1921									A
1922									A
1923	422255	13353	90512	28/03/1924			2388	05/09/1924	A
1924	292439	9273	31554	21/06/1925			3616	19/08/1925	A
1925	325542	10323	48534	22/12/1925			2856	02/08/1926	A
1926	4569	14488	101768	19/11/1926			32	30/07/1927	A
1927	563331	17814	100601	17/10/1927			163	22/01/1928	A
1928	456.125	14464	123245	21/08/1929			124	09/01/1929	A
1929	578.679	1835	79	24/06/1930			335	30/08/1930	Anuari d'Aforaments

ANY HIDROLÒGIC	APORTACIÓ ANUAL [Hm <sup>3</sup> ]	CABAL MITJA ANUAL [m <sup>3</sup> /s]	Qc [m <sup>3</sup> /s]	DATA Qc (d/m/a)	Qci (m <sup>3</sup> /s)	DATA Qci (d/m/a)	QCN (m <sup>3</sup> /s)	DATA Qcn (d/m/a)	ORIGEN DE LES DADES
1930									A
1931	21121	6679	41	/8/1932					I
1932									I
1934									I
1935	599.198	18949	13334	/6/1936					I
1936	779.645	24722	10471	/11/1936					I
1937	604.794	19178	1526	/9/1938					I
1938	309.674	982	978	/9/1939					I
1939	459.797	1454	53.73	/6/1940					I
1940	560.147	17762	1262	/9/1941					I
1941	389.377	12347	2492	/4/1942					I
1942	351.318	11.14	56.648	03/07/1943			4.51	21/07/1943	A
1943	290.042	9.172	62.057	21/06/1944			38	01/08/1944	A
1944	216.732	6.873	85.659	19/06/1945			1.868	11/09/1945	A
1945	387.794	12.297	53.77	19/04/1946	1393	/4/1946	0.005	03/03/1946	A
1946	422.647	13.402	44.82	06/03/1947	904	/9/1947	3.788	01/08/1947	A
1947	393.416	12.441	37.726	31/01/1948	63	/10/1947	4.056	24/07/1948	A
1948	338.068	10.72	310	28/09/1949	2300	/9/1949	3.118	19/07/1949	A
1949	276.871	8.78	20.805	15/08/1950	25.6	/10/1949	2.226	22/07/1950	A
1950	366.893	11.634	108	11/09/1951	2598	/10/1950	4.92	07/11/1950	A
1951	686.309	21.703	51.25	22/12/1951	1173	/8/1952	9.75	09/09/1952	A
1952	478.945	15.187	32.5	26/09/1953			8.28	02/09/1953	A
1953	303.663	9.629	72.6	19/12/1953	5144	/12/1953	3.698	01/10/1953	A

ANY HIDROLÒGIC	APORTACIÓ ANUAL [Hm <sup>3</sup> ]	CABAL MITJA ANUAL [m <sup>3</sup> /s]	Qc [m <sup>3</sup> /s]	DATA Qc (d/m/a)	Qci (m <sup>3</sup> /s)	DATA Qci (d/m/a)	QCN (m <sup>3</sup> /s)	DATA Qcn (d/m/a)	ORIGEN DE LES DADES
1954	234663	7441	20356	14/08/1955	84	/8/1955	4181	15/07/1955	A
1955	265735	8403	29812	24/09/1956	90	/9/1956	1965	18/10/1955	A
1956	28711	9104	1038	17/11/1956	4138	/11/1956	1889	26/07/1957	A

Taula 17: Dades del Servei d'Aforaments relatives la l'E.A. 25 La Presa (Manises). Sent: Any hidrològic: d'octubre de l'any indicat a setembre de l'any següent / Qc: Caudal mitjà diari màxim de l'any / Qci: Cabal instantani màxim del l'any / Qcn: Caudal mitjà diari mínim de l'any. Origen A: Anuari d'Aforaments / I: Interanuals. Font: CEDEX. Muntatge: Elaboració pròpia.

## 7.5 ANNEX V: DANYS I ESTIMACIÓ DE CABALS MÀXIMS ALS DIFERENTS PUNTS D'AFORAMENT DURANT L'AVINGUDA DE 14 D'OCTUBRE 1957

ESTACIÓ D'AFORAMENT NÚM.	DENOMINACIÓ	RIU	NIVELL [M]	CABAL MÀXIM ESTIMAT [M <sup>3</sup> /S]	OBSERVACIONS
31	Pantà de Buseo	Sot	3.6	600	Estació avariada
22	Bugarra	Túria	s.d.*	2500	Estació destruïda. El limnígraf resultà negat
25	La Presa (Manises)	Túria	s.d.*	3600 Qi **	Estació arrasada
	Govern Civil	Túria	s.d.*	3700	
30	El Terde	Millars	4	359 Qi **	
4	Montanejos	Millars	4	380	
95	Toga	Millars	s.d.*	2800 Qi **	Estació destruïda
5	Presa Vila-real	Millars	s.d.*	1540 Qi **	Estació avariada. Cabals aproximats per sobrepassar el tram
74	Fuente del Baño	Palància	s.d.*	s.d.*	Estació destruïda
60	El Pontón-Requena	Magre	s.d.*	s.d.*	Estació avariada. El limnígraf no funcionà
93	Macastre	Magre	s.d.*	s.d.*	Estació danyada

Taula 18. Danys i estimació de cabals màxims instantanis de l'avinguda del 14 d'octubre de 1957 a distintes Estacions d'Aforament de la C.H.X, i a Govern Civil a València. (\*s.d.: sense dades; \*\*Q: cabal màxim instantani). Font: MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012).

## 7.6 ANNEX VI: PROJECTES DE REPARACIÓ D'ESTACIONS D'AFORAMENT AL TÚRIA COM A CONSEQÜÈNCIA DE LA RIUADA D'OCTUBRE DE 1957

Relació de projectes de reparació d'estacions d'aforament com a conseqüència de la riuada d'octubre de 1957. Font: Font: Arxiu de la Confederació Hidrogràfica del Xúquer (A.C.H.X.) Servei d'Aforaments:

### Estació d'Aforament N<sup>o</sup>25

DE ELIO Y MARTÍNEZ, J.L. (1958): *Proyecto de obras urgentes para reconstrucción de la estación de aforos N<sup>o</sup> 25 en el río Turia destruida por la avenida catastrófica del 13 y 14 de Octubre de 1957*. C.H.X. Arxiu del Servei d'Aforaments.

DE ELIO Y MARTÍNEZ, J.L. (1960): *Liquidación del Proyecto de obras urgentes para reconstrucción de la estación de aforos N<sup>o</sup> 25 en el río Turia derruida por la avenida catastrófica del 14 de Octubre de 1957*. C.H.X. Arxiu del Servei d'Aforaments.

PÉREZ LOZAO, F. (1962): *Liquidación del Proyecto de obras urgentes para reconstrucción de la estación de aforos N<sup>o</sup> 25 en el río Túrria derruida por la avenida catastrófica del 14 de Octubre de 1957*. C.H.X. Arxiu del Servei d'Aforaments.

### Estació d'Aforament N<sup>o</sup>31

DE ELIO Y MARTÍNEZ, J.L. (1958): *Proyecto de obras urgentes para reconstrucción de la estación de aforos N<sup>o</sup> 31 denominada Pantano de Buseo, en el río Sot, averiada por la avenida catastrófica de dicho río del 13 y 14 de Octubre de 1957*. C.H.X. Arxiu del Servei d'Aforaments.

DE ELIO Y MARTÍNEZ, J.L. (1960): *Liquidación de las obras urgentes para reconstrucción de la estación de aforos N<sup>o</sup> 31 denominada Pantano de Buseo, en el río Sot, averiada por la avenida catastrófica de dicho río del 13 y 14 de Octubre de 1957*. C.H.X. Arxiu del Servei d'Aforaments.



## 8 AGRAÏMENTS

A totes i cadascuna de les persones i institucions més avall esmentades, per la seua atenció, suport i per la valuosíssima informació facilitada.

- EN JUAN B. MARCO SEGURA. Catedràtic d'Hidràulica Departament d'Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient de la Universitat Politècnica de València. (endavant D.E.H.M.A. U.P.V. ) Dr. E.C.C. i P., i Master of Science, Hydrology, and Water Resources (Colorado State University).
- EN JOAN F. MATEU I BELLÉS. Catedràtic del Departament de Geografia de la Facultat de Geografia i Història de la Universitat de València (endavant D.G. F.G. i H. U.V.) Dr. En Geografia. Especialitzat en Geomorfologia Fluvial.
- EN IVÁN PORTUGUÉS I MOLLÀ. Doctorand del D.G. F.G. i H. U.V. Geògraf.
- EN JOSÉ MIGUEL RUIZ PÉREZ. Dr. en Geografia. Especialitzat en Geomorfologia Fluvial, Geoarqueologia, i Cartografia Geomorfològica.
- EN CARLES SANCHIS I IBOR. Professor Associat del D.G. F.G. i H. U.V. Dr. en Geografia. Investigació en: S.I.G., Sistemes de Regadiu i Geomorfologia Fluvial.
- NA PILAR CARMONA GONZÁLEZ. Professora Titular del D.G. F.G. i H. U.V. Dra. en Geografia Física. Investigació en: Geomorfologia Fluvial i Litoral, Geoarqueologia, Inundacions, i S.I.G.
- EN ARTURO NAVARRO ESCRICHE. Cap del Servei d'Aforaments del la Confederació Hidrogràfica del Xúquer.
- EN ONOFRE GABALDÓ I SANCHO. Cap del Servei d'Hidrologia de la Confederació Hidrogràfica del Xúquer.
- EN JAVIER MACIÁN CERVERA. Enginyer Cap de Servei Grupo Aguas de Valencia i Professor Adjunt del D.E.H.M.A. U.P.V.
- EN CARLOS CANO BETORET. Enginyer Cap de Servei Grupo Aguas de Valencia.

I als arxius consultats:

- BIBLIOTECA VALENCIANA.
- ARXIU MILITAR INTERMEDI.
- ARXIU HISTÒRIC DE LA DIPUTACIÓ DE VALÈNCIA.
- ARXIU MUNICIPAL DE LA CIUTAT DE VALÈNCIA.
- ARXIU DEL'ARQUEBISBAT DE VALÈNCIA.





*"Més que per naixença, s'és bord si es balafia l'heretat patrimoni..."*

MARTÍ DOMÍNGUEZ I BARBERÀ.

DEDICAT:

*A la meua família, i a tots aquells que m'estimen i que amb el seu suport ho han fet possible.*