

# ELS GEORISCOS A CATALUNYA: UNA REVISIÓ DE L'IMPACTE I DE LA GESTIÓ

Joan Manuel Vilaplana

Grup RISKNAT, Departament de Dinàmica de la terra i de l'Oceà,  
Facultat de Ciències de la terra, Universitat de Barcelona, Campus de Pedralbes, Martí i Franquès, s/n, 08028 Barcelona

**Resum:** L'impacte dels perills naturals constitueix un problema creixent de dimensions considerables a tot el món. Des de la segona meitat del segle XX, l'augment de la població, els fluxos migratoris, l'ocupació de nous espais i la creixent vulnerabilitat de la nostra societat han provocat un augment alarmant del risc de catàstrofes o desastres a causa de fenòmens naturals. El contingut d'aquest article en la seva primera part se centra en el territori de Catalunya, analitzant fenòmens geodinàmics tant d'origen exogen, com d'origen endogen que tenen un impacte perjudicial sobre el territori. Aquests fenòmens formen part dels processos geològics i geomorfològics (alguns d'ocurrència sobtada però tots recurrents) que canvien i fan evolucionar la superfície terrestre (formació i erosió del seu relleu). En resum, es tracta de fenòmens inherents als sistemes naturals i que condicionen indubtablement els éssers vius. En la segona part de l'article es comenten les accions de gestió en la mitigació dels georiscos i es reflexiona sobre les seves mancances. Es considera que hi ha un bon nivell de coneixements científics i tècnics, però no sempre es transfereix a accions de gestió. Falten bases de dades amb documentació sobre desastres passats i una bona avaluació de l'exposició al risc i la vulnerabilitat física i social del territori. Hi ha cartografies de zonificació de perillositat i perillositat, però encara no cobreixen tot el territori i, en alguns casos, les escales són inadequades. Hi ha plans de protecció civil ben dissenyats, però, per garantir-ne l'eficàcia plena, cal la implementació completa dels plans d'emergència a nivell municipal. Cal millorar la coordinació entre els procediments tècnics, les accions de mitigació i la planificació del territori. Per fer-ho, és fonamental fer un esforç de coordinació entre les administracions públiques i els òrgans competents. Les regulacions estan fragmentades i disperses en diferents àmbits legislatius, cosa que pot comportar l'incompliment. S'ha comprovat que, tot i que la nostra és una societat industrialitzada, avançada i suposadament resistent, els ciutadans no són conscients del seu grau d'exposició al risc natural ni de la seva vulnerabilitat individual i col·lectiva. Per solucionar aquesta deficiència, cal millorar la informació per a la societat i educar els nens i els joves en relació amb els perills naturals. La irresponsabilitat en el desenvolupament del territori, especialment en la presa de decisions sobre l'ús del sòl i la planificació urbana, ha provocat un augment significatiu de l'exposició al risc de desastres.

**Paraules clau:** *marina mercant, geologia, sindicalisme, gestió política, activisme social.*

**Abstract:** The impact of natural hazards constitutes a growing problem of considerable dimensions worldwide. Since the second half of the twentieth century, the increase in population, migration flows, the occupation of new spaces and the growing vulnerability of our society have led to an alarming increase in the risk of catastrophe or disaster due to natural phenomena. The content of this article focuses on the territory of Catalonia, analyzing geodynamic phenomena of both exogenous origin, and of endogenous origin that have a damaging impact on the territory. These phenomena are part of the geological and geomorphological processes (some of sudden occurrence but all recurrent) that change and evolve the Earth's surface (formation and erosion of its relief). In short, these are phenomena which are inherent to natural systems and which unquestionably condition living beings. The second part of the article discusses the management actions in the mitigation of geohazards and reflects on their shortcomings. It is considered that there is a good level of scientific and technical knowledge, but it is not always transferred to management actions. Databases with documentation on past disasters and a good evaluation of the risk exposure and the physical and social vulnerability of the territory are lacking. There are cartographies of danger and hazard zoning but not they do not yet cover the whole territory and in some cases the scales are inappropriate. There are well-designed civil protection plans but, to ensure their full effectiveness, the complete implementation of emergency plans at municipal level is needed. It is necessary to improve the coordination between the technical procedures, the mitigation actions and the planning of the territory. To do this, it is essential to make a coordination effort between the public administrations and the competent bodies. Regulations are fragmented and dispersed in different legislative areas, and this may lead to non-compliance. It has been found that, although ours is an industrialized, advanced and supposedly resilient society, citizens are not aware of their degree of exposure to natural risk, nor of their individual and collective vulnerability. To remedy this deficiency, it is necessary to improve the information to society and to educate children and young people in relation to natural hazards. Irresponsibility in territorial development, especially in decision-making on land use and urban planning, has led to a significant increase in exposure to disaster risk.

**Keywords:** *merchant marine, geology, union force, political governance, social activism.*

## Introducció

L'impacte dels riscos naturals representa un problema considerable i creixent a tot el món. Des de la segona meitat del segle xx, l'increment de la població, els fluxos migratoris, l'ocupació de nous espais i la creixent vulnerabilitat de la nostra societat han estat la causa que el risc de catàstrofe o desastre com a conseqüència de fenòmens naturals augmentés d'una manera alarmant.

L'anàlisi d'aquest article se centra en els fenòmens d'origen natural, més especialment en els fenòmens geodinàmics (inundacions, esllavissades, allaus, esfondraments i terratrèmols) que generen un impacte (danys) sobre el territori, cada cop més ocupat i utilitzat pels seus habitants. Aquests fenòmens formen part dels processos geològics i geomorfològics (d'ocurrència sobtada alguns, però tots recurrents) que fan canviar i evolucionar la superfície de la Terra (formació i erosió del relleu). En definitiva, es tracta de fenòmens inherents als sistemes naturals que, sense cap mena de dubte, han condicionat i condicionen els éssers vius.

Aquest article està basat en el contingut del capítol de georiscos (VILAPLANA, 2019) del llibre *Natura ús o abús* (2018-2019), editat per l'Institut d'Estudis Catalans. Així doncs, els següents apartats es centraran en l'anàlisi i la diagnosi del que hom anomena georiscos, centrat principalment en l'àmbit geogràfic de Catalunya. Finalment, hom farà una sèrie de comentaris per a la mitigació dels riscos naturals, de cara a una millor governança i convivència amb nivells de risc tolerables.

## Per què considerar els georiscos?

Malgrat que a final del segle xx les Nacions Unides van dur a terme accions globals i concretes per a la mitigació dels riscos naturals al planeta (Decenni per la Lluita contra els Desastres Naturals, 1990-1999, UNISDR), l'impacte social i econòmic dels riscos naturals, tant en països desenvolupats com en aquells en vies de desenvolupament, ha anat en augment els darrers anys i continua la mateixa tendència de cara a un futur immediat. Les causes d'aquest fet estan lligades tant a la severitat dels fenòmens naturals, agreujada en molt casos pel canvi climàtic, com a la vulnerabilitat ambiental, física i social del territori i, sobretot, a l'exposició creixent dels seus elements (espais naturals, població, urbanisme, infraestructures, etc.).

L'Oficina de les Nacions Unides per a la Reducció del Risc de Desastres (UNISDR) estimula i coordina els esforços internacionals en la reducció del risc de desastres. Guiant i monitorant el progrés en la implementació del Marc de Sendai per a la Reducció del Risc de Desastres 2015-2030 i informant-se, promou campanyes per fomentar la consciència mundial dels beneficis de la reducció del risc de desastres i de donar poder a la gent per reduir la seva vulnerabilitat davant les amenaces. A més, advoca per majors inversions en la reducció del risc de desastres per protegir la vida de les persones i els seus béns i per una participació més gran i més ben informada dels homes i les dones en la reducció del risc de desastres.

L'impacte social i econòmic dels riscos naturals als nostres territoris creix, no tan sols per una possible accentuació dels fenòmens naturals extrems, sinó també, i sobretot, per mancances en les polítiques per a una millor gestió en l'ús i l'ocupació del territori i la consideració no suficient dels riscos naturals.

Els nostres territoris, tot i formar part del món desenvolupat, no queden al marge d'aquesta problemàtica. La creixent ocupació del sòl per a nous usos (especialment l'urbanístic) i els nous hàbits socials (especialment els lligats a la indústria del lleure) fan que hi hagi cada cop més territori i més població exposats als perills naturals. En aquest context, s'ha de considerar no solament l'impacte lligat a l'ocurrència d'esdeveniments extrems, que poden generar grans desastres, sinó també l'impacte dels fenòmens ordinaris (estacionals) i extraordinaris (crònics), molt freqüents en tota la nostra geografia i que trobem diverses vegades al llarg de la vida d'una persona.

En el conjunt de l'Estat espanyol, el 1987, l'*Instituto Geológico y Minero de España* va publicar un estudi sobre l'impacte econòmic i social dels riscos geològics a l'Estat en què es feia una previsió de

pèrdues econòmiques degudes als riscos geològics a l'Estat espanyol per al període 1986-2016 (AYALA-CARCEDO *et al.*, 1987). Per comunitats autònomes, Catalunya, en un escenari de risc mitjà, acumulava unes pèrdues per valor de 5.530 milions d'euros (185 cada l'any). El *Consortio de Compensación de Seguros*, conjuntament amb l'*Instituto Geológico y Minero de España*, va publicar el 2006 un estudi en el qual es feia una previsió de les pèrdues causades per terratrèmols i inundacions a Espanya entre el 2004 i el 2033 (FERRER *et al.*, 2004). Segons una hipòtesi de risc mitjà, el valor de les pèrdues, estimat en euros actualitzats al 2010, és de 95.000 milions, 55.000 dels quals correspondrien a l'impacte de les inundacions. Si concretem territoris, en relació amb les pèrdues esperables per terratrèmols, al País Valencià li correspondria el 10 % i a Catalunya, el 3,3 % del total de l'Estat espanyol. En relació amb les pèrdues esperables per inundacions, al País Valencià li correspondria el 28 %; a Catalunya, l'11%, i a les Balears, el 2,6 % del total, cosa que significa que el 41,6 % de l'impacte econòmic de les inundacions a l'Estat espanyol correspon a territoris dels Països Catalans.

La societat del segle XXI és i serà cada cop més exigent amb els nivells de qualitat, de seguretat i de sostenibilitat ambiental. En aquesta nova conjuntura, la lluita contra els riscos naturals o, millor dit, la convivència amb un nivell de risc tolerable hi juga un paper fonamental. En conseqüència, cal apostar decididament pel desenvolupament d'un programa coordinat sobre avaluació, zonificació i mitigació dels riscos naturals que abordi les estratègies preventives d'una manera integrada.

## Els principals georiscos a Catalunya

### *Les inundacions*

Si considerem els riscos naturals, el fenomen de les inundacions ha estat i és la principal causa de danys arreu dels nostres territoris. És el fenomen més freqüent i el que presenta més amplitud geogràfica. Cal diferenciar entre les inundacions de les grans conques fluvials (Ter, Llobregat, Segre, Ebre, ...) i les sobtades i ràpides (*flash floods*) en conques petites o en torrents de muntanya i en rieres o rambles costaneres. També cal distingir la inundació per desbordament dels llacs (cas de l'estany de Banyoles) i les inundacions litorals, en què es combinen la pujada del nivell del mar i els temporals marítims. En aquest darrer cas, s'ha de considerar també, com un cas especial i de baixa freqüència d'ocurrència, la possible inundació de la zona costanera per tsunamis.

Considerant els condicionants antròpics, hom ha de tenir en compte, com a casos molt peculiars, les inundacions urbanes, en què la impermeabilització del sòl i el clavegueram juguen un paper essencial, i les inundacions per ruptura de preses.

Arreu de Catalunya, històricament, la població de molts indrets ha hagut de conviure amb episodis severos d'inundacions, alguns dels quals han estat molt catastròfics (BARRIENDOS & MARTÍN-VIDE, 1998). N'hi ha que han afectat grans extensions geogràfiques i d'altres que s'han limitat a una conca hidrogràfica concreta, de vegades petita (LLASAT *et al.*, 2003).

Entre moltes avingudes històriques (LLASAT *et al.*, 2005), hom pot destacar les de l'Any del Diluvi, el 1617, que van assolir una gran part de Catalunya; l'aiguat de Santa Tecla, el 1874, que va afectar principalment les comarques del Camp de Tarragona, de la Conca de Barberà, del Priorat, de l'Urgell i de les Garrigues (amb 570 morts). Algunes de les més significatives s'indiquen a la taula 1.

La gran majoria dels municipis de Catalunya estan exposats al risc d'inundació en major o menor grau, si més no en algun tram de la seva xarxa hidrogràfica (Fig.1). Les avingudes més freqüents que provoquen danys són les de tipus *flash flood* i estan associades a les rieres litorals i als torrents i els rius de muntanya, però en cap cas s'han de desestimar les inundacions de les conques més grans.

El cost estimat de les inundacions a Catalunya entre 1997 i 2007 va ser de cent milions d'euros per any, tenint en compte únicament els béns assegurats (ESCUER, 2008). És un cost mínim, ja que molts béns no estan assegurats i que, a més, caldria afegir-hi els costos indirectes, no estimats en aquesta avaluació. L'*Il·lustre Colegio de Geólogos de España*, partint d'un estudi de l'IGME (AYALA-CARCEDO *et*

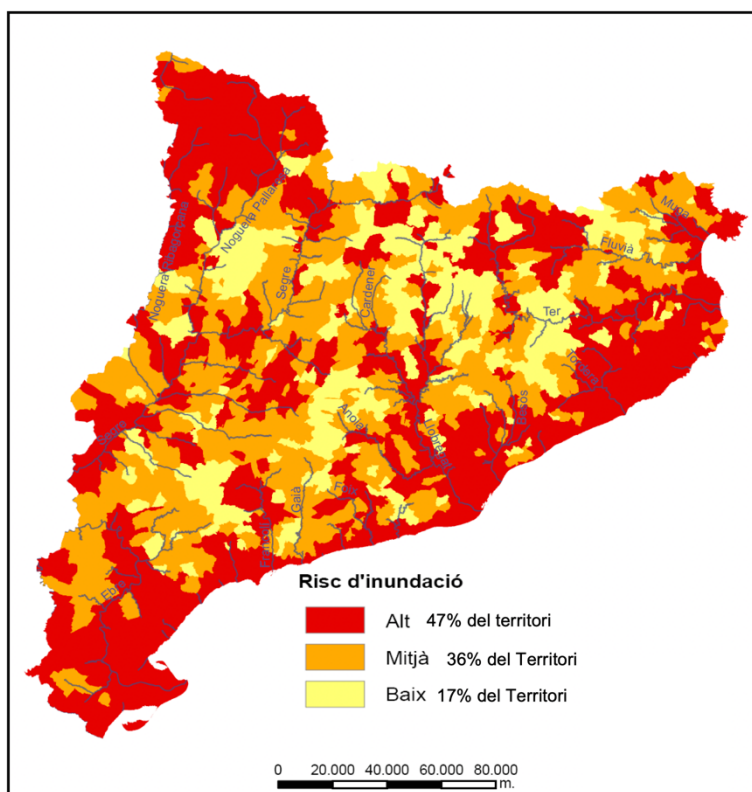
**Taula 1.** Selecció d'episodis d'aiguats amb inundacions severes als segles xx i xxi a Catalunya. Font: Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i premsa.

Any	Abast geogràfic	Any	Abast geogràfic
1907	Pirineus: Nogueres, Segre, Ebre, Cardener, Fluvià	2004	Salou, Cambrils; riera d'Alforja, riera de Maspujols
1937	Pirineus: Nogueres, Valires, Segre, Ebre	2005	La Bisbal d'Empordà, riera de Calonge, Llobregat d'Empordà, pantà de Portbou
1940	Pirineus: Ter, Tec, Tet	2013	Alt Pirineu: Garona; Noguera Pallaresa
1959	Baix Llobregat, Penedès, Empordà	2015	Conca del riu Sió
1962	Vallès: Besòs, riera de Rubí	2016	Maresme, especialment les rieres de Cabrils i Vilassar
1971	Baix Llobregat	2019	Conca del riu Francolí
1982	Pirineus: Nogueres, Valires, Segre, Llobregat, Ter	2020	Riu Tordera (temporal Glòria)
1994	Conca del Francolí i rieres del Camp de Tarragona	2020	Delta de l'Ebre (temporal Glòria)
2000	Baix Llobregat, Anoia		

al., 1987), ha estimat que les inundacions a l'Estat espanyol tenen un cost anual d'entre 160 i 250 euros per habitant.

En l'actualitat, la principal problemàtica lligada a aquest risc, arreu dels territoris, està representada per la gran quantitat de sòl urbanitzable consolidat que es troba en zona inundable i que queda exposat al risc d'inundació. En la intersecció dels cursos fluvials amb poblacions i a les rieres de les zones costaneres, existeix un gran i greu conflicte entre la dinàmica fluvial i el creixement urbanístic. Antigament, les comunitats rurals sabien conviure amb els rius i les rieres, la pagesia sabia aprofitar les zones inundables i fins i tot la indústria tèxtil i paperera era conscient del perill de les avingudes. Però a partir de mitjan segle xx, la progressiva expansió urbanística gairebé mai no va tenir en compte el risc d'inundació a l'hora d'ocupar el territori. Així doncs, i cada cop més, les zones de planes fluvials, els cons de dejecció de rieres i torrents, els deltes i les planes litorals han estat, i ho segueixen sent, els indrets més preuats per a l'assentament d'urbanitzacions i polígons industrials. En els nostres rius quasi ja no queden espais naturals lliures perquè en les planes al·luvials es pugui laminar una avinguda de forma natural per l'efecte del desbordament.

Per aquests motius, en els darrers anys, les administracions han dut a terme estudis d'inundabilitat, de cartografies de



**Fig 1.** Mapa de risc d'inundacions a Catalunya per municipis. Font: VILAPLANA i PAYÀS (2008), modificat del Pla INUNCAT.

zones inundables i, de vegades, del risc associat per tal de conèixer la problemàtica territorial que aquest risc comporta.

A Catalunya, l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) fa temps que treballa en la planificació dels espais fluvials, en els quals la inundabilitat és un factor prioritari. Aquests darrers anys, la normativa europea (Directiva 2007/60 d'avaluació i gestió del risc d'inundació) ha obligat tots els estats de la Unió Europea a disposar de mapes d'inundabilitat (perillositat i risc) de totes les conques fluvials i zones litorals. De moment, les àrees afectades pels torrents de muntanya han quedat fora de consideració normativa.

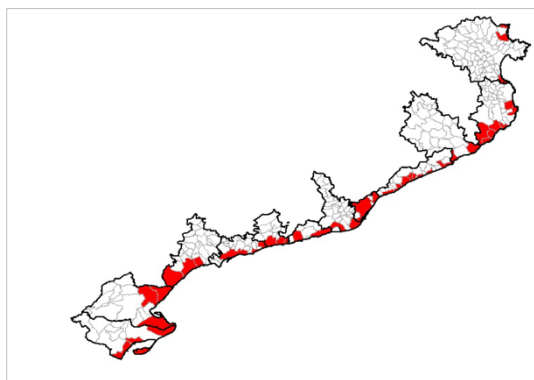
En el cas de l'Estat espanyol, la directiva europea ha estat transposada a la legislació espanyola mitjançant el Reial Decret 903/2010 d'avaluació i gestió de riscos d'inundació. La implantació d'aquesta directiva suposa una oportunitat per millorar la coordinació de totes les administracions a l'hora de reduir aquests danys, centrant-se fonamentalment en les zones amb més risc d'inundació, anomenades àrees de risc potencial significatiu d'inundació (ARPSI). Durant el període 2011-2015, es va desenvolupar el primer cicle de l'aplicació d'aquesta directiva, que va motivar l'aprovació dels plans de gestió del risc d'inundació (PGRI) l'any 2016. En aquests moments s'estan implantant aquests plans i, alhora, està en desenvolupament el segon cicle de la directiva, que derivarà en una revisió dels treballs a fer fins a l'any 2021. En el cas de Catalunya i de les seves conques internes, on l'Agència Catalana de l'Aigua té competències plenes, s'encarrega d'elaborar i coordinar l'avaluació de la gestió del risc en col·laboració amb les autoritats de Protecció Civil i l'administració competent en matèria de costes (AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA, 2017). A les conques intercomunitàries, les competències són compartides amb l'Estat espanyol a través de la *Confederación Hidrogràfica del Ebro* (CHE). L'ACA, en el cas dels afluents de la conca de l'Ebre i de la Garona, exerceix de policia del domini públic hidràulic (DPH).

Fa pocs anys, doncs, que hom disposa d'aquests documents normatius, essencials per a l'ordenació del territori i, sobretot, per al bon planejament urbanístic.

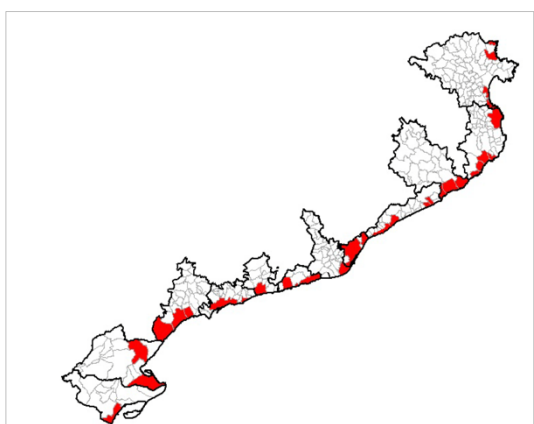
Aquesta normativa obliga els estats membres de la Unió Europea a assumir una política hidràulica molt més preventiva i a incloure l'urbanisme, el medi ambient i la protecció civil en la gestió dels riscos d'inundació. El primer pas per millorar la convivència amb el risc d'inundacions és conèixer les zones potencialment inundables, que es poden submergir d'una manera recurrent i amb magnituds (amplades i calats) diverses; de fet, moltes ja es coneixien abans, però no es disposava d'estudis ni sistemàtics ni normatius. A partir d'aquí, definida la perillositat i analitzada conjuntament amb la vulnerabilitat, hom pot avaluar el risc que s'ha de gestionar per tal de minimitzar-lo. La *Confederación Hidrogràfica del Ebro* i l'Agència Catalana de l'Aigua disposen d'unes plataformes per fer públics els documents cartogràfics de les zones inundables de les conques en les quals tenen competències. Tota aquesta informació està integrada en el *Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables y de Presas del Ministerio para la Transición Ecológica*.

Les inundacions al litoral degudes als temporals marítics, relativament freqüents, també generen una gran perillositat, però són només una part dels processos que tenen lloc al litoral, especialment on la línia de costa és una platja (GUILLÉN, 2008). La morfologia de les platges és conseqüència d'una adaptació de les costes als canvis del nivell del mar, de la seva energia, de l'aportació de sediments i de la seva topografia. Si tenim en compte la recurrència i l'energia dels temporals a la costa mediterrània, el progressiu augment del nivell del mar (degut als efectes de l'escalfament global), la manca d'aportacions sedimentàries de rius, rambles i rieres i les interferències per les actuacions antròpiques, hom constata que el retrocés de la línia de costa és un fet real i probablement irreversible. Segons dades del Servei Meteorològic de Catalunya, el nivell del mar mostra una tendència positiva estadísticament significativa d'un increment de +3,3 cm/decenni. Això significa que durant els temporals la inundació del mar va avançant progressivament cap a terra, això s'ha comprovat de manera clara durant el temporal Glòria el gener del 2020. Com a conseqüència, els espais i les infraestructures més properes a la línia de costa estan cada cop més exposades a la inundació marina, el cas del delta de l'Ebre és paradigmàtic.

L'informe del Centre Internacional d'Investigació dels Recursos Costaners (CIIRC, 2010) sobre l'estat de la costa catalana en fa una molt bona radiografia (Fig. 2 i 3).



**Fig 2.** Municipis costaners que presenten problemes de pèrdua de superfície de platja útil. Font: Informe CIIRC, 2010.



**Fig 3.** Municipis costaners que pateixen problemes per desperfectes en les infraestructures de platja per l'acció de l'onatge. Font: Informe CIIRC, 2010.

Dins del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables de Origen Marino del Ministerio para la Transición Ecológica s'hi poden trobar les cartografies de zones inundables corresponents al litoral.

Si tenim en compte la cada vegada més creixent urbanització de les zones dels nostres litorals, se'ns configuren escenaris de risc elevat sobre els quals, igual que sobre els d'origen fluvial, cal actuar ineludiblement.

Al litoral, hom ha de considerar també la inundació per efecte de possibles tsunamis. És veritat que no són gaire freqüents a les costes del Mediterrani occidental, però, malgrat tot, n'hi ha algun registre històric i indicadors geomorfològics que ens informen de l'ocurrència de tsunamis durant els darrers 500 anys, especialment a les illes Balears (Roig-Munar *et al.*, 2018b, 2019a i 2019b) i a la costa de Castelló (Roig Munar *et al.*, 2018a) que s'han recollit en articles recents. El tsunami que té un millor registre històric i geomorfològic a les Balears va tenir lloc l'any 1756, és de suposar que va arribar a la costa catalana però, fins ara no s'ha trobat registre. El darrer tsunami que va afectar al mar catalano-balear ho va fer el 21 de maig del 2003 i els seus efectes van provocar danys a les Balears (Portocristo, Cala Rajada, Portocolom, Portopetretre, ses Salines, a Palma i el port de Maó; fig. 4). Aquests tsunamis tenen el seu origen en sismes generats al nord d'Àfrica, més concretament a d'Algèria (Fig. 10) i que propaguen onades destructives per la Mediterrània i, en cara que no se'n tingui registre, podrien afectar també el litoral del Principat de Catalunya. És fonamental aprofundir en aquest coneixement, ja que l'ocurrència d'un possible tsunami

que afectés les costes de les Balears, el País Valencià i Catalunya podria provocar danys irreparables. A l'Estat espanyol, s'ha dissenyat un sistema nacional d'alerta de tsunamis que depèn de l'*Instituto Geográfico Nacional* (IGN), amb la col·laboració de *Puertos del Estado*, *Protección Civil y Emergencias*, així com d'aquelles institucions que disposin d'instal·lacions susceptibles d'integrar-se a la xarxa. Se'n pot trobar informació al web de l'IGN, a la pàgina d'informació sísmica. El seu objectiu principal és emetre alertes a la *Dirección General de Protección Civil y Emergencias*. Aquest sistema es troba vinculat al *Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo de Maremotos* de recent aprovació (maig 2021). La proposta inclou elaborar un pla estatal de protecció civil davant del risc de sisme submarí. Aquest pla està en fase d'avantprojecte.

En matèria d'inundacions, a Catalunya existeix actualment una normativa que obliga a tenir en compte el risc d'inundació en l'edificació i planejament urbanístic.

A més de la necessitat de fer complir la norma en tota nova construcció i en el planejament urbanístic, un dels principals problemes és que hom no disposa encara d'un programa per a reconsiderar i gestionar la protecció dels espais inundables ja urbanitzats abans de la normativa (que són majoritaris): a Catalunya i, segons l'informe RISKCAT (VILAPLANA i PAYÀS, 2008), el 15 % del sòl urbanitzat és en zones inundables.

L'eina que s'ha implementat i que més s'utilitza per protegir-se de les inundacions és el planejament en la protecció civil. A Catalunya, l'INUNCAT és el Pla especial d'emergències per inundacions. Els plans de protecció civil són fonamentalment reactius, és a dir, s'activen quan la

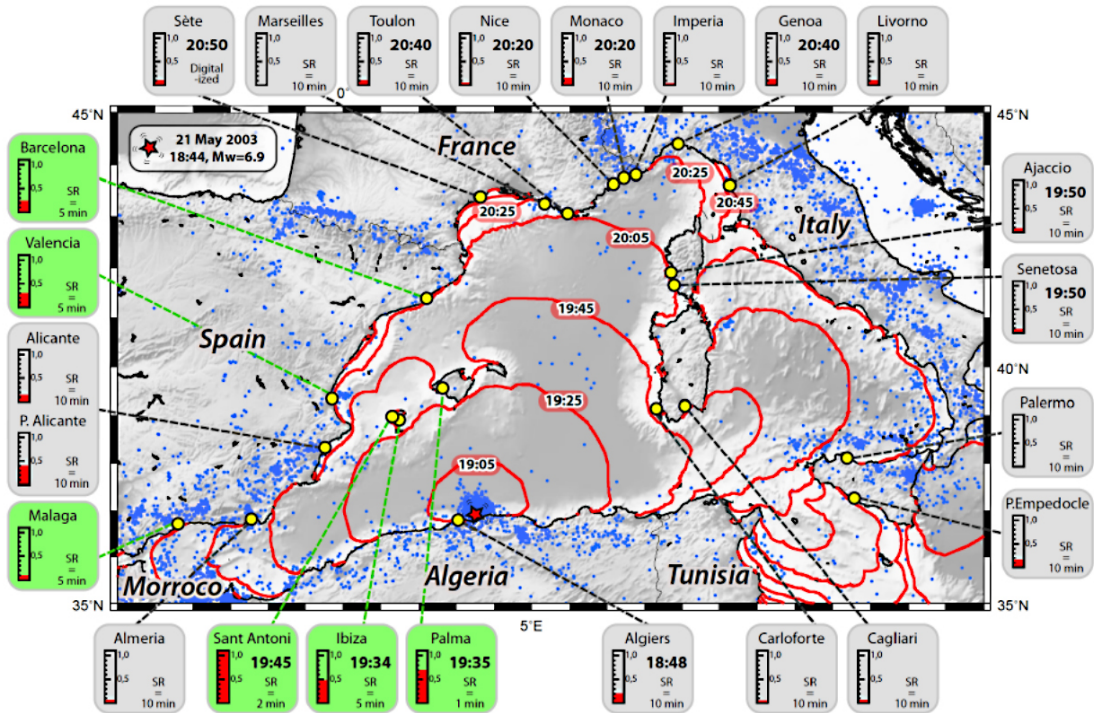


Fig. 4. Modelització del temps estimat de viatge i els registres dels mareògrafs del tsunami del 21 de maig de 2003. Font: SAHAL *et al.*, 2009.

predicció meteorològica ho fa necessari, just abans de l'episodi d'aiguats, avisant, controlant, ajudant i rescatant durant i després de la situació de crisi. En resum, els plans d'emergència són una bona eina, necessària per gestionar l'escenari del desastre, però no són suficients per mitigar d'una manera eficient el risc d'inundació arreu. Catalunya disposa d'una eina molt interessant per a la informació i prevenció dels riscos, el Mapa de Protecció Civil de Catalunya, un visor que elabora la Direcció General de Protecció Civil i que permet que els municipis i els ciutadans puguin conèixer la distribució territorial dels diferents riscos, entre els quals el d'inundació. També informa dels plans de protecció civil que cada municipi té l'obligació o recomanació d'elaborar i de quins municipis han elaborat els corresponents plans de protecció civil municipals i quins ho tenen pendent.

### Les esllavissades

Una esllavissada és un moviment del terreny en què un volum de roques o de terres que desestabilitza, es trenca i es desplaça vessant avall per acció de la gravetat. A grans trets, els diferents tipus d'esllavissades més freqüents al nostre territori són: els desprendiments o caigudes de pedres, els lliscaments, les colades de terres i els corrents d'arrossegalls.

Les esllavissades són moviments en vessants, escarpaments i cingleres. Per tant, a totes les zones de muntanya, l'ocurrència d'aquests fenòmens és freqüent en el temps i en l'espai. Els principals factors condicionants de les esllavissades són el pendent, la litologia (el tipus de roca) i les discontinuïtats (fractures) que presenta la roca. La gran majoria d'esllavissades es desencadenen en episodis de pluges o aiguats. Les sotragades sísmiques també poden actuar com a factors detonants d'esllavissades, però algunes es produeixen per causes antròpiques, quan es fa un rebaix o desmunt del terreny, quan s'excava un talús per a una carretera o ferrocarril. Quan es també desforesta es poden alterar les condicions naturals d'estabilitat dels vessants.

Els grans vessants amb formacions de roques sedimentàries calcàries, gresoses i conglomeràtiques, sovint amb intercalacions lutítiques, així com les roques ígnies i metamòrfiques que constitueixen els

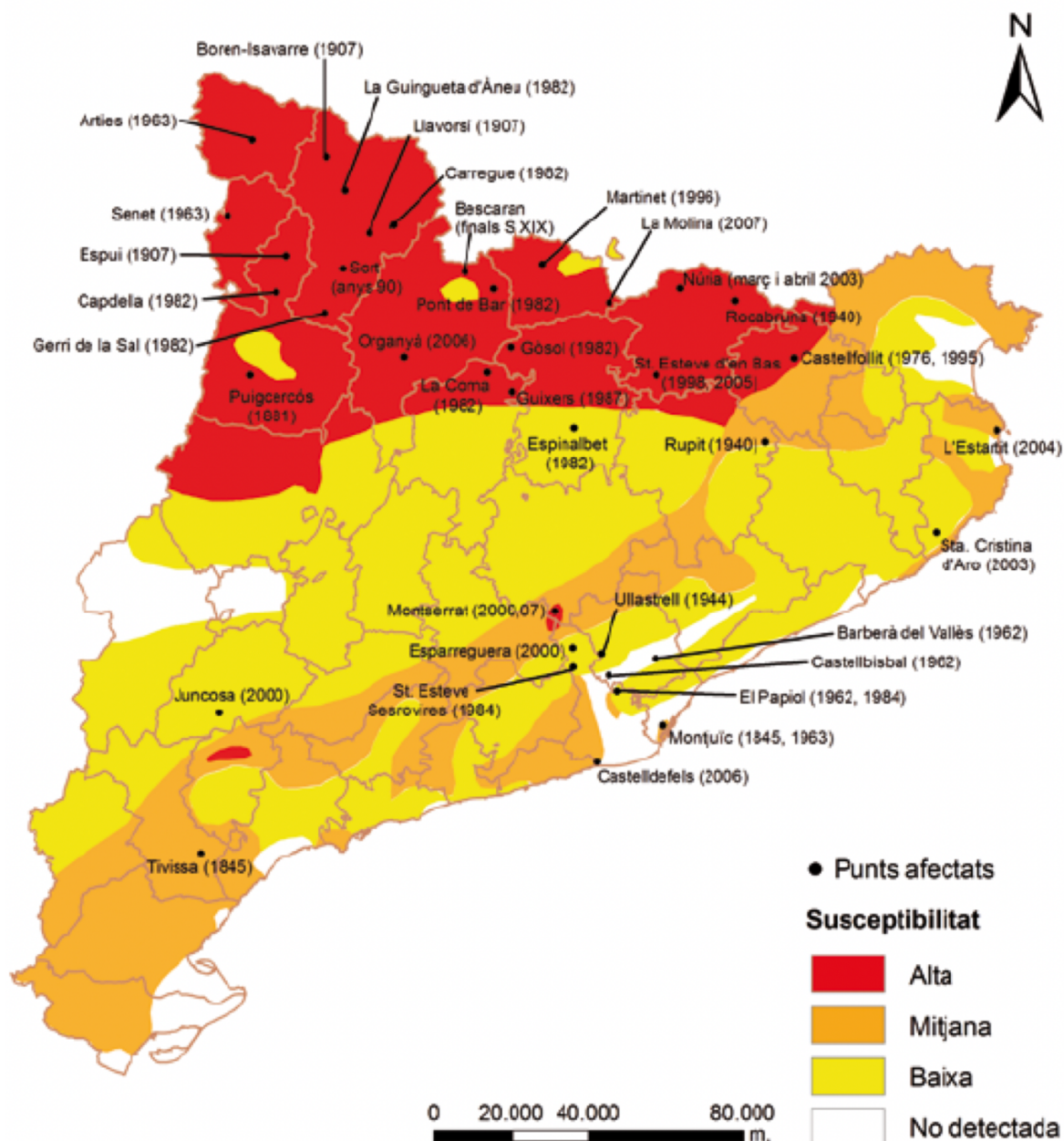


Fig. 5. Mapa de les grans zones de Catalunya susceptibles d'esllavissades. Font: VILAPLANA i PAYÀS (2008).

principals relleus (als Pirineus, a les serralades costaneres catalanes (fig. 5.) són els més propensos a formar esllavissades. Els més freqüents són els desprendiments de roques que involucren diferents volums (p. ex. Castell de Mur, Serra del Cadí, gorges de Núria, Castellfollit de la Roca, Muntanya de Montserrat...).

En determinats indrets, però, quan afloren altres formacions litològiques molt susceptibles a les inestabilitats (com, per exemple, pissarres grafitoses del Silurià, lutites i guixos del Keuper, lutites del Garumnià, lutites del Burdigalià i del Pliocè), també es generen moviments complexos com lliscaments rotacionals i translacionals amb fluxos al peu que poden involucrar centenars i milers de metres cúbics de terres i arribar, en alguns casos, a milions de metres cúbics (p. ex. Bressui, Mencui, Puigcerçós, el Pont de Bar, la Coma, Maçaners, Vallcebre, l'Estartit...).

L'impacte de les esllavissades arreu del territori provoca danys importants (COPONS, 2008c) que no estan quantificats per les administracions ni pel *Consorci de Compensació de Seguros*, ja que aquest organisme els computa lligats als aiguats, de manera que les pèrdues de béns assegurats per



esllavissades s'integren a les d'inundacions. Només en alguns casos hi ha estudis puntuals que avaluen l'impacte econòmic d'aquest fenomen en un territori determinat.

Hi ha una clara relació de l'increment de danys per esllavissades amb la major ocupació del sòl, sobretot per l'urbanisme. També es detecta un augment d'aquest risc en els penya-segats costaners (entre d'altres a l'Estartit, a la cala del Senyor Ramon a Santa Cristina d'Aro l'agost del 2003 amb dues persones mortes...).

Aquest increment de l'exposició al risc d'esllavissada és especialment preocupant a la xarxa viària i ferroviària. N'hi ha tant en vessants rocosos naturals com en talussos de la via. Especialment a les carreteres, s'ha detectat un augment dels despreniments que han afectat la calçada i alguns vehicles, i que han arribat a provocar víctimes mortals. L'increment d'aquesta accidentabilitat es relaciona, sobretot, amb l'augment del flux de vehicles en determinats eixos viaris (p. ex., un mort a la C17 a Tagamanent el 2016). Aquesta accidentabilitat va tenir una punta l'any 2018 (més de 1.800 incidències ressenyades a les carreteres de tot Catalunya, entre les quals dos morts a la LV-9124 a Castell de Mur i un mort a la C16 a la Nou de Berguedà), en què la pluviometria hi va jugar un paper rellevant com a desencadenant. Es tracta d'una problemàtica que també afecta els ferrocarrils, ja que provoca talls importants en el servei (p. ex., al cremallera de Núria els anys 2001 i 2003 i el de Montserrat el 2007, el 2008 i el 2018) i en alguns casos accidents molt greus amb alguna víctima mortal (p. ex. a la línia R4 a Vacarisses, el novembre de 2018).

La gestió d'aquest georisc a Catalunya és responsabilitat de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) que fa les cartografies de perillositat d'esllavissades dins dels Mapes de Prevenció als Riscos Geològics de Catalunya a escala 1:25.000 (Fig. 6). Aquesta sèrie cartogràfica consta de 304 fulls, dels quals n'hi ha 54 de publicats i 22 en fase d'elaboració. Aquests mapes tenen una clara aplicació a l'ordenament territorial, però no són normatius (MARTÍNEZ i OLLER, 2009). De cara al planejament urbanístic es necessita una escala molt més detallada; així doncs, en el cas que es necessiti avaluar la perillositat per al Pla d'Ordenació Urbanística Municipal (POUM) d'algun municipi o d'un escenari concret, l'ICGC fa un estudi informatiu de riscos geològics (EIRG).

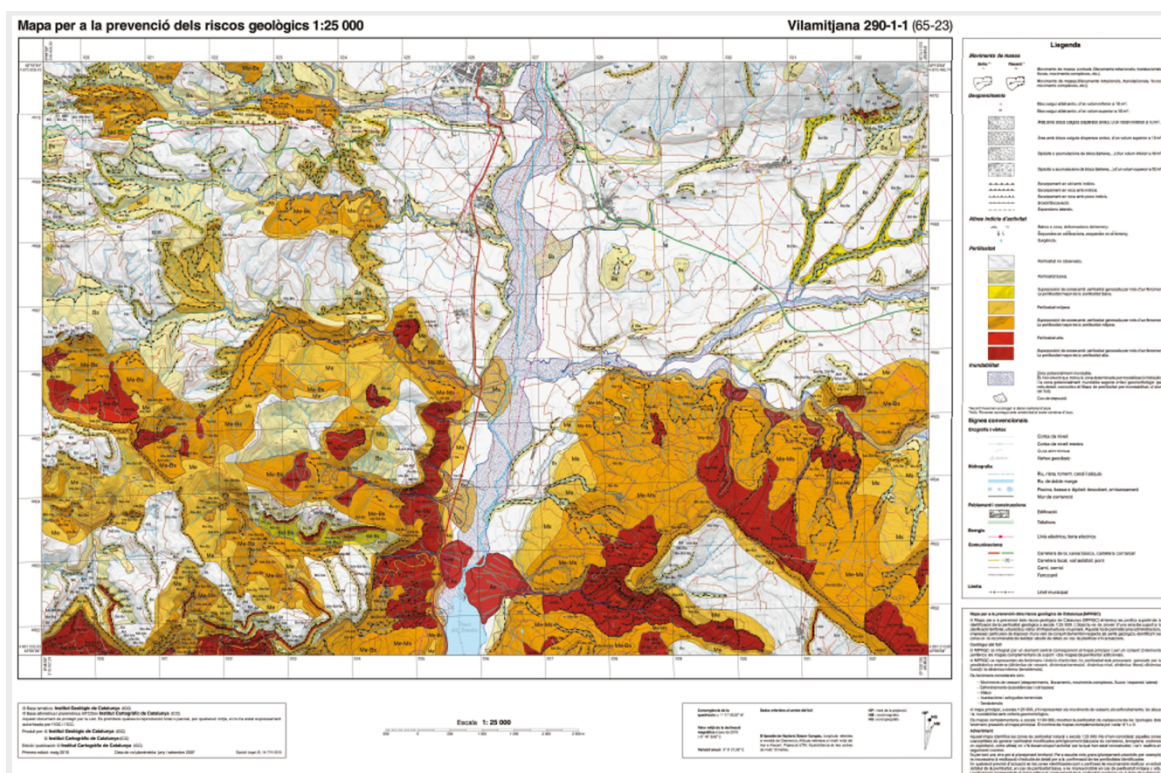


Fig. 6. Exemple de Mapa de Prevenció als Riscos Geològics de Catalunya. Full de Vilamitjana. Font: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

A més, l'ICGC disposa d'una base de dades d'esllavissades o sistema d'informació de moviments del terreny anomenada LLISCAT. Va ser desenvolupada pel Departament d'Enginyeria del Terreny de la Universitat Politècnica de Catalunya amb el suport de l'Institut d'Estudis Catalans i actualment és gestionada, actualitzada i millorada per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, que fa accessibles les informacions disponibles dels moviments del terreny als organismes oficials i administracions, a la comunitat científica, tècnica i professional, i als ciutadans en general. És un inventari que es va completant i millorant constantment.

En relació amb la protecció civil, no hi ha un pla especial per fer front al risc d'esllavissades. Les administracions consideren que la majoria d'esllavissades es produeixen en episodis d'aiguats, per la qual cosa aquests fenòmens s'inclouen en el plans especials per fer front a les inundacions.

### Les allaus

Una allau és una part del mantell de neu que es desprèn i s'esllavissa vessant avall per efecte de la gravetat i que genera un flux que comporta pressions d'impacte que poden ser molt destructives. D'una manera general, hom considera tres grans tipus d'allaus: les de neu recent, les de placa i les de fusió o neu humida.

Les allaus tenen una gran incidència als Pirineus d'Andorra i de Catalunya (des de l'Aran fins al Conflent), on el nivell de vulnerabilitat i exposició ha augmentat molt les darreres dècades (COPONS, 2008a) (fig. 7). Per tant, hem de considerar un increment del risc d'allaus als Pirineus andorrans i catalans. L'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) té un bon recull històric d'allaus i gestiona la Base de Dades d'Allaus de Catalunya (BDAC), que conté un inventari sistemàtic de les allaus i de la seva cartografia a Catalunya des de 1986 que periòdicament es va actualitzant.

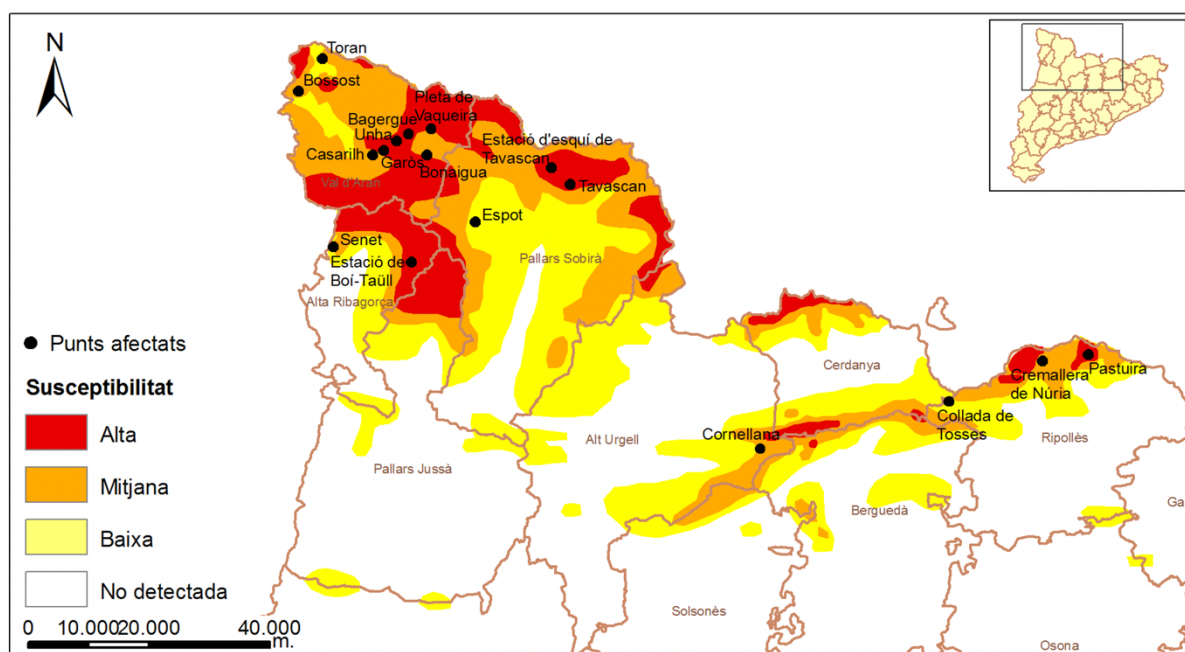


Fig. 7. Mapa de les grans zones de Catalunya susceptibles d'allaus. Font: VILAPLANA i PAYÀS, (2008).

Al Pirineu de Catalunya, segons l'ICGC, hi ha una mitjana de set accidents anuals per allaus. Durant els darrers trenta anys hi ha hagut quaranta-nou víctimes mortals per allaus. En la majoria dels casos, estem parlant d'allaus menors, generalment de dimensions petites o mitjanes i que han afectat practicants dels esports de muntanya hivernal fora de les zones controlades.

Les allaus de grans dimensions i abast, anomenades majors, solen arribar a cotes molt més baixes i tenen incidència en la destrucció del bosc, d'infraestructures, de xarxes vitals i d'algunes zones

**Taula 2.** Intensitat màxima de les allaus al Pirineu de Catalunya per sectors en una escala d'intensitat de l'1 al 5. La determinació de la intensitat s'ha fet tenint en compte la dimensió de les allaus, de la massa forestal destruïda i dels danys en edificacions i infraestructures (valors en vermell). Font: Pla ALLAUCAT (2016).

	1993/1994	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008
Aran-Franja nord de la Pallaresa	4		5					4		4	5	5	4		
Ribagorçana-Vall Fosca			5												5
Pallaresa			5	4						5					
Perafita-Puigpedrós			5												
Vessant nord del Cadí-Moixeró			5								4		5		
Prepirineu			4		3								3		
Ter-Freser			5										3		

urbanitzades. Les allaus majors es poden desprendre localment o d'una manera més generalitzada durant nevades intenses que generen episodis allavosos arreu de la serralada pirinenca (OLLER *et al.*, 2015). Des dels anys noranta hi ha hagut quatre episodis generals i sis de locals amb allaus majors (d'intensitat alta i molt alta) que han ocasionat danys importants (vegeu la Taula 2). La freqüència d'episodis allavosos severos no és gaire elevada i s'estima que la seva recurrència pot ser d'entre deu i seixanta anys. En canvi, sí que anualment, a l'alta muntanya, hi ha una gran quantitat d'allaus petites i mitjanes.

La preparació de la població que viu i freqüenta la muntanya i la bona gestió territorial són imprescindibles perquè el nombre de víctimes i de danys no augmenti. Tinguem en compte que, a dia d'avui, al Pirineu de Catalunya hi ha una quinzena de carreteres exposades i setze urbanitzacions afectades d'una manera total o parcial per allaus.

La mitigació del risc d'allaus se centra fonamentalment en una bona estratègia de predicció, tant de la temporal com de l'espacial. La predicció temporal o en el temps es basa en la previsió nivometeorològica i en l'anàlisi de l'estabilitat del mantell nival (a nivell general de massís o local). Els serveis de predicció d'allaus solen emetre diàriament un butlletí del perill d'allaus (BPA) per a zones, valls o massissos determinats, d'acord amb una escala europea de cinc nivells de perill. A Catalunya el BPA és elaborat per l'ICGC pel conjunt del Pirineu de Catalunya i pel *Centre de Lauegi del Consell d'Aran* per fer la predicció de l'Aran. La *Agencia Estatal de Meteorologia* (AEMET) elabora també un butlletí per a tot els diferents massissos ibèrics. Aquest producte està dirigit als serveis de protecció civil, als centres hivernals i a totes aquelles persones que freqüenten la muntanya a l'hivern (esquiadors, alpinistes, etc.).

La predicció espacial o en l'espai es basa en la cartografia de les zones d'allaus i en la zonificació de la seva perillositat. Aquestes eines s'han de tenir en compte en l'ordenació territorial i en la planificació urbanística municipal. Aquestes accions de tipus no estructural han de ser complementades amb actuacions de defensa estructural. La protecció de les zones exposades a les allaus, igual que per les esllavissades, es basa en la combinació d'accions permanents i/o temporals de defensa activa i passiva (paravents, barreres de retenció, sanejament amb explosius, dics de desviament, dents de frenada, galeries o semitúnels, etc.).

La protecció civil per a fer front al risc d'allaus existeix en les tres administracions, però només Catalunya disposa de Pla Especial d'Emergències per Allaus (ALLAUCAT).

Al Pirineu de Catalunya, els 14 fulls, publicats per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, del mapa de zones d'allaus (MZA) a escala 1:25.000 (Fig. 8), cobreixen tot el territori. Aquestes cartografies estan associades a la Base d'Allaus de Catalunya (BADAC) (OLLER *et al.*, 2006). Les cartografies de d'allaus i la zonificació de la perillositat per allaus no són normatives a Catalunya, encara que

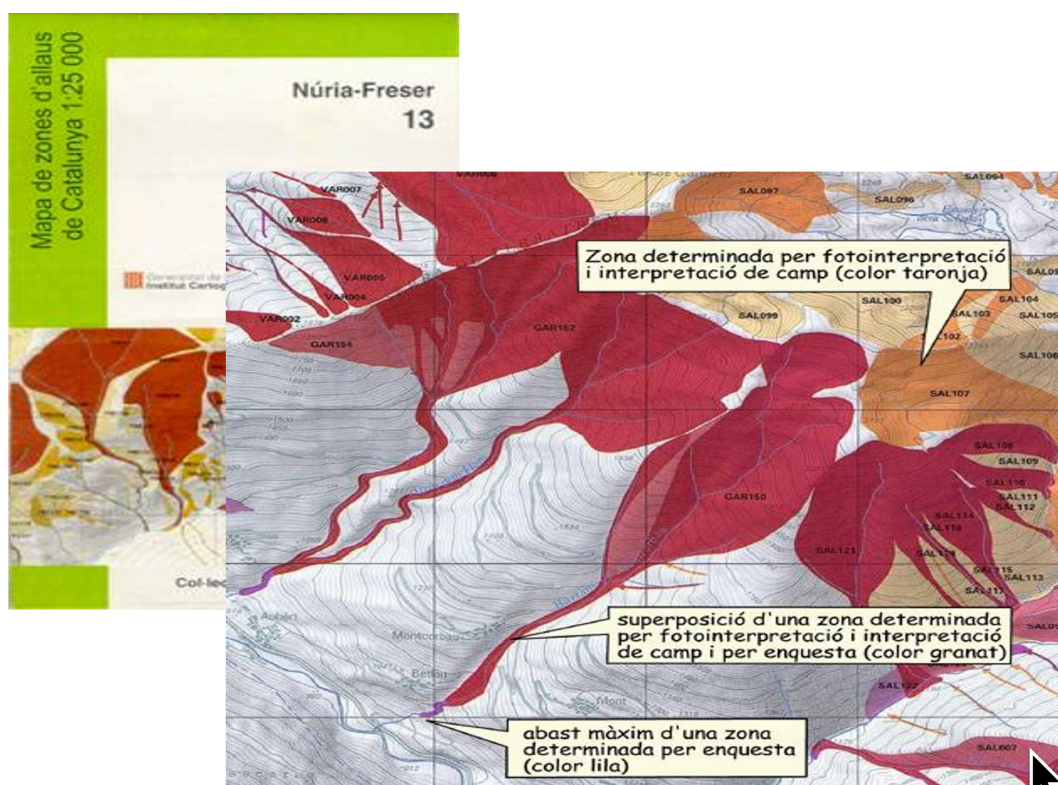


Fig. 8. Detall del Mapa de zones d'allaus de Catalunya. Font: ICGC.

l'Administració les utilitza com a document informatiu. La zonificació de la perillositat encara no inclou totes les zones d'allaus on la vulnerabilitat dels elements exposats ho requeriria.

El risc d'allaus és un d'aquells sobre els quals s'ha fet i es fa més treball de sensibilització. La informació i la formació que reben els professionals de la muntanya, l'esquí i l'alpinisme, així com molts muntanyencs que practiquen esports d'hivern, permeten que, cada cop més, l'autoprotecció i el factor humà facin disminuir el grau d'exposició al risc i la vulnerabilitat de les persones. L'Associació per al Coneixement de la Neu i les Allaus (ACNA), conjuntament amb les federacions i els clubs de muntanya, fa una tasca encomiable.

### *Els esfondraments i la subsidència*

Els esfondraments són moviments verticals del terreny, més o menys ràpids, lligats a l'existència de cavitats subterrànies pròximes a la superfície, normalment formades per dissolució deguda a l'existència de roques hipersolubles (evaporites) en el subsòl (és el cas de la comarca del Pla de l'Estany, amb la formació d'estanyols i de l'estany de Banyoles). També hi pot haver un esfondrament o col·lapse càrstic en roques carbonàtiques (formació de dolines). La subsidència és un procés d'enfonsament lent, gradual, d'un sector de la superfície terrestre, generalment causat per la compactació dels terrenys conformats per sediments recents de zones deltaïques, albuferes i d'aiguamolls (Fig.9). En aquest sentit el delta de l'Ebre és el sector més sensible, amb una taxa de subsidència mesurada molt significativa. L'ICGC, ha partir de tècniques interferomètriques ha estimat una subsidència natural al delta d'entre 1 i 3 mm/any (MORA, 2018).

A Catalunya es detecta, des del 1975, un esdeveniment per esfondrament cada tres anys de mitjana (COPONS, 2008b). Les principals localitats afectades són Besalú, Banyoles, Cardona, Sallent, Súria, Sant Sadurní d'Anoia, la Bisbal del Penedès i Foix (Fig. 11).

L'acceleració dels moviments verticals del terreny pot ser deguda a certes activitats antròpiques (fonamentalment de mineria i d'extracció d'Aigües subterrànies).

L'impacte econòmic i social que pot generar aquest fenomen pot ser molt important. El cas de l'esfondrament del barri de la Estació de Sallent, que va obligar a evacuar i reallotjar veïns i a enderrocar un nombre considerable d'habitatges, n'és un bon exemple. A la ciutat de Súria, els esfondraments sobtats també han limitat l'expansió de la zona urbana, i a Cardona van obligar al desviament del riu Cardener.

La predicció d'aquests fenòmens no és fàcil, ja que és necessari trobar indicadors històrics i geomorfològics per evitar ocupar aquests sectors. Normalment, quan sorgeix el problema s'acostuma a fer un seguiment de l'evolució del moviment, que sol anar acompanyat d'un monitoratge instrumental. Es pot fer la vigilància de subsidències mitjançant observacions geotècniques clàssiques, consistents en la instal·lació de sensors que mesuren les deformacions verticals del terreny, o bé mitjançant anivellació topogràfica d'alta precisió. També s'utilitzen radars des de satèl·lits (tècniques DInSAR), de tal manera que es poden cobrir grans extensions de terreny amb una molt bona resolució.

Dins el marc del Pla de Protecció Civil de Catalunya (PROCICAT), es va desenvolupar un pla d'actuació d'emergències per risc de subsidències al barri de la Estació de Sallent. No hi ha cap altra normativa per gestionar el risc de subsidència i esfondrament.

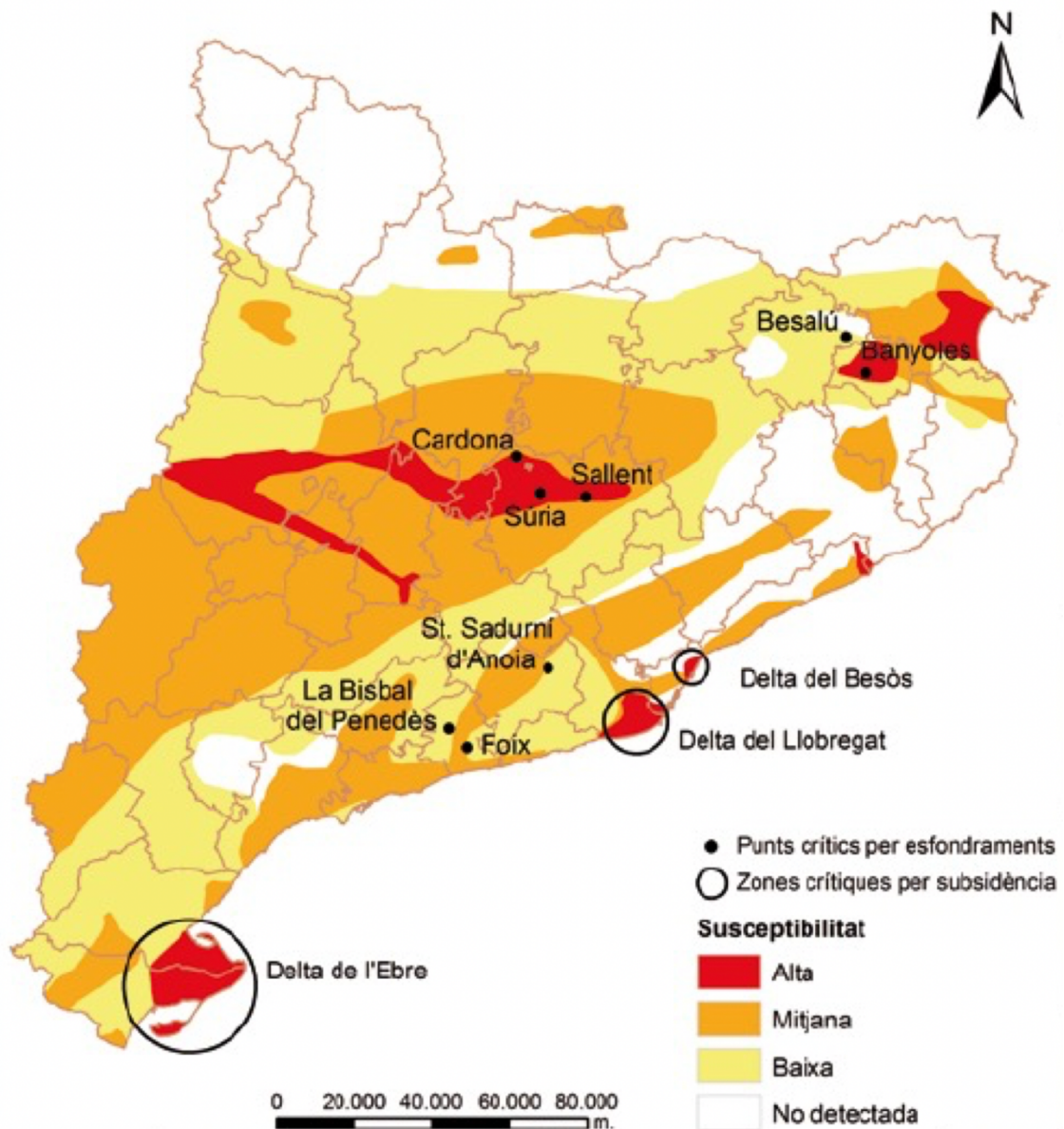


Fig. 9. Mapa de les grans zones de Catalunya susceptibles de subsidència i esfondraments. Font: VILAPLANA i PAYÀS (2008).

### Els terratrèmols

Tenint en compte el coneixement sismològic i sismotectònic, la paleosismologia, la sismicitat històrica i la instrumental, a Catalunya, la sismicitat es considera d'un nivell moderat o baix segons les zones sismogèniques. Els sectors de sismicitat més important corresponen a les zones pirinenques, seguides del sistema costaner. A la Fig. 10, hom pot veure la sismicitat en el conjunt d'Ibèria.

Els Pirineus han experimentat, paleosismològicament (LACAN i ORTUÑO, 2012) i històricament, una important activitat sísmica (OLIVERA *et al.*, 2006). Si tenim en compte la sismicitat històrica, tot i que els registres més antics es remunten al segle VI, les dades més fiables comencen al segle XIV.

Els terratrèmols històrics amb danys més remarcables, amb intensitats epicentrics entre VII i IX, van ocórrer entre 1373 i 1448. El 3 de març de 1373 hi hagué un sisme al límit entre l'Alta Ribagorça i la Val d'Aran que va assolir una intensitat epicentral de VIII-IX i al qual s'atribueix una magnitud de 6,2. La sèrie sísmica de 1427 també va ser molt important. Els terratrèmols més severos de la seqüència van ser els del 19 de març a la zona d'Osor i Amer, d'intensitat VIII i de magnitud assignada 5,9, i els del 15 de maig localitzats entre la Vall d'en Bas i Olot, d'intensitat VIII i de magnitud assignada 5,8.

El 2 de febrer de 1428 hi va haver el terratrèmol més important del registre històric de la regió. Va provocar danys a Catalunya i al sud de França i va causar més de mil morts. La zona més afectada es va situar entre Puigcerdà i Camprodon, però s'atribueix l'àrea epicentral a aquesta darrera localitat. La intensitat epicentral que se li assigna és de IX i la magnitud 6,5. El 25 de maig de 1448 va tenir lloc un altre sisme important a la zona de Granollers amb una intensitat epicentral assignada de VII-VIII i una magnitud de 5,6.

El sisme més recent amb una magnitud significativa va ser la nit del 18 de febrer de 1996 i va afectar especialment el Pirineu oriental i zones adjacents; va tenir l'epicentre a Sant Pau de Fenollet (a la Catalunya Nord) amb una magnitud 5,2.

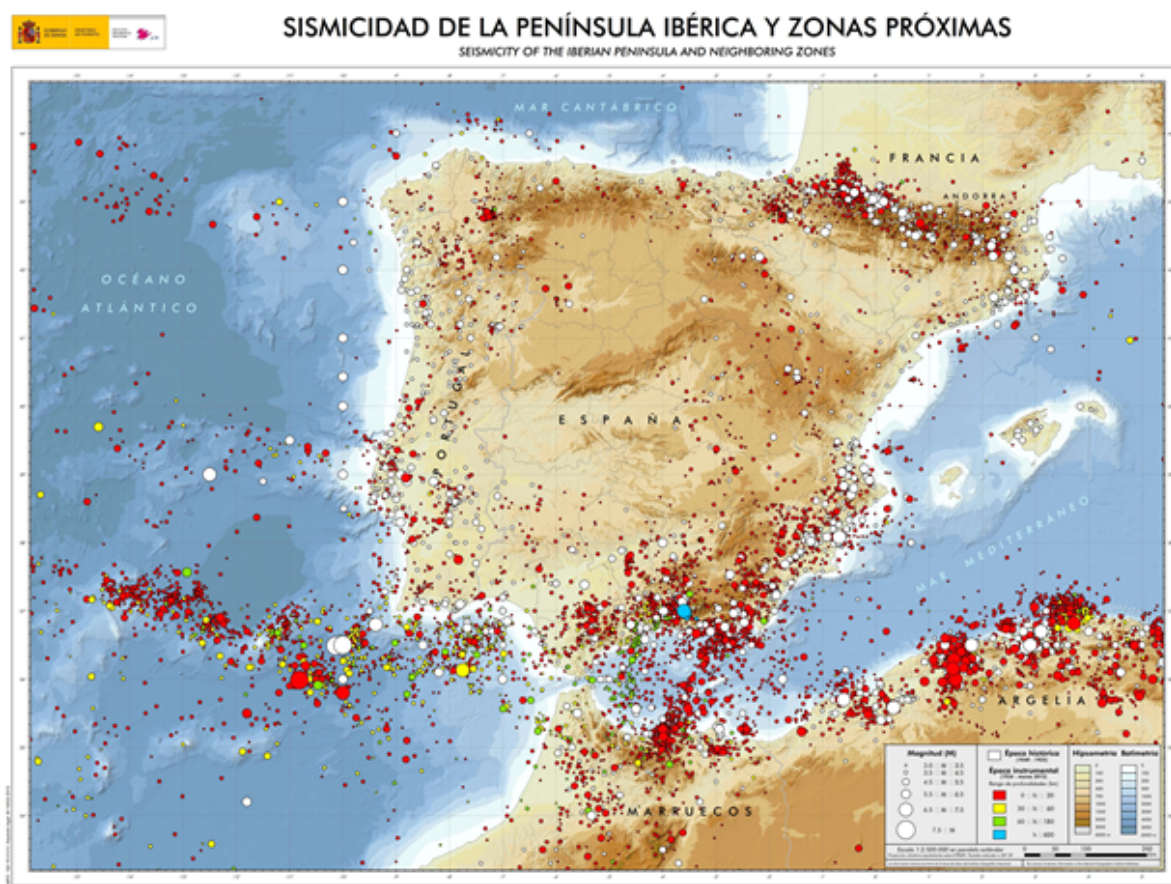


Fig. 10. Sismicitat de la península Ibèrica i de les zones properes. Font: *Instituto Geográfico Nacional (IGN)*, 2015.

Cal considerar també, i potenciar el seu estudi, el possible risc de tsunami a les costes de les Balears i del litoral d'Ibèria (ROIG-MUNAR *et al.*, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b i 2020). Sismes produïts al nord d'Argèlia i en falles actives submarines poden produir tsunamis que afectin les nostres costes, tal com s'ha comentat més amunt en l'apartat d'inundacions.

El risc econòmic dels sismes als nostres territoris no és gens menyspreable (JIMÉNEZ i GARCÍA, 2008). Segons un estudi del Consorci de Compensació de Seguros (FERRER *et al.*, 2004), l'impacte econòmic dels terratrèmols a Catalunya, les Balears i el País Valencià, per al període 2004-2033, és estimat en un total de  $283,5 \times 10^3$  milions d'euros (valor del 2002).

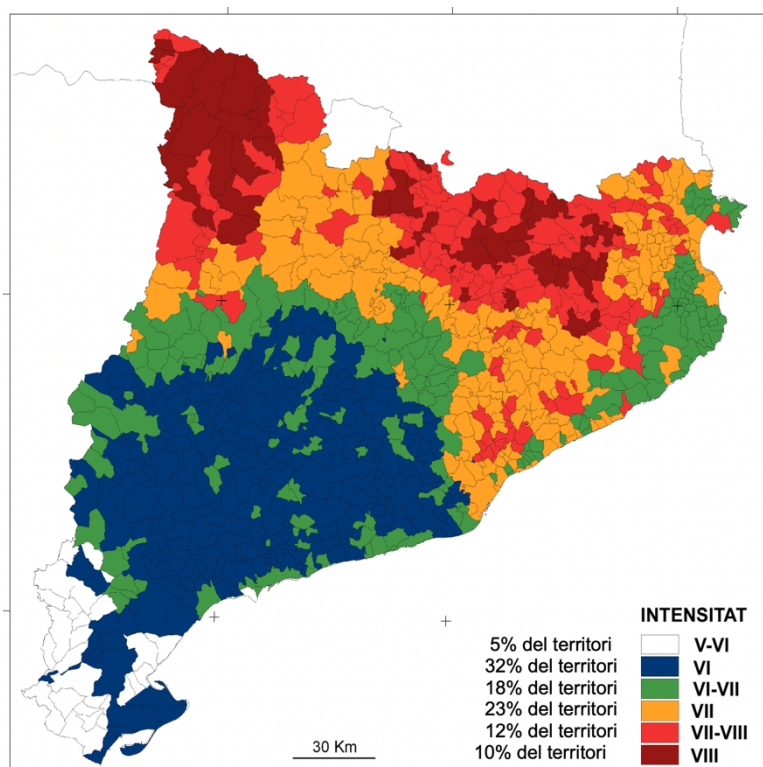
A Catalunya, l'ICGC és l'organisme que té implementada i que gestiona la Xarxa Sísmica de Catalunya amb vint-i-una estacions de banda ampla i xarxa acceleromètrica. Actualment, disposa de vint-i-quatre sensors, dels quals n'hi ha vint-i-tres amb transmissió en continu, en temps real i un amb enregistrament local. El Laboratori d'Estudis Geofísics Eduard Fontseré (LEGEF) de l'Institut d'Estudis Catalans és el responsable del manteniment, de l'anàlisi i de l'arxiu de dades de les estacions sísmiques POBL (monestir de Poblet) i VAN2 (CN Vandellòs 2), dintre del conveni de col·laboració amb les centrals nuclears d'Ascó i de Vandellòs 2, així com de les estacions CADI (túnel del Cadí), FBR (Observatori de Fabra) i FONT (Fabra-Fontmartina), en col·laboració amb l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. L'ICGC disposa també de la Base de dades macrosísmica, que conté informació sobre terratrèmols percebuts per la població, i de la Base de dades de terratrèmols històrics.

L'IGN disposa de la xarxa sísmica a tot el territori de l'Estat espanyol i, a la Catalunya Nord, l'Estat francès té implementada la Xarxa Nacional de Vigilància Sísmica que forma part del Service National d'Observation en Sismologie. RéNaSS, IGN i ICGC es coordinen en la gestió de les dades de detecció de sismes.

L'ICGC coordina, a Catalunya, els processos d'avaluació de la perillositat sísmica i del risc (fig. 11) que cal considerar tant per a la construcció sismoresistent com per a l'elaboració del pla especial d'emergències sísmiques a Catalunya (SISMICAT).

Actualment, però, s'està considerant la millora dels procediments d'avaluació amb la incorporació de dades paleosismològiques i del coneixement dels efectes locals amb el paper de les formacions superficials i els derivats de despreniments, esllavissades i líquüefaccions del terreny.

No existeixen sistemes de predicció de terratrèmols, per la qual cosa la protecció antisísmica va lligada a l'aplicació d'una normativa sismoresistent per a la construcció i a la planificació en protecció civil. Les regles de construcció sísmica s'apliquen a edificis nous, i als edificis antics en condicions especials. També s'apliquen unes normes específiques per a determinades instal·lacions, ponts, preses, instal·lacions classificades i



**Fig. 11.** Mapa d'intensitats sísmiques esperades considerant l'efecte de sòl, per a un període de retorn de 500 anys i a escala municipal a Catalunya. Font: VILAPLANA i PAYÀS (2008) modificat del Pla SISMICAT.

nuclears. En ambdós casos hom es basa en la zonificació de la perillositat sísmica oficial (IGN-UPM, 2013).

A tots els territoris de l'Estat espanyol s'apliquen les normes sismoresistents espanyoles: la NCSE-02 per a l'edificació i la NCSP-07 per a la construcció de ponts. Ambdues estan actualment en procés de revisió en via d'una aplicació futura de l'Eurocode 8. Actualment, en aquests territoris, els edificis i les construccions anteriors a la norma i el patrimoni arquitectònic històric no disposen de cap mena de protecció antisísmica. En relació amb el planejament en protecció civil, Catalunya té implementat el pla SISMICAT per encarar i gestionar les emergències sísmiques.

### **La valoració dels georiscos a Catalunya: l'informe RISKCAT**

El 2008, el Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS) va publicar l'informe RISKCAT fet pel grup de recerca en riscos naturals (RISKNAT) de la Universitat de Barcelona i en què es va fer una anàlisi sobre la capacitat d'afrontar els riscos naturals a Catalunya.

RISKCAT va néixer l'any 2006 com a projecte de l'interès del CADS (Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible) per reflexionar sobre la incidència de determinats riscos naturals a Catalunya, especialment d'aquells que tenen un major impacte en el territori. La principal finalitat residia a convèncer el Govern de Catalunya de millorar la gestió del risc i, per tant, de mitigar-ne l'impacte.

L'informe RISKCAT (VILAPLANA i PAYÀS, 2008) presenta una diagnosi analitzant els fenòmens que generen risc de desastre, tot centrant-se en els georiscos: les allaus de neu, els moviments de vessant (esllavissaments i desprendiments), la subsidència (esfondraments i col·lapses), els fenòmens litorals (erosió i inundació costanera), les inundacions (avingudes fluvials, riuades i torrentades), els terratrèmols i el vulcanisme. Tots aquests fenòmens presenten una ocurrencia sobtada, la majoria són de curta durada i tots tenen una activitat recurrent. Poden provocar danys a persones i béns, de diferent consideració i amb una amplitud geogràfica variable segons el cas. El resum executiu dona una visió de l'impacte de cada fenomen al territori i analitza sintèticament l'estat del coneixement, de les eines utilitzades i de la gestió del risc. Els informes d'expert detallen amb quines eines comptem per a l'anàlisi i la previsió dels fenòmens, i també per a la seva delimitació espaciotemporal. A més, fa una anàlisi detallada de la legislació vigent vinculada als riscos, al territori i al sistema de protecció civil. L'àmbit normatiu és essencial, ja que se'n deriva una gran part de la gestió i limita o fomenta l'eficàcia de tot el procés.

Tots els documents es troben disponibles per a la consulta i descàrrega al lloc web del CADS (<http://cads.gencat.cat/ca/detalls/detallpublicacio/RISKCAT.-Els-riscos-naturals-a-Catalunya.>).

L'informe RISKCAT es va presentar al Govern de Catalunya i a l'opinió pública el 2008. S'hi proposen un seguit d'accions de governança, especialment dirigides als responsables de la gestió dels riscos naturals, que fan possible una gestió eficient dels riscos i una ordenació més sostenible del territori i més segura per a les persones. El treball representa un exercici d'autoanàlisi i reflexió. La intenció era estimular el Govern de cara a una millora de la gestió dels riscos naturals i perquè considerés aquest tema, tan rellevant, dins les seves línies estratègiques d'actuació.

Es fa una relació de les fortaleses i les debilitats en relació amb el coneixement i la seva transferència, amb les eines tecnològiques i el seu ús, amb les normatives existents (RIBOT, 2008) i amb el conjunt del sistema de gestió del risc. L'informe executiu recull vuitanta recomanacions tècniques i trenta-quatre de jurídiques per, finalment, fer una proposta concreta dirigida al Govern de la Generalitat per millorar, vertebrar i coordinar el sistema de gestió de riscos a Catalunya. L'informe proposa crear un Comissionat per a la Reducció dels Riscos Naturals nomenat pel Govern, amb capacitat de decisió i gestió durant un període transitori. Presidiria una comissió interdepartamental constituïda per un alt representant i un tècnic expert de cada departament de la Generalitat implicat en el sistema de riscos. Rendiria comptes al Parlament de Catalunya. Els seus objectius serien prioritzar la política de prevenció



i preparar un full de ruta i un cronograma d'actuacions tenint en compte les recomanacions de l'informe RISKCAT. Aquesta proposta no s'ha dut mai a terme.

### **RISKCAT dotze anys després**

La majoria de les conclusions i propostes de RISKCAT segueixen sent vigents deu anys després. Disposem d'un bon nivell de coneixement científic i tècnic, però no sempre és transferit a les accions de gestió. Falten bases de dades amb documentació de desastres ocorreguts i avaluació de la vulnerabilitat. Hi ha cartografies de perillositat, però encara no cobreixen tot el territori, ni en tots els casos les escales són les apropiades. Existeixen plans de protecció civil ben dissenyats, però per a la seva total efectivitat es necessita la plena implementació dels plans d'emergència en l'àmbit municipal (o plans d'actuació municipal, PAM). Cal millorar la coordinació entre els procediments tècnics, les accions de mitigació i l'ordenació del territori. Per això és imprescindible fer un esforç de coordinació entre les administracions i els organismes competents que de per si són robustos. Les normatives estan fragmentades i disperses en diferents àrees legislatives, situació que pot repercutir en incompliments. S'ha constatat que en una societat industrialitzada, avançada i suposadament forta el ciutadà no té consciència ni dels seu grau d'exposició als riscos, ni de la vulnerabilitat individual i col·lectiva. Per esmenar aquesta deficiència és necessari millorar la informació i educar els infants i joves en relació amb els riscos naturals. La irresponsabilitat en el desenvolupament territorial, especialment en la presa de decisions sobre els usos del sòl i molt especialment del sòl urbanitzable, ha implicat un notable increment de l'exposició al risc de desastre. En conseqüència, els costos per danys han augmentat a causa, sobretot, de l'augment de la vulnerabilitat i de l'exposició. Per exemple, a Catalunya, el 2007 hi havia més de 30.000 ha de sòl urbanitzat en zona inundable, cosa que representa el 15 % del total urbanitzat.

El cas concret de la riuada del Sió el novembre del 2015 n'és un exemple paradigmàtic. A Agramunt es va inundar el centre del nucli urbà per desbordament del riu Sió, desgràcia que va provocar nombrosos danys i la lamentable mort de quatre dones que vivien en una residència de gent gran situada en plena zona inundable. L'Administració disposava de la cartografia detallada de les zones inundables damunt de les quals s'havia planificat el desenvolupament urbanístic de la població sense considerar l'exposició al risc. Lamentablement, aquest és un escenari molt freqüent en poblacions diverses dels nostres territoris.

El temporal Glòria també ha posat en primer pla la necessitat de plantejar quines han de ser les actuacions d'adaptació necessàries en front dels efectes del canvi climàtic. L'augment progressiu i imparable del nivell del mar ha de fer replantejar la ocupació i ús de les zones costaneres.

Algunes coses han canviat; d'altres, no. Serveixi com a mostra la situació següent. Hi ha hagut una millora en la implementació de bases de dades, de guies tècniques reglamentades i de mapes de zonificació de la perillositat per incorporar en l'ordenació territorial, com ara el Mapa de Prevenció de Riscos Geològics (MARTÍNEZ i OLLER, 2009). No s'ha recollit la recomanació d'elaborar un pla especial de protecció de les àrees exposades al risc en les quals la urbanització ja està consolidada. Sí que s'han revisat i actualitzat alguns plans de protecció civil (INUNCAT i SISMICAT el 2014) i se n'ha dissenyat algun de nou (p. ex. ALLAUCAT el 2010 que va ser revisat el 2014). En canvi, segueix pendent la seva total implementació municipal, una implementació que s'articuli a través del PAM (Pla d'Actuació Municipal). A més, no s'ha iniciat cap estratègia per donar prioritat a l'educació i a la informació en matèria de riscos com a pilars bàsics de la prevenció.

### **La prevenció com a pilar de la mitigació**

La prevenció ha de constituir la base d'unes bones pràctiques en la gestió dels riscos. Les polítiques preventives són les que han de sustentar totes les estratègies de mitigació del risc. En aquestes

estratègies s'inclou el coneixement i la predicció dels fenòmens, la planificació (com a element de protecció) del territori i de la població exposats als riscos, l'educació i l'ordenament jurídic. A continuació es resumeixen els missatges que conformen les principals estratègies per a la gestió i reducció dels riscos naturals. En el cas de l'ordenament jurídic, es fa un comentari sintètic de la situació de la legislació als diferents territoris dels Països Catalans.

## **El coneixement**

És indispensable invertir en recerca per millorar el coneixement i entendre millor les causes i el funcionament dels fenòmens naturals que generen perillositat. Desenvolupar i aplicar noves tecnologies en la millora de la predicció és fonamental. Una bona predicció dona resposta al quan, al com i a l'on es produirà un determinat fenomen perillós. És imprescindible millorar la predicció temporal, de cara a dissenyar uns bons sistemes d'alerta per fer més eficaços els plans d'emergència. Però, sobretot, cal abocar molts esforços en la predicció espacial. Cal saber quines són les zones, amb elements vulnerables, exposades a un determinat perill, quin és el grau d'aquest perill i, en funció d'això, quina és la utilització més adequada d'aquells territoris és la base de tota estratègia de mitigació. Un terreny poc o gens exposat implica un baix nivell de risc.

## **L'ordenació del territori**

Regular la zonificació de la perillositat del territori (cartografies de perillositat) ha de ser l'eix central d'una bona governança del risc. L'Administració, com a principal responsable de la gestió del risc, ha de disposar dels coneixements i les eines normatius per aplicar l'anàlisi de risc i la seva zonificació en la prevenció i en el planejament territorial i, molt especialment, en la planificació urbanística. És fonamental que les cartografies de perillositat i risc siguin normatives. Això vol dir que en l'ordenació del territori cal regular els usos del sòl permesos i, en el planejament urbanístic, també les tipologies i els permisos d'edificació en funció de la perillositat a la qual està exposat el terreny.

## **L'educació**

L'educació és indispensable per donar robustesa al sistema de la prevenció. Una estratègia fonamental per aconseguir la reducció del risc passa per aprendre a conviure amb nivells de risc acceptables. En aquest àmbit, l'escola hi pot jugar un paper fonamental considerant els riscos naturals de l'entorn com a centres d'interès en l'educació ambiental de l'alumne.

Cal una pedagogia del risc que incideixi en el camp de la prevenció en tots els àmbits de la societat civil: polític, tècnic, mitjans de comunicació i conjunt de la població. És necessari que tots els actors de la societat civil siguin capaços d'intervenir d'una manera adequada i ben coordinada en els processos de gestió del risc per tal d'aconseguir una mitigació dels riscos realment efectiva.

## **La legislació**

Des d'aquest punt, convé indicar el fet que a Catalunya, ni en cap territori de l'Estat espanyol, no hi ha una norma global que reguli els riscos naturals d'una manera unitària i holística i que inclogui tots els vessants i tots els elements que s'hi relacionen. Els darrers anys, s'han promulgat lleis per reglamentar la protecció civil, l'ús del sòl, l'urbanisme o l'impacte ambiental que tenen en compte els riscos naturals i que en alguns casos han permès desenvolupar reglaments més específics. La legislació

europea ha ajudat d'una manera decisiva a reglamentar un aspecte puntual, però molt important, que és la zonificació de la perillositat i els riscos d'inundació.

La protecció civil és el vessant que presenta una regulació més intensa i acurada en el nostre ordenament jurídic, vinculada directament a les qüestions de seguretat pública i de reaccions davant de situacions d'emergència o de risc col·lectiu. Hom podria dir que hom disposa d'un ordenament jurídic que, en termes generals, conté una regulació adequada dels riscos naturals.

Cal remarcar, però, que una de les conclusions de l'informe RISKCAT (2008) en matèria de legislació diu que les normatives que reglamenten sobre riscos naturals estan fragmentades i disperses en diferents àrees legislatives, i que aquesta realitat pot, ocasionalment, repercutir en incompliments. Això fa palesa una important feblesa del sistema normatiu que ineludiblement caldria esmenar. En aquest sentit, cal aprofitar l'oportunitat de la nova Llei del territori de Catalunya, actualment en via d'elaboració.

En resum, les bones pràctiques en prevenció dels riscos naturals ens ha de permetre fer una societat i uns territoris més resilents i sostenibles.

### **Consideracions a tall de conclusions sobre la gestió dels georiscos a Catalunya**

A continuació s'exposen, d'una manera sintètica, quinze consideracions que resumeixen les principals fortaleses i mancances de la gestió del risc a Catalunya:

- Cal millorar en l'avaluació de la perillositat i en la detecció de nous escenaris de risc.
- Tenim un bon nivell de coneixement científic i tècnic que no sempre és transferit a les accions de gestió.
- Tenim eines i tecnologia innovadora per a la recollida de dades, el seu tractament, la seva anàlisi i la seva difusió.
- Tenim cartografia temàtica i bases de dades de qualitat. Per a determinats fenòmens s'hauria de disposar de més mapes a escala de detall.
- En termes generals, la cartografia de zones inundables és la més completa i homogènia.
- En general, la cartografia d'esllavissaments i despreniments és la més irregular i la que més mancances presenta segons el territori.
- La cartografia d'allaus cobreix tot el Pirineu de Catalunya però no existeix una zonificació reglamentària de la perillositat per allaus.
- Falta un pla especial de protecció, per via d'urgència, de les àrees exposades a determinats riscos (especialment el d'inundació) en què els usos del sòl ja estan consolidats des de fa anys.
- Existeix un bon sistema normatiu, de planificació i operatiu de Protecció Civil per mitigar els efectes de les situacions d'emergència.
- El sistema de Protecció Civil ha de millorar en els àmbits local o municipal.
- Cal aprofundir en la predicció temporal de cara a millorar l'anàlisi de la perillositat i sobretot per poder dissenyar, quan sigui necessari, sistemes d'alerta primerenca.
- Falta definició i coneixement dels factors d'exposició al risc i de la vulnerabilitat del territori i de les persones.
- Sobretot, cal fer un gran esforç de millora en els factors sociològics de l'anàlisi del risc (exposició i vulnerabilitat social).
- Falta incidència en el factor humà (comportament del ciutadà i decisions del governant).
- Falta treballar en el factor educatiu de la societat civil que, evidentment, incideix en el punt anterior (educació => informació + formació).

## Bibliografia

- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (2017). La gestió del risc d'inundacions a Catalunya. Barcelona: Generalitat de Catalunya. 26 p.
- AYALA-CARCEDO, F., *et al.* (1987): *Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España*. IGME, Madrid, 92 p.
- BARRIENDOS, M. i MARTÍN-VIDE, J. (1998): Secular climatic oscillations as indicated by catastrophic floods in the Spanish mediterranean coastal area (14th-19th centuries). *Climatic Change*, 38: 473-491.
- CIIRC (2010): *Estat de la Zona Costanera a Catalunya*. Barcelona. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.
- COPONS, R. (2008a): El risc d'allaus a Catalunya. A: *Informe RISKCAT. CADS*. Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, Barcelona, 34 p. [en línia] <[http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el\\_risc\\_dallaus\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_dallaus_a_catalunya.pdf)>
- COPONS, R. (2008b): El risc d'esfondraments i subsidències a Catalunya. A: *Informe RISKCAT. CADS*. Departament de la Presidència, Generalitat de Catalunya, Barcelona 29 p. [en línia] <[http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el\\_risc\\_desllavissades\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_desllavissades_a_catalunya.pdf)>
- COPONS, R. (2008c): El risc d'esllavissades a Catalunya. A: *Informe RISKCAT. CADS*. Barcelona: Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, 35 p. [en línia]. <[http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el\\_risc\\_desllavissades\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_desllavissades_a_catalunya.pdf)>
- ESCUER, J. (2008): El risc d'inundacions a Catalunya. A: *Informe RISKCAT. CADS*. Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, Barcelona, 32 p. [en línia]. <[http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el\\_risc\\_dinundacions\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_dinundacions_a_catalunya.pdf)>
- FERRER, M., Garcia-López Davalillo, J.C., González de Vallejo, L.I., Rodríguez Franco, J.A., Estévez Martín, H. i Trimboli, M. (2004): *Pérdidas por terremotos e inundaciones en España durante el periodo 1987-2001 y su estimación para los próximos 30 años (2004-2033)*. Consorcio de Compensación de Seguros e Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid, 98 p.
- GUILLÉN, J. (2008): Els riscos litorals a Catalunya. A: *Informe RISKCAT. CADS*. Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, Barcelona, 26 p. [en línia]. <[http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/els\\_riscos\\_litorals\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/els_riscos_litorals_a_catalunya.pdf)>
- IGN-UPM (2013). *Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012*. Centro Nacional de Información Geográfica, Madrid, 267 p.
- JIMÉNEZ, M. J. i GARCÍA, M. (2008): El risc de terratrèmols a Catalunya. A: *Informe RISKCAT. CADS*. Barcelona: Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, 60 p. [en línia]. <[http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el\\_risc\\_de\\_terrarmols\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_de_terrarmols_a_catalunya.pdf)>
- LACAN, P. i ORTUÑO, M. (2012): Active Tectonics of the Pyrenees: A review. *Journal of Iberian Geology*, 38(1): 9-30.
- LLASAT, M. C., BARRIENDOS, M., BARRERA, A. i RIGO, T. (2005): Floods in Catalonia (NE Spain) since the 14th Century. Climatological and meteorological aspects from historical documentary sources and old instrumental records. *Journal of Hydrology*, 313: 32-47.
- LLASAT, M. C., RIGO, T., BARRIENDOS, M. (2003): The "Montserrat 2000" flashflood event: a comparison with the floods that have occurred in the Northeastern Iberian Peninsula since the 14th Century. *International Journal of Climatology*, 23: 453-469.
- MARTÍNEZ, P. i OLLER, P. (2009). «El mapa per a la prevenció dels riscos geològics». *Geològica: Butlletí de l'IGC*, 3: 4-5.
- MORA, O., PÉREZ, F., PIPIA, I., MARCHÁN, F. i marturià, J. (2018): Anàlisi de subsidència en el delta de l'ebre a partir d'imatges sentinel-1A/B: resultats preliminars i lliçons apreses. *Revista Catalana de Geografia* [IV època], XIII: 58
- OLIVERA, C., REDONDO, E., LAMBERT, J., RIERA MELIS, A. i ROCA, A. (2006): *Els terratrèmols dels segles xiv i xv a Catalunya*. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya. 407 p.
- OLLER, P., MUNTÁN, E., GARCÍA-SELLÉS, C., FURDADA, G., BAEZA, C. i ANGULO, C. (2015): Characterizing major avalanche episodes in space and time in the twentieth and early twenty-first centuries in the Catalan Pyrenees. *Cold Regions Science and Technology*, 110: 129-148.

- OLLER, P., MUNTÁN, E., MARTURIÀ, J., GARCÍA, C., GARCÍA, A. i MARTÍNEZ, P. (2006): *The avalanche data in the Catalan Pyrenees: 20 years of avalanche mapping*. Proceedings of the International Snow Science Workshop. Telluride, Colorado. P. 305-313.
- RIBOT, E. De (2008): El marc legal en matèria de riscos naturals a Catalunya. A: *Informe RISKCAT*. CADS. Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 144 p. [en línia]. <[http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/marc\\_legal\\_en\\_materia\\_de\\_riscos\\_naturals\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/marc_legal_en_materia_de_riscos_naturals_a_catalunya.pdf)>
- ROIG-MUNAR, F. X., FORNER, E., MARTÍN-PRIETO, J.A., SEGURA, J., RODRÍGUEZ-PEREA, A. I GELABERT, B., VILAPLANA, J. M. (2018a): Presència de blocs de tsunamis i tempestes a les costes rocoses de la serra d'Irta (el Baix Maestrat, País Valencià). *Nemus*, 8: 7-21.
- ROIG-MUNAR, F. X., VILAPLANA, J.M., RODRÍGUEZ-PEREA, A., MARTÍN-PRIETO, J.A. i GELABERT, B. (2018b): Tsunamis boulders on the rocky shores of Minorca (Balearic Islands). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18: 1985-1998.
- ROIG-MUNAR, F. X., RODRÍGUEZ-PEREA, A., MARTÍN-PRIETO, J. A., GELABERT, B. i VILAPLANA, J.M. (2019a): Tsunami Boulders on the Rocky Coasts of Ibiza and Formentera (Balearic Islands). *J. Mar. Sci. Eng.*, 7(10): 327.
- ROIG-MUNAR, F. X., RODRÍGUEZ-PEREA, A., VILAPLANA, J.M., MARTÍN-PRIETO, J.A. i GELABERT, B. (2019b): Tsunami boulders in Majorca Island (Balearic Islands, Spain). *Geomorphology*, 334: 76-90.
- ROIG-MUNAR, F. X., VILAPLANA, J. M., RODRÍGUEZ-PEREA, A., MARTÍN-PRIETO, J. A., GELABERT, B. i GARCÍA LOZANO, C. (2020): Revisión de los depósitos de tsunamis, bloques y tsunamitas, en las costas del Mediterráneo occidental. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 33, 2: 17-30.
- SAHAL, A., ROGER, J. i ALLEGER, S. (2009): The tsunami triggered by the 21 May 2003 Bourmèdes-Zemmoure (Algeria) earthquake: field investigations on the French Mediterranean coast and tsunami modelling. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9: 1823-1834.
- VILAPLANA, J.M. i PAYÀS, B. (2008): RISKCAT. Els riscos naturals a Catalunya. Informe executiu / Los riesgos naturales en Cataluña / Natural Risks in Catalonia». *Informes del CADS*, 6: 228 p. [en línia]. <[http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/els\\_riscos\\_naturals\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/els_riscos_naturals_a_catalunya.pdf)>
- VILAPLANA, J. M. (2019). Els georiscos. In: PEÑUELAS *et al.* (eds.), *La Natura ús o abús* (2018-2019); IEC, 52 p.

---

Data recepció: 09.06.21

Data revisió: 02.07.21

Revisió acceptada: 09.07.21