

**LA MESURA DEL TERRITORI:
LA GEOINFORMACIÓ
COM A ELEMENT ESSENCIAL**

ANTONIO MAGARIÑOS
I JULIÀ TALAYA*
*Institut Cartogràfic i Geològic de
Catalunya*

GEOINFORMACIÓ COM A MODEL DEL TERRITORI

La franja costanera és una zona que experimenta canvis geomorfològics continus i, alhora, concentra la major part de la població i de l'activitat econòmica. La majoria de les nostres platges estan afectades per l'erosió que redueix la seva superfície i malmet les infraestructures, amb un elevat impacte econòmic. El 94% de les platges de Catalunya i del País Valencià presenten una vulnerabilitat entre moderada i molt alta davant el risc d'inundació (Alfárez *et al.*, 2015). La urbanització de gran part de la franja costanera, la construcció de ports, espigons i la traça del ferrocarril que és paral·lela i molt propera a la costa han alterat el funcionament natural de les platges. Sovint, les dunes han quedat aïllades de les seves platges o han desaparegut.

Per a poder gestionar un territori és necessari mesurar-lo i modelitzar-lo. No es pot gestionar el que no es coneix ni realitzar models predictius sense saber des d'on es comença. El coneixement de la dinàmica del territori requereix aportacions des de disciplines específiques per part de diferents organismes, els quals tenen en comú la necessitat de disposar d'informació detallada, constant i actualitzada per a desenvolupar modelitzacions adients.

La sistematització, homogeneïtzació i completesa del conjunt d'informació disponible del litoral català és una de les assignatures que el país té pendents. La complexitat en la distribució de competències entre l'Estat espanyol, la Generalitat i els ajuntaments (fins a 76 municipis dins l'àmbit d'influència de 500 m de la zona costanera) ha fet difícil, fins al moment, catalitzar el lideratge necessari per a dur a terme un projecte integral de gestió de la informació litoral. Diferents centres de recerca i universitats realitzen estudis parcials, però la eventual captura de dades per als projectes de recerca no reverteix en un únic sistema de coneixement litoral.

* E-mail s dels autors en el mateix ordre en què se citen: antonio.magarinosa@icgc.cat; julia.talaya@icgc.cat

El *Llibre verd de l'estat de la zona costanera de Catalunya* com a obra de referència per a la planificació i gestió costanera al nostre país (DPTOP *et al.*, 2010), publicat per la Generalitat de Catalunya, data de l'any 2010, però cal donar-li continuïtat i actualitzar-lo sistemàticament, i incorporar-hi la informació batimètrica que permeti desenvolupar models topogràfics-batimètrics i serveixi de referència per a realitzar una cartografia detallada dels hàbitats marins. Aquesta informació, especialment fins als 10-20 m de fondària, és fonamental per a un pla de gestió dels sediments, que són un recurs no renovable i, al mateix temps, un element fonamental en el modelatge de l'impacte dels esdeveniments tempestuosos i de la capacitat de regeneració natural del mateix sistema.

MONITORATGE DE LA COSTA

Disposar de programes de captura sistemàtica de geoinformació: ortofotografies, models del terreny, bases cartogràfiques i bases temàtiques comporta avançar cap a la creació d'un bessó digital del territori que permeti conèixer la realitat d'aquest territori, així com la seva evolució. Aquest coneixement ha de fer possible aplicar (i, al seu torn, calibrar) els models predictius d'evolució del territori davant de fets disruptius que el poden afectar.

L'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) realitza des de l'any 2008 un programa de monitoratge de la costa que inclou la cobertura sistemàtica i anual de tot el territori costaner de Catalunya en la seva part emergida (fins a 500 m endins des de la línia de costa). Aquest monitoratge comporta la captura de dades fotogramètriques i altimètriques de tota la franja costanera per tal de disposar de la sèrie temporal dels paràmetres morfològics (volumetria, evolució de línia de costa, etc.) que permetin determinar el comportament de les platges i zones dinàmiques de la franja litoral (Sánchez *et al.*, 2012; Jiménez *et al.*, 2014). Així, per exemple, es pot generar el DTMe (Figura 1).

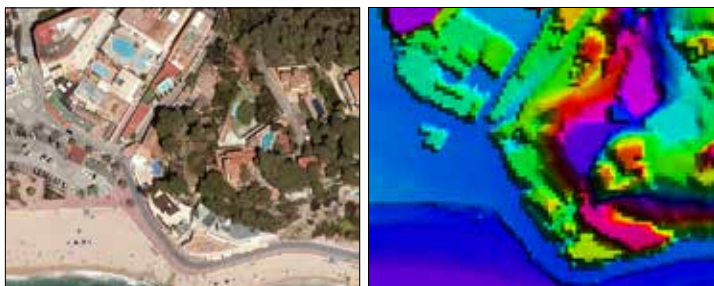


FIGURA 1. Imatge (esquerra) i MDTe 1m x 1m (dreta). L'MDTe és un model del terreny que incorpora estructures rígides i s'utilitza com a informació de referència en la modelització d'inundabilitat i impacte de temporals marítims.

La sèrie temporal d'informació litoral disponible inclou les imatges històriques realitzades a partir dels vols fotogramètrics disponibles realitzats per part de diferents institucions. Els vols americans (sèrie A i B) de les dècades dels anys quaranta i cinquanta són un exemple de recuperació d'informació històrica que es posa a disposició dels usuaris per a l'estudi de l'evolució del sistema litoral (Fig. 2).



FIGURA 2. Evolució de la desembocadura de l'Ebre en el període que va des de 1945-1946 fins a 2019, recollida en diferents sèries de fotografies aèries custodiades a l'ICGC.

Adicionalment al manteniment del programa anual de captura i procés de la informació, els freqüents episodis de llevantades i temporals amb capacitat d'impacte sobre el territori fan necessària l'obtenció d'informació que permeti una avaluació i gestió immediata dels efectes sobre les zones afectades i esdevingui una peça fonamental per a l'avaluació dels models predictius.

Les actuacions posteriors a esdeveniments tempestuosos en modalitat de resposta ràpida s'han incrementat els darrers anys per tal de facilitar el procés de presa de decisions i de completesa en l'inventari dels fenòmens i, en aquest sentit, es disposa d'informació pública corresponent als episodis dels anys 2017, 2018, 2019 i del mateix temporal *Gloria* de 2020.

ACTUACIONS DURANT EL TEMPORAL GLORIA

La borrasca *Gloria*, que va devastar una part de Catalunya des de dilluns 20 fins a dijous 23 de gener de 2020, va afectar fortament el litoral, feu desbordar nombrosos rius i va tenir conseqüències en la seguretat, l'economia, la planificació territorial i la infraestructura viària i de comunicacions, per citar-ne unes quantes.

Des del primer moment, l'ICGC va treballar per a generar i difondre, amb la màxima celeritat possible, la informació cartogràfica d'imatge dels efectes produïts per la borrasca *Gloria* per a donar suport tècnic a la situació d'emergència que s'estava produint a Catalunya.

L'ICGC va treballar en dos fronts: recull i publicació d'imatges dels satèl·lits Sentinel de baixa resolució, i realització d'un vol fotogramètric d'alta resolució sobre les zones més afectades pel temporal: delta de l'Ebre, el Francolí, el Fluvià, la Tordera, el Ter i la línia de costa.

Les imatges Sentinel faciliten una visió immediata de l'impacte del fenomen sobre el territori i en el cas d'inundacions es pot utilitzar tant el satèl·lit radar Sentinel 1, que permet determinar la làmina d'aigua present sobre el territori, com el satèl·lit òptic Sentinel 2, amb imatges de 10 m de resolució espacial.

Les fotografies aèries, que es capten a 10 cm de resolució, faciliten informació més detallada del territori i un posicionament més precís que permet georeferenciar amb fidelitat els elements.

Per a poder realitzar una primera valoració dels efectes de la borrasca *Gloria* al delta de l'Ebre, el divendres 24 es va publicar un primer visor amb una estimació de les zones inundades a partir del processat de les dades del Sentinel 1 (Fig. 3). A partir del dilluns 27 de gener ja es van poder mostrar imatges òptiques de 10 m de resolució captades tant abans del temporal (16 de gener) com després (23 i 26 de gener).



FIGURA 3. Publicació de l'estimació de zones inundades a partir del processat d'imatges radar del satèl·lit *Sentinel 1*.

Les primeres imatges fotogramètriques d'alta resolució (10-15 cm) van ser capturades el 24 de gener en un vol sobre tot el delta de l'Ebre; la resta de la costa catalana es va completar els dies 26 i 27 de gener. Addicionalment es van realitzar

vols sobre els principals rius afectats amb una resolució de 10 cm des del 24 de gener fins al 3 de febrer (Fig. 4).

Cal mencionar que el 21 de febrer es va realitzar un segon vol sobre tot el delta de l'Ebre per a poder valorar el grau de recuperació un mes després del temporal.

Des d'un primer moment, la informació va estar a disposició del públic a través de geoserveis en línia i mitjançant visors específics per a facilitar la comparativa amb imatges anteriors que permetessin determinar d'una manera fidel l'abast dels danys i delimitar l'afectació de l'episodi. L'estudi posterior de l'abast de les riuades o dels impactes sobre el litoral és una peça fonamental per a calibrar els models predictius i millorar previsions futures.

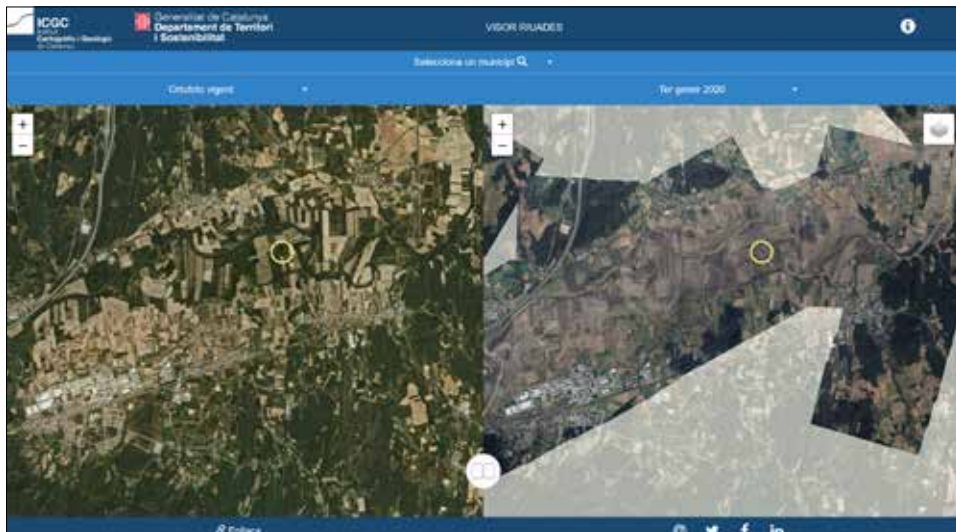


FIGURA 4. Visor comparatiu de l'efecte i l'àmbit de les riuades provocades pel temporal *Gloria* al baix Ter al seu pas per Bordils.

CONCLUSIONS

La mesura i el manteniment de les sèries temporals de geoinformació de la costa catalana són un element fonamental del coneixement. Cal garantir-ne la continuïtat i potenciar la difusió de la informació derivada. Així mateix, disposar de la capacitat de donar una resposta ràpida per a determinar l'abast de les afectacions i calibrar els models predictius ha esdevingut una nova necessitat. En l'àmbit de la resposta ràpida davant esdeveniment meteorològics adversos, en aquest temporal *Gloria* s'ha incorporat el processat de la informació radar de

Sentinel 1 per tal de tenir una primera avaluació d'imatge que no es vegi afectada per condicions meteorològiques que afectin la captura d'imatge per mitjans convencionals.

Més enllà de la continuïtat en la captura de dades, es fa palesa la necessitat d'un sistema d'informació litoral que homogeneïtzi, estructurï i posi a disposició dels usuaris el conjunt d'informació existent al nostre territori. En aquest sentit, iniciatives com la del *Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente* (MAPAMA) a través del programa *PIMA Adapta Costas*, tot i ser insuficients econòmicament, palesen la necessitat de sistematitzar la informació disponible per a poder donar suport als models d'anàlisi d'impacte sobre el litoral davant els escenaris de canvi climàtic. Cal desenvolupar un lideratge clar a partir de l'impuls a una nova llei d'ordenació del litoral tal i com persegueix el Departament de Territori i Sostenibilitat (DTS) i apostar per l'actualització de la informació i la incorporació de les dades batimètriques que donin continuïtat a la informació topogràfica com a element de base per a desenvolupar el coneixement i permetre una gestió integral del sistema per part dels diferents actors territorials.

BIBLIOGRAFIA

- ALFÉREZ, M.; SILVA, M.A.; ROS, D.; MÖSSO, C.; GRACIA, V., i SÁNCHEZ-ARCILLA, A. (2014). «La vulnerabilitat de la zona costanera sota climes futurs: la importància del modelat d'alta resolució per a projectar els Impactes». A: *Sisena Jornada d'Actualització de Coneixements sobre el Canvi Climàtic a Catalunya*, les Avellanes, juny de 2014.
- DPTOP – DMAH - DAAAR - CIIRC (2010). *Llibre verd de l'Estat de la zona costanera de Catalunya, 2010*. Generalitat de Catalunya. Disponible en línia: http://territori.gencat.cat/ca/01_departament/documentacio/territori-i-urbanisme/ordenacio_territorial/llibre_verd_estat_de_la_zona_costanera/ [Consulta: 4 de maig de 2020].
- JIMÉNEZ, J.A.; PLANA, A.; SANUY, M., i RUIZ, A. (2014). «Morphodynamic impact of a extreme storm on a cusped deltaic shoreline». *The 34th International Conference On Coastal Engineering*. Seül (Corea del Sud), juny de 2014.
- SÁNCHEZ, I.; GUILLÉN, J.; JIMÉNEZ, J., i RUIZ, A. (2012). «Uso de modelos LIDAR para el estudio de la vulnerabilidad costera ante temporales excepcionales en litorales altamente antropizados». *XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información*. Madrid, setembre de 2012.