

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
NATURA, ÚS O ABÚS? (2018-2019)

Els georiscos

JOAN MANUEL VILAPLANA

© 2019, Institut d'Estudis Catalans
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

© Dels autors dels articles

Article rebut l'octubre de 2018

Text revisat lingüísticament per Roser Carol i Àlvar Valls

ISBN: 978-84-9965-457-7

DOI: 10.2436/15.0110.22.34

Els georiscos

Joan Manuel Vilaplana

Grup RISK NAT. Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà. Facultat de Ciències de la Terra. Universitat de Barcelona.

Article rebut l'octubre de 2018.

Sumari

PREÀMBUL

1. INTRODUCCIÓ
 - 1.1. Conceptes introductoris
 - 1.2. Per què considerar els georiscos: cal una justificació?
2. GEORISCOS ALS PAÏSOS CATALANS: ELS PRINCIPALS FENÒMENS NATURALS I EL RISC DE DESASTRE
 - 2.1. Les inundacions
 - 2.2. Les esllavissades
 - 2.3. Les allaus
 - 2.4. Els esfondraments i la subsidència
 - 2.5. Els terratrèmols
 - 2.6. El vulcanisme
3. L'ANÀLISI I LA DIAGNOSI DELS GEORISCOS A CATALUNYA: L'INFORME RISKCAT DEU ANYS DESPRÉS
 - 3.1. RISKCAT deu anys després
4. LA PREVENCIÓ COM A PILAR DE LA MITIGACIÓ
 - 4.1. El coneixement
 - 4.2. L'ordenació del territori
 - 4.3. L'educació
 - 4.4. La legislació

5. LA GESTIÓ DELS GEORISCOS

5.1. Consideracions a tall de conclusions

5.2. Principals reptes per a la governança dels riscos naturals: deu propostes per a la millora

5.3. Pla Especial de Protecció

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

PREÀMBUL

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 capítol se centra en els fenòmens d'origen natural, més especialment en els fenòmens geodinàmics tant d'origen exogen (inundacions, esfondraments, esllavissades, allaus) com endogen (sobretot terratrèmols i, en menor grau, el vulcanisme) 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, condicionen els éssers vius.

Aquest capítol se centrarà en l'anàlisi i la diagnosi del que hom anomena georiscos, principalment en l'àmbit geogràfic de Catalunya, però també amb referències a altres territoris dels Països Catalans. Finalment, hom farà una sèrie de propostes, de present i de futur, per a la mitigació dels riscos naturals, de cara a una millor governança i convivència amb nivells de risc tolerables.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. *Conceptes introductoris*

Aquest apartat és interessant per definir els conceptes emprats en aquest capítol, que habitualment són usats en l'àmbit dels riscos naturals i que seran útils al lector.

Entenem per risc natural la probabilitat de danys causats per l'ocurrència d'un fenomen natural, entès com a perill natural, en un lloc concret i en un període de temps determinat. El risc natural es defineix també com el producte de la perillositat per la vulnerabilitat dels elements exposats. Així doncs, en l'anàlisi del risc natural, hom considera tres factors:

1. La perillositat, que es defineix com la probabilitat que pugui ocórrer un fenomen natural d'una determinada severitat (potencialment destructiu) en un lloc concret i en un període de temps determinat. La perillositat s'avalua d'acord amb la magnitud i/o la intensitat i la recurrència del fenomen.

2. L'exposició, que indica la ubicació del conjunt d'elements que ocupen i/o utilitzen el territori potencialment afectat o amenaçat per un determinat perill natural (quan parlem d'elements territorials ens referim als ecosistemes, les persones, les edificacions, les xarxes de comunicacions, les infraestructures diverses i, en general, els diferents usos del sòl).

3. La vulnerabilitat és un factor propi dels elements exposats al perill que en defineix la fragilitat o la resistència enfront de l'amenaça. Moltes vegades s'expressa com el percentatge del valor econòmic i/o social dels elements exposats que es pot perdre per un determinat fenomen natural (també es coneix com a grau de pèrdues potencials, expressat entre 0 i 1).

Per minimitzar l'impacte dels riscos naturals és necessari fer una bona gestió. Entenem com a gestió del risc natural el conjunt d'accions, de procediments i de mètodes operatius per dur a terme amb eficiència actuacions planificades de mitigació, essent aquesta qualsevol acció o estratègia de reducció o minimització del risc. Això es pot aconseguir actuant sobre els factors del risc —perillositat, vulnerabilitat i exposició— d'una manera individualitzada o integrada. El conjunt de tècniques i d'accions, que s'implementen prèviament al moment de l'ocurrència d'un fenomen perillós, són estratègies preventives. La prevenció és imprescindible per eliminar, reduir o evitar els perills naturals sobre les persones, els béns i el medi natural. Les millors polítiques preventives passen per esdevenir resilents. La resiliència en riscos naturals és la capacitat de recuperació o de regeneració dels elements vulnerables (ambientals, físics, i/o socials) per tornar a ser com eren abans de patir l'impacte d'un determinat perill natural. Avui en dia aquest és un concepte que integra moltes potencialitats i que és utilitzat en molts àmbits de la nostra societat per indicar la capacitat de resposta davant de qualsevol amenaça (societat resilient, ciutats resilents, etc.). Una comunitat amb un alt nivell de resiliència, davant de l'impacte d'un perill natural, és d'esperar que pateixi menys danys i que recuperi la normalitat amb el mínim de temps possible.

1.2. *Per què considerar els georiscos: cal una justificació?*

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 molts 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. 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 Consorcio 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. 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.

2. GEORISCOS ALS PAÏSOS CATALANS: ELS PRINCIPALS FENÒMENS NATURALS I EL RISC DE DESASTRE

2.1. *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, Túria, Xúquer, ...) 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. En relació amb aquest darrer fenomen, cal recordar la «pantanada de Tous», que és el nom amb què es coneix la gran inundació ocorreguda el 20 d'octubre de 1982 a conseqüència del trencament de la presa de Tous a causa de les pluges torrencials que arribaren als 700 mm/dia en algunes zones de la Vall d'Aiora i la Canal de Navarrés i que originaren una riuada de 16.000 m³/s que arrasà la Ribera del Xúquer.

Arreu dels Països Catalans, històricament, la població de molts indrets ha hagut de conviure amb episodis severos d'inundacions, alguns dels quals han estat molt catastròfics (Barriendos i 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 sa Riera a Palma, el 1403 (amb 5.000 morts); 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), i la riuada de Sant Carles al Xúquer el 1864. Més recentment, als segles XX i XXI, hom troba més registres d'aiguats catastròfics. Alguns dels més impressionants s'indiquen a la taula 1.

TAULA 1. Selecció d'episodis d'aiguats amb inundacions severes als segles XX i XXI als Països Catalans.

| | |
|------|---|
| 1907 | Pirineus: Nogueres, Segre, Ebre, Cardener, Fluvia |
| 1937 | Pirineus: Nogueres, Valires, Segre, Ebre |
| 1940 | Pirineus: Ter, Tec, Tet |
| 1957 | València: Túria |
| 1959 | Baix Llobregat, Penedès, Empordà |
| 1962 | Vallès: Besòs, riera de Rubí |
| 1971 | Baix Llobregat |

| | |
|------|--|
| 1982 | Pirineus: Nogueres, Valires, Segre, Llobregat, Ter |
| 1982 | Conca del Xúquer |
| 1989 | Llevant i migjorn de Mallorca |
| 1994 | Conca del Francolí i rieres del Camp de Tarragona |
| 2000 | Baix Llobregat, Anoia |
| 2004 | Salou, Cambrils; riera d'Alforja, riera de Maspujols |
| 2005 | La Bisbal d'Empordà, riera de Calonge, Llobregat d'Empordà, pantà de Portbou |
| 2013 | Alt Pirineu: Garona; Noguera Pallaresa |
| 2015 | Conca del riu Sió |
| 2016 | Maresme, especialment les rieres de Cabrils i Vilassar |
| 2018 | Artà, Sant Llorenç des Cardassar i Manacor, rieres del llevant de Mallorca |
| 2019 | Conques del Xúquer i del Segura |

Font: Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i premsa.

La gran majoria dels municipis dels Països Catalans estan exposats al risc d'inundació en major o menor grau, si més no en algun tram de la seva xarxa hidrogràfica. 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'Ilustre Colegio de Geólogos de España, partint d'un estudi de l'IGME (Ayala-Carcedo *et 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 zones inundables i, de vegades, del risc associat per tal de conèixer la problemàtica territorial que aquest risc comporta. En el cas del País Valencià, l'any 2003 es va aprovar el Patricova, revisat i actualitzat el 2015, un pla d'acció territorial de caràcter sectorial sobre prevenció i gestió del risc d'inundació a la comunitat valenciana (fig. 1).

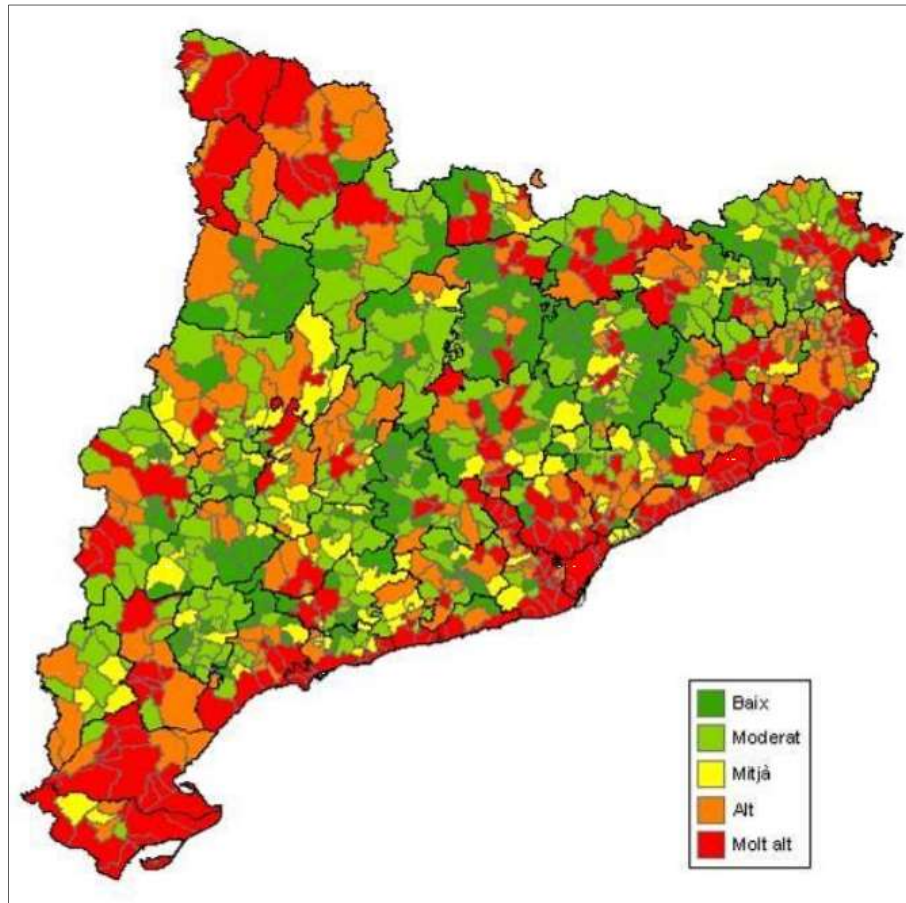


FIGURA 2. Mapa de risc d'inundacions a Catalunya per municipis.

Font: Pla INUNCAT, 2016.

Nombre de municipis amb risc molt alt: 204

Nombre de municipis amb risc alt: 180

Nombre de municipis amb risc mitjà: 108

Nombre de municipis amb risc moderat: 258

Nombre de municipis amb risc baix: 196

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 Confederació Hidrogràfica de l'Ebre (CHE) i la Confederació Hidrogràfica del Xúquer (CHX). L'ACA, en el cas 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 Hidrográfica 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. Dins del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables y de Presas del Ministerio para la Transición Ecológica, hom hi pot trobar els mapes corresponents a la Garona, a les conques del Segre, de les Nogueres i de l'Ebre a Catalunya (<http://iber.chebro.es/geoportal/index.htm>), així com corresponents a les conques del Xúquer (<https://www.chj.es/es-es/medioambiente/GestionRiesgosInundacion/Paginas/Mapasdepeligrosidadyderiesgodeinundacion.aspx>) i del Segura

(<http://www.chsegura.es/chs/cuenca/gestioninundacion/fase02.html#2ciclo>) al País Valencià.

Dins del portal de l'Agència Catalana de l'Aigua, hom pot consultar els estudis d'espais fluvials (http://aca-web.gencat.cat/aca/documentos/ca/publicacions/espais_fluvials/publicacions/estudis_pef/estudis_pef.htm) i la planificació d'aquests espais (PEF), en què es troben les cartografies d'inundabilitat amb la corresponent zonificació (<http://aca-web.gencat.cat/recursos/sig/public/VisorPEF.html>).

Les inundacions al litoral degudes als temporals marítims, 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. 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. 3 i 4).

Dins del Sistema Nacional de Cartografia de Zonas Inundables de Origen Marino del Ministerio para la Transición Ecológica també s'hi poden trobar les cartografies de zones inundables corresponents al litoral, tant de Catalunya com del País Valencià com de les Balears (<https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/costas-medio-marino/zi-origen-marino.aspx>).

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.

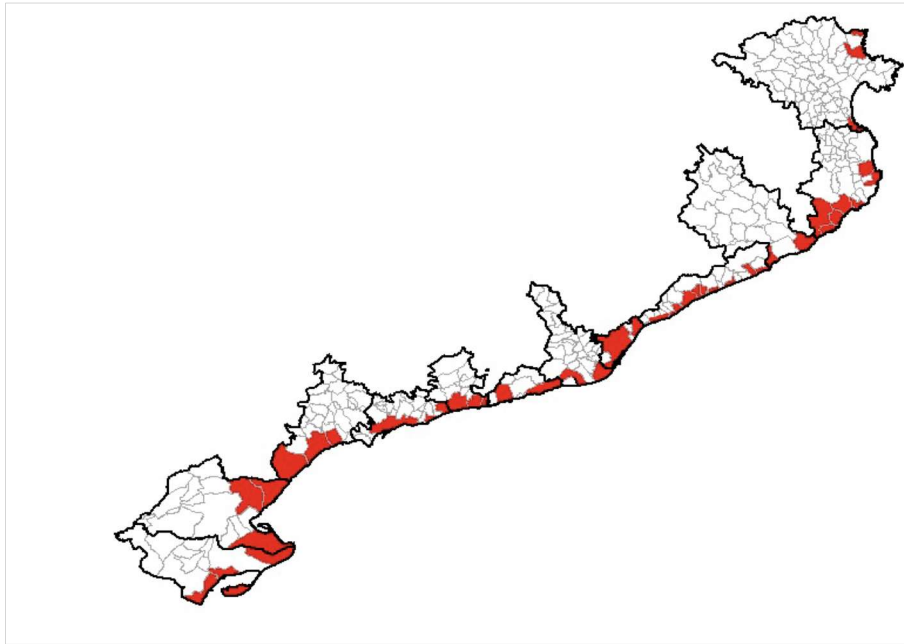


FIGURA 3. Municipis costaners que presenten problemes de pèrdua de superfície de platja útil.
Font: Informe CIIRC, 2010.

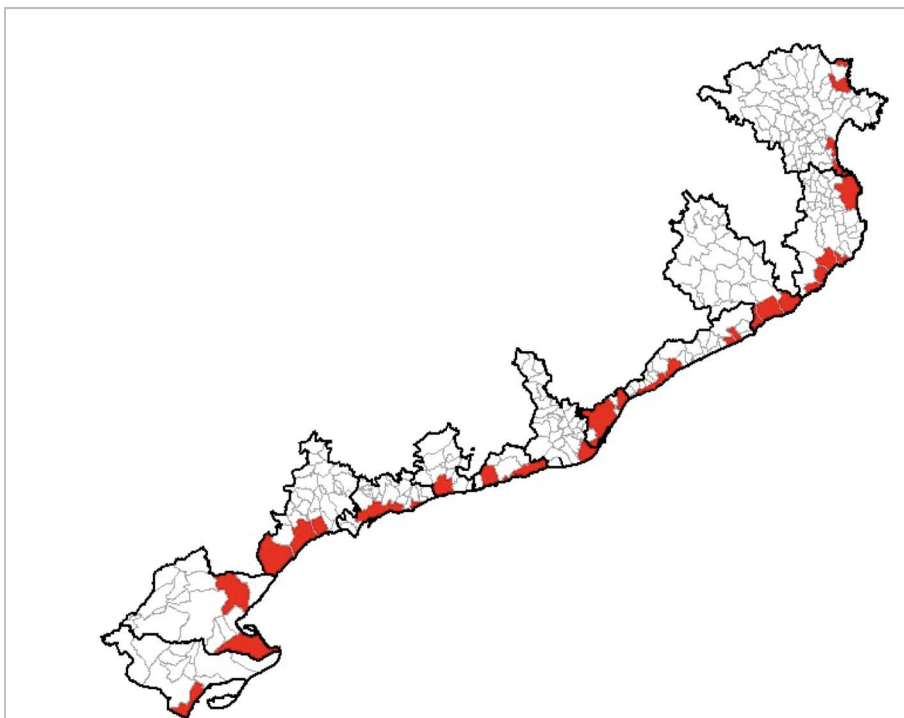


FIGURA 4. Municipis costaners de Catalunya que pateixen problemes de desperfectes en les infraestructures de la platja per l'acció de l'onatge.
Font: Informe CIIRC, 2010.

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.*, 2018*b*, 2019*a* i 2019*b*) i a la costa de Castelló (Roig Munar *et al.*, 2018*a*) 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. El darrer tsunami que les va afectar ho va fer el 21 de maig del 2003 i els seus efectes van provocar danys a Portocristo, Cala Rajada, Portocolom, Portopetro, ses Salines a Palma i el port de Maó (fig. 5). Aquests tsunamis tenen el seu origen en sismes generats al nord d'Argèlia i que propaguen onades destructives per la Mediterrània. 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.

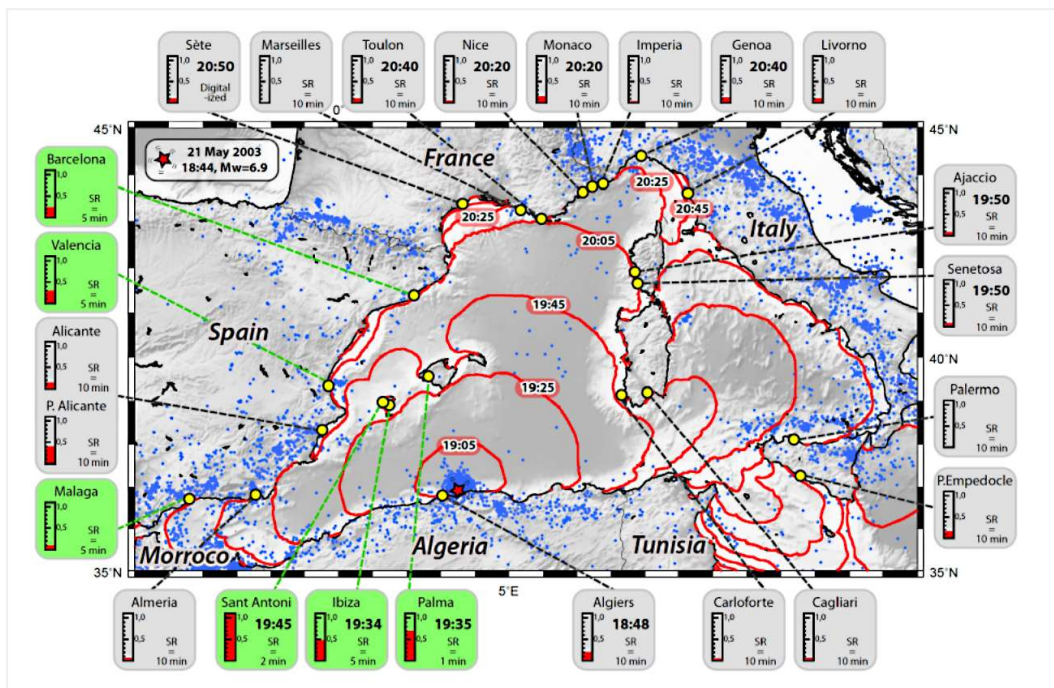


FIGURA 5. Modelització del temps estimat de viatge i els registres dels mareògrafs del tsunami del 21 de maig de 2003.

Font: *Sahal et al.*, 2009.

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 (<http://www.ign.es/web/ca/sis-area-sismicidad>). El seu objectiu principal és emetre alertes a la Direcció General de

Protección Civil y Emergencias. Aquest sistema es troba en procés d'implementació seguint la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Maremotos del 2015. 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, excepte a Andorra, tant a la Catalunya Nord com al Principat de Catalunya, al País Valencià i a les Balears 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 cap país disposa encara d'un planejament o 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 (2008), el 15 % del sòl urbanitzat és en zones inundables. Només a la Catalunya Nord, l'Estat francès, a través dels seus «Plans de Préventions aux risques naturels et technologiques» possibilita decisions de protecció sobre aquests espais i, a més, l'Administració francesa disposa d'un sistema d'informació públic en temps real sobre les crescudes (VIGICRUE) en què qualsevol ciutadà pot consultar l'estat de les alertes hidrològiques de qualsevol conca des del seu telèfon mòbil.

L'eina que s'ha implementat i que més s'utilitza per protegir-se de les inundacions és el planejament en la protecció civil. Als diferents territoris dels Països Catalans, els corresponents organismes de protecció civil han dissenyat i implementat plans especials d'emergència per a les inundacions. A Andorra, el Pla Nacional d'Emergència per Inundacions i Crescudes Torrencials del Principat d'Andorra; a Catalunya, l'INUNCAT; a les Balears, el Pla Especial per al Risc d'Inundacions, i el Pla Especial enfront el Risc d'Inundacions al País Valencià. Els plans de protecció civil són fonamentalment reactius, és a dir, s'activen quan la 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 (<https://pcivil.icgc.cat>), 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.

2.2. Les esllavissades

Una esllavissada és un moviment del terreny en què un volum de roques o de terres que s'instabilitza, 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 despreniments 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 desforesta es poden alterar les condicions naturals d'estabilitat dels vessants.

Als nostres territoris, 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 principals relleus (als Pirineus, a les serralades costaneres catalanes (fig. 6.), al Maestrat, a l'Alt Millars, a l'Alcoià i a la Serra de Tramuntana) són els més propensos a formar esllavissades. Les més freqüents són les caigudes de pedres que involucren diferents volums (per exemple, Solana d'Andorra, Castell de Mur, gorges de Núria, Castellfollit de la Roca, Montserrat, Cortes de Pallars, Son Cocó).

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. el Forn de Canillo, Bressui, Mencui, Puigcercós, el Pont de Bar, la Coma, l'Avellanosa, Fornalutx, Bàltx...).

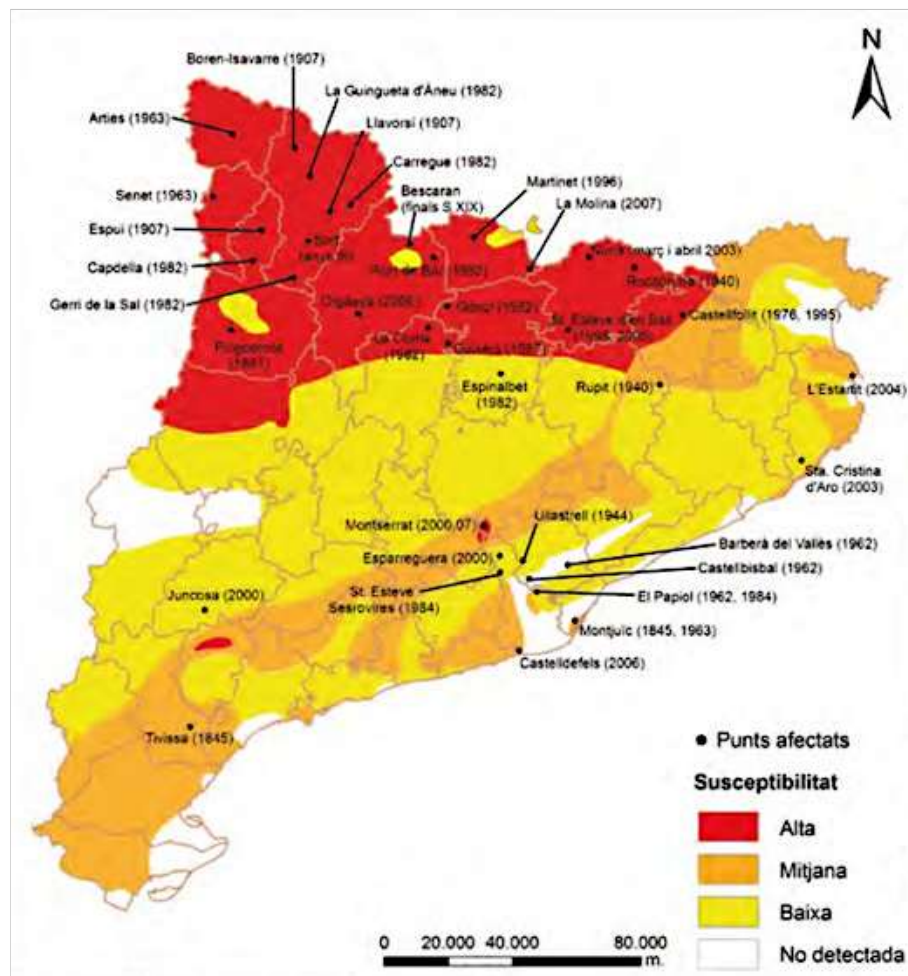


FIGURA 6. Mapa de les grans zones de Catalunya susceptibles d'esllavissades.

Font: Informe RISKCAT (Vilaplana i Payàs, 2008).

L'impacte de les esllavissades arreu del territori provoca danys importants (Copons, 2008c) que no estan quantificats per les administracions ni pel Consorci de Compensación 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. Cantarino *et al.* (2014) van fer un estudi des de la UPV que avalua el risc econòmic per municipis de les esllavissades al País Valencià, en què apunten que els municipis en què l'impacte econòmic és més gran se situen a l'entorn de les comarques alacantines més urbanitzades i muntanyoses, com ara la Marina Alta, la Marina Baixa i l'Alcoià.

A tots els territoris hi ha una 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 (p. ex. danys a edificacions en diversos esdeveniments al port de Maó, dues persones mortes a la cala del Senyor Ramon a Santa Cristina d'Aro l'agost del 2003, un mort i un ferit greu a cala Vinyes, el juliol del 2019, al municipi mallorquí de Calvià...).

Aquest increment de l'exposició al risc d'esllavissada és especialment alarmant 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).

El risc d'esllavissades no es gestiona d'igual manera a tots els territoris dels Països Catalans. A la Catalunya Nord aquest risc es té en compte dins dels Plans de Prévention aux Risques Naturels (PPRN), per la qual cosa existeixen documents cartogràfics dels fenòmens, de la zonificació de la perillositat i dels elements exposats. Aquests documents són normatius i s'han d'utilitzar en les decisions territorials i en el planejament urbanístic.

A Andorra, la zonificació del terreny segons la seva problemàtica geològica i geotècnica va ser elaborada entre els anys 1999 i 2001 amb cartografies de perillositat a escala 1:5.000. El 2005, el Govern del Principat aprovà els estudis i la zonificació del territori relativa a riscos naturals geològics i geotècnics i reglamentà pel que fa a l'autorització de llicències d'edificació segons la perillositat geològica. Aquesta zonificació reglamentària va ser revisada i actualitzada el 2016 (<https://www.ideandorra.ad/geoportal/index.jsp?lang=ca>).

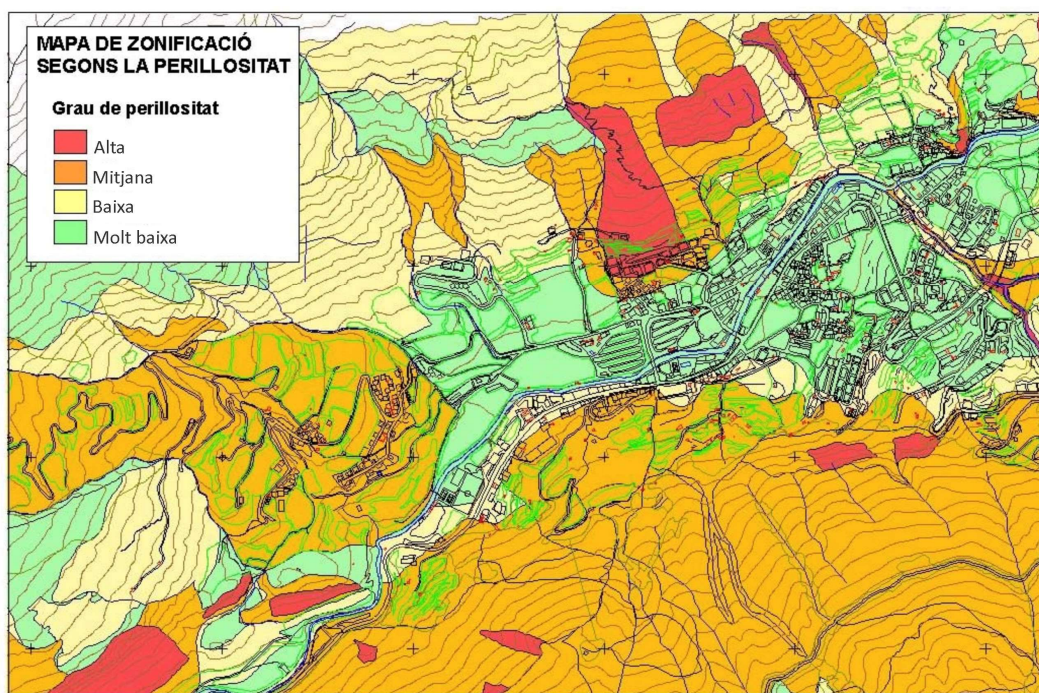


FIGURA 7. Exemple de mapa de zonificació segons el grau de perillositat a la rodalia d'Encamp (Andorra).

Font: Govern d'Andorra.

A Catalunya, l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) fa les cartografies de perillositat d'esllavissades dins dels Mapes de Prevenció als Riscos Geològics de Catalunya a escala 1:25.000 (fig. 8). Aquesta sèrie cartogràfica consta de 304 fulls, dels quals, el 2018, n'hi havia 47 d'acabats i 22 en fase d'elaboració (<http://www.icgc.cat/ca/Administracio-i-empresa/Eines/Visualitzadors-Geoindex/Geoindex-Riscos-geologics>). Aquests mapes tenen una clara aplicació a l'ordenament territorial, però no són normatius. 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).

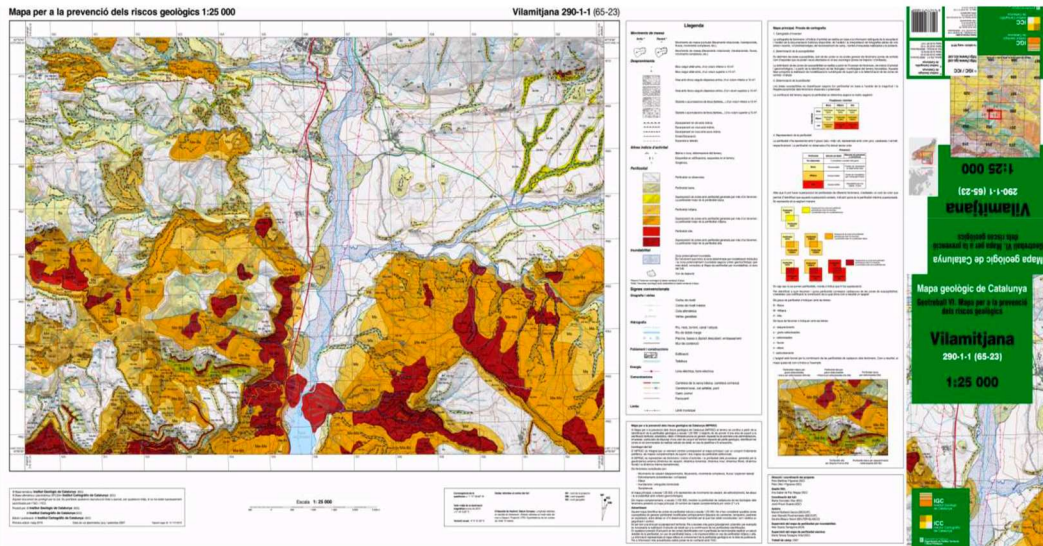


FIGURA 8. Exemple de Mapa de Prevenció als Riscos Geològics de Catalunya. Full de Vilamitjana.
 Font: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

A més, Catalunya 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 (<http://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Serveis/Riscos-geologics/Base-de-dades-d-esllavissades-LLISCAT/Base-de-dades-d-esllavissades-LLISCAT-Acces>).

El País Valencià i les illes Balears no disposen d'una cartografia oficial de perillositat per esllavissades.

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 els plans especials per fer front a les inundacions.

2.3. *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. 9). 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) (<http://www.icgc.cat/ca/Administracio-i-empresa/Eines/Bases-de-dades-i-catalegs/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.

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 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).

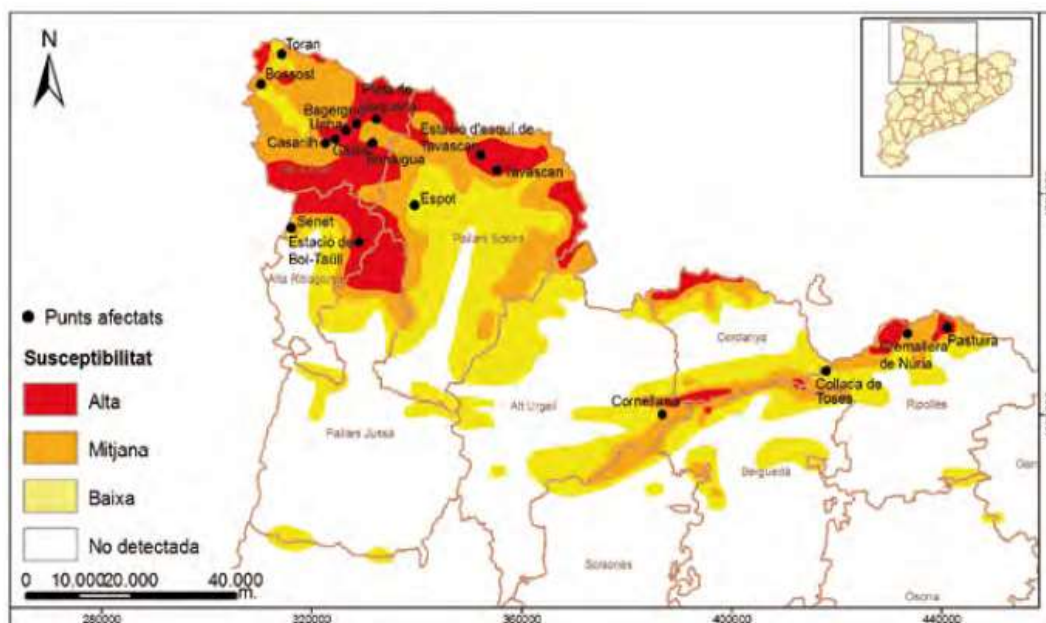


FIGURA 9. Mapa de les grans zones de Catalunya susceptibles d'allaus.

Font: Informe RISKCAT (Vilaplana i Payàs, 2008).

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).

| | 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 | | |

Font: Pla ALLAUCAT, 2016.

Al Principat d'Andorra, des del 1975 fins al 2018, hi ha hagut divuit víctimes mortals per allaus en diversos accidents de muntanya. L'episodi allavós de majors dimensions i impacte en els darrers trenta anys va ser el del 8 de febrer de 1996. Va afectar tot el vessant sud del Pirineu català i especialment tot el Principat d'Andorra, on

l'allau de les Fonts, a Arinsal, va provocar danys de consideració en dos hotels i sis edificis d'apartaments. Una evacuació a temps de la població va evitar víctimes, però tres-cents vint-i-dues persones van perdre els seus béns.

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. En el cas d'Andorra, ateses les característiques muntanyoses de tot el país i l'ocupació del territori a les parts altes de les valls, el grau d'exposició al risc d'allaus és molt important.

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. 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.). El BPA és elaborat per l'ICGC (<http://www.icgc.cat/ca/Ciutada/Explora-Catalunya/Allaus/Butlleti-de-Perill-d-Allaus-BPA>) i pel Centre de Lauegi del Consell d'Aran (<https://lauegi.conselharan.org/butlleti-de-previsio-dallaus/?lang=ca>) per fer la predicció al Pirineu de Catalunya i de l'Aran. A Andorra el BPA és elaborat localment des del Servei Meteorològic d'Andorra (<http://meteo.ad/estatneu>) però també per Meteo France (<http://www.meteofrance.com/previsions-meteo-montagne/bulletin-avalanches/andorre/OPP71>) que emet el butlletí pel Pirineu oriental francès.

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).

A Catalunya, a Andorra i al Pirineu de la Catalunya Nord, els mapes de zones d'allaus (MZA i CLPA) cobreixen tot el territori. Les cartografies de localització probable d'allaus (CLPA) (fig. 10) i la zonificació de la perillositat per allaus són normatives a Andorra i a l'Estat francès; per tant, s'han de tenir obligatòriament en compte en el planejament urbanístic. Aquestes cartografies no són normatives a Catalunya, encara que l'Administració les utilitza com a document informatiu; tampoc la zonificació de la perillositat recobreix totes les zones d'allaus on la vulnerabilitat dels elements exposats ho requeriria.

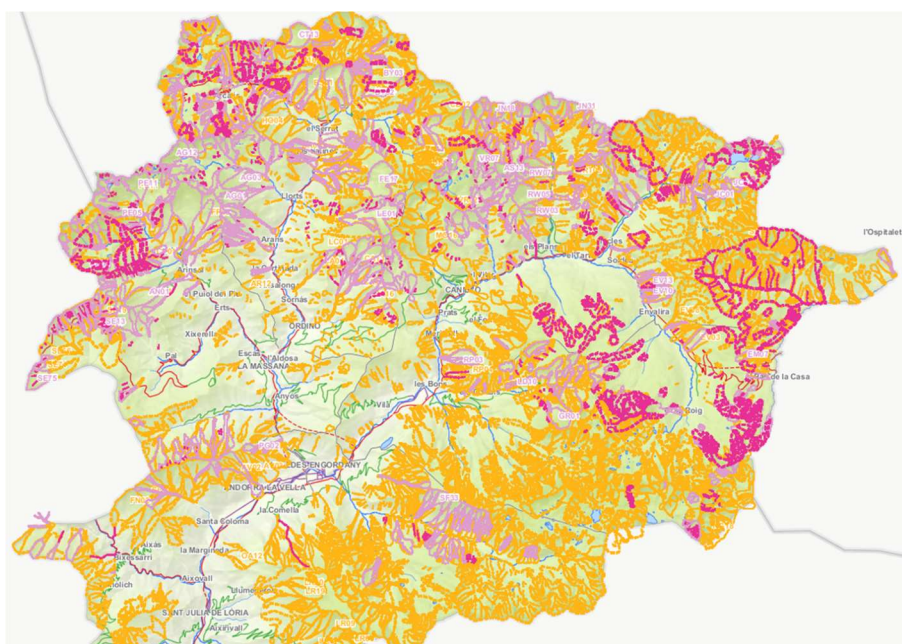


FIGURA 10. Mapa de zones d'allaus d'Andorra.

Font: IDE Andorra. Visor de mapes, Govern d'Andorra.

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. A França, des de fa més temps, aquesta tasca la fa l'ANENA (Association Nationale pour l'Étude de la Neige et les Avalanches).

2.4. 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 subsol (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 conformatos per sediments recents (zones deltaïques, albuferes i d'aiguamolls).

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). Al País Valencià, a determinats sectors amb guixos en el subsol, també hi ha esfondraments. El 1965 hi va haver els afonaments de la font de la Mina a la vall de Cofrents; el 1970, a la Vallada (Costera), i el 1981, a Bugarra (Serrans).

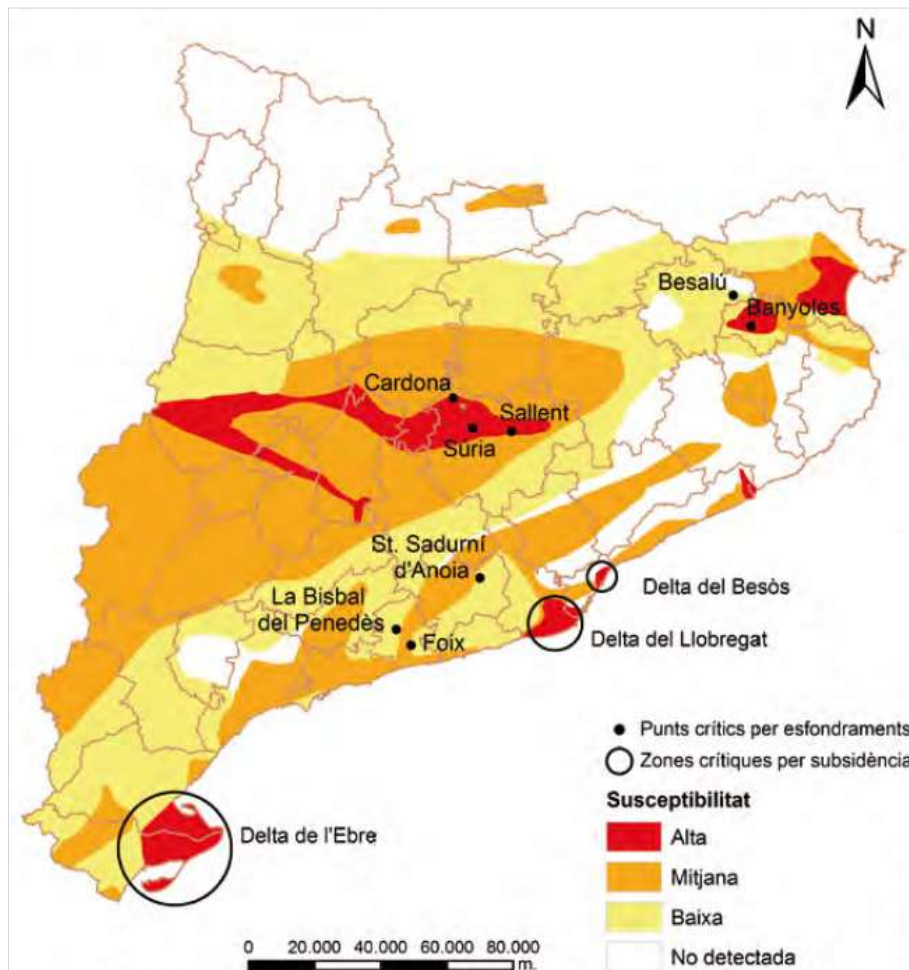


FIGURA 11. Mapa de les grans zones de Catalunya susceptibles de subsidència i esfondraments.
 Font: Informe RISKCAT (Vilaplana i Payàs, 2008).

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 l'Estació de Sallent, que va obligar a evacuar 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, es va desenvolupar un pla d'actuació d'emergències per risc de subsidències al barri de l'Estació de Sallent. No hi ha cap altra normativa als Països Catalans per gestionar el risc de subsidència i esfondrament.

2.5. *Els terratrèmols*

Tenint en compte el coneixement sismològic i sismotectònic, la paleosismologia, la sismicitat històrica i la instrumental, hom considera que, als Països Catalans, la sismicitat es considera d'un nivell moderat baix segons les zones sismogèniques. Els sectors de sismicitat més important corresponen a les zones pirinenques (nord de Catalunya, Andorra i Catalunya Nord) i a les bètiques. A la figura 12, 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). Tant Catalunya i Andorra com la Catalunya Nord presenten una sismicitat moderada. 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 epicentrals 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 a 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.

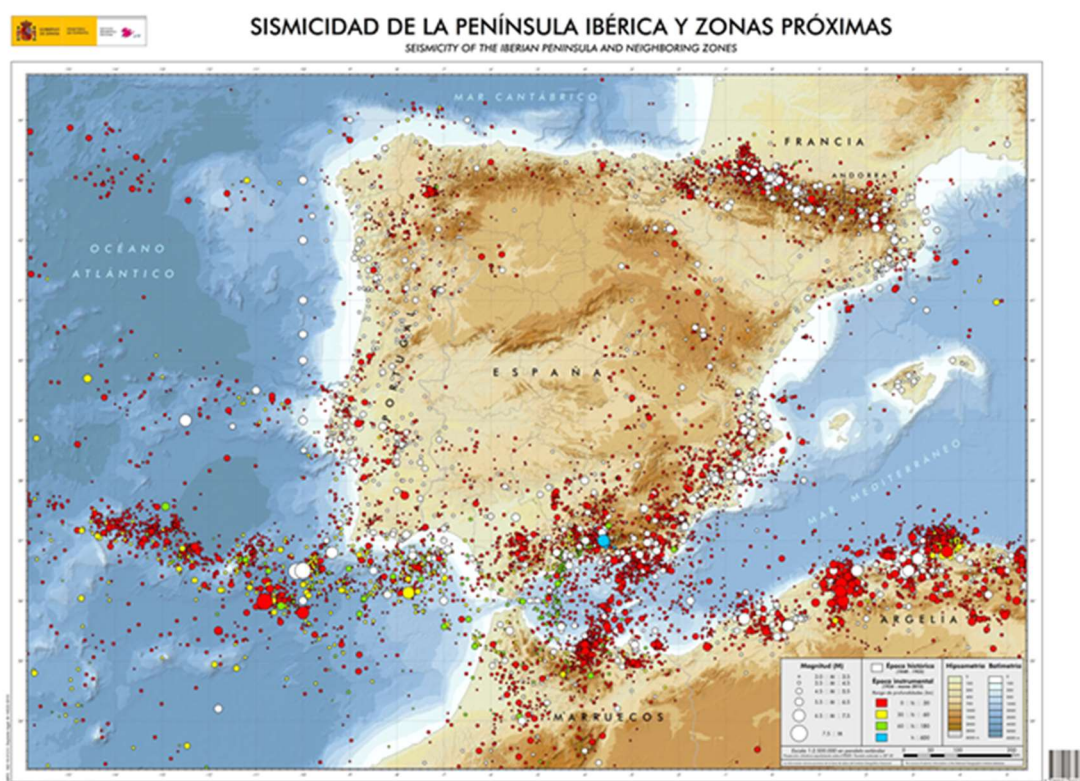


FIGURA 12. Sismicitat de la península Ibèrica i de les zones properes.

Font: Instituto Geográfico Nacional (IGN), 2015.

A Andorra la sismicitat recent més important que s'ha enregistrat correspon a la crisi sísmica del 1970, que va durar del 13 al 18 de març. Les intensitats màximes, va ser de V-VI en el sisme principal que esdevingué el 14 de març (González, 2014).

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.

En relació amb la sismicitat als sectors del golf de València (Perea *et al.*, 2012) i de les bètiques (Martínez-Díaz *et al.*, 2012), és molt remarcable per la presència d'importants falles actives, generadores de sismes. Històricament, en aquesta part de territori hi ha sismes reportats des del segle III, però les dades són molt poc precises. A partir del segle XI, des del sisme d'Oriola el 1048, hi ha molts terratrèmols reportats als quals s'han pogut assignar intensitats entre VII i X (taula 3). El sisme històric més impactant, però, va ser el de Torrevella el 21 de març de 1829 i que va provocar molts

danys (389 morts, 377 ferits i 5.361 habitatges afectats, gairebé 3.000 destruïts totalment).

Les darreres sacsejades en període instrumental conformen agrupacions i lineaments de sismes els més grans dels quals tenen magnituds entre 4,5 i 5,2 i una gran part dels quals se situen al sud de la província d'Alacant.

TAULA 3. Terratrèmols històrics al País Valencià, segons l'Instituto Geográfico Nacional.

| <i>Localitat</i> | <i>Data</i> | <i>Intensitat</i> | <i>Longitud</i> | <i>Latitud</i> | <i>Font</i> |
|----------------------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------|
| Tavernes | 18/12/1396 | IX | 0° 15.0W | 39° 10.0 | IGN |
| Oriola | 10/10/1482 | VIII | 0° 55.0W | 38° 5.0 | Bisbal |
| Oriola | 1484 | VIII | 0° 55.0W | 38° 5.0 | Bisbal |
| Vera | 09/11/1518 | VIII | 1° 52.0W | 37° 13.0 | IGN |
| Xàtiva | 11/1519 | VIII | 0° 28.0W | 38° 59.0 | IGN |
| Guardamar del Segura | 1523 | VIII | 0° 38.0W | 38° 59.0 | IGN |
| Cocentaina | 29/08/1547 | VIII | 0° 48.0W | 38° 48.0 | Bisbal |
| Llorca | 30/01/1579 | VIII | 1° 42.0W | 37° 42.0 | IGN |
| Oliva | 26/12/1598 | VIII | 0° 7.0W | 38° 55.0 | Bisbal |
| Alcoi | 02/12/1620 | VIII | 0° 27.0W | 38° 42.0 | IGN |
| Alcoi | 26/06/1644 | VIII | 0° 24.0W | 38° 42.0 | Bisbal |
| Ademús | 07/06/1656 | VIII | 1° 14.0W | 40° 5.0 | IGN |
| Oriola | 15/01/1673 | VIII | 0° 54.0W | 38° 6.0 | Bisbal |
| Llorca | 28/08/1674 | VIII | 1° 42.0W | 37° 42.0 | IGN |
| Llorca | 29/08/1674 | VIII | 1° 42.0W | 37° 42.0 | IGN |
| Énguera | 23/03/1748 | IX | 0° 39.0W | 39° 0.0 | IGN |
| Énguera | 02/04/1748 | VIII | 0° 39.0W | 38° 0.0 | IGN |
| Torrevel·la | 21/03/1829 | X | 0° 42.0W | 38° 0.0 | IGN |
| Cotilles | 21/03/1911 | VIII | 1° 13.0W | 38° 1.0 | IGN |
| Lorqui | 03/04/1911 | VIII | 1° 12.0W | 38° 6.0 | IGN |

Font: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La sismicitat de les illes Balears s'ha de considerar baixa moderada. Així i tot, i atès que, en certs casos, sismes de magnitud elevada, però relativament llunyans, poden provocar-hi danys, s'han de tenir en compte aquestes àrees adjacents (bètiques i nord d'Algèria).

La informació disponible sobre sismes històrics en aquesta zona es limita al període comprès entre el segle XVII i l'actualitat (taula 4). No es coneix cap sisme anterior a 1654. Aquest catàleg de sismes històrics posa de manifest que hi ha hagut pocs sismes que hi han provocat danys. La màxima activitat sísmica històrica va ser la del segle XIX, en què es concentren tots els sismes que hi han causat danys. A la taula 4 els podem veure per ordre cronològic (intensitat MSK superior a V).

TAULA 4. *Terratrèmols històrics a les Balears.*

| |
|--|
| Sineu i centre de Mallorca, 14 d'octubre de 1827, intensitat VI-VII. |
| Palma i voltants, 16 de juny de 1835, intensitat V-VI. |
| Palma-Marratxí, 15 de maig de 1851, intensitat VIII. |
| Palma-Marratxí, 7 de juny de 1851, intensitat V-VI. |
| Ciutadella, 20 de juliol de 1912, intensitat VI. |

Font: Pla Especial per fer Front al Risc Sísmic, Govern de les Illes Balears, 2005.

Cal considerar també, i potenciar el seu estudi, el possible risc de tsunami a les costes dels Països Catalans (Roig-Munar et al., 2018a, 2018b, 2019a i 2019b). Sismes produïts al nord d'Algèria i en falles actives submarines poden produir tsunamis que afectin les nostres costes, tal com s'ha comentat en l'apartat 2.1.

El risc econòmic dels sismes als nostres territoris no és gens menyspreable (Jiménez i García, 2008). Segons un estudi del Consorcio de Compensación 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).

Als Països Catalans, la sismicitat és gestionada per diversos organismes segons els territoris. 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 (<http://www.icgc.cat/Ciutada/Explora-Catalunya/Terratremols/Sobre-la-xarxa-sismica-i-accelerometrica>). 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 Fontserè (LEGEF) de l'IEC 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 (<https://www.ign.es/web/ign/portal/sis-area-sismicidad>) i, a la Catalunya Nord, l'Estat francès té implementada la Xarxa Nacional de Vigilància Sísmica (RéNaSS: <https://renass.unistra.fr/informations/reseau-national-de-surveillance-sismique>) 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. 13) que cal considerar tant per a la construcció sismoresistent com per a l'elaboració del pla especial d'emergències sísmiques a Catalunya (SISMICAT - <http://www.icgc.cat/Ciutada/Explora-Catalunya/Terratremols/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.

A les Balears i al País Valencià, l'avaluació de la perillositat sísmica és en mans de l'IGN (figures 14 i 15).

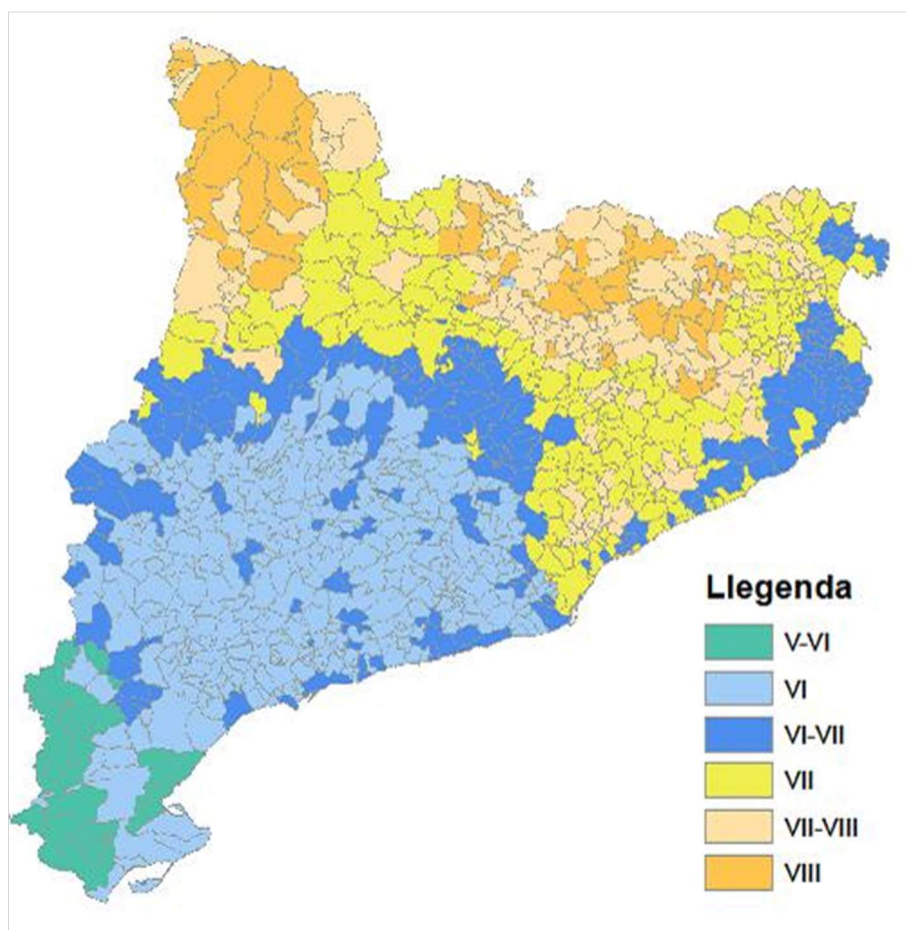


FIGURA 13. Mapa d'intensitats sísmiques esperades considerant l'efecte de sòl, per a un període de retorn de 500 anys i a escala municipal a Catalunya.

Font: Pla SISMICAT, 2014.

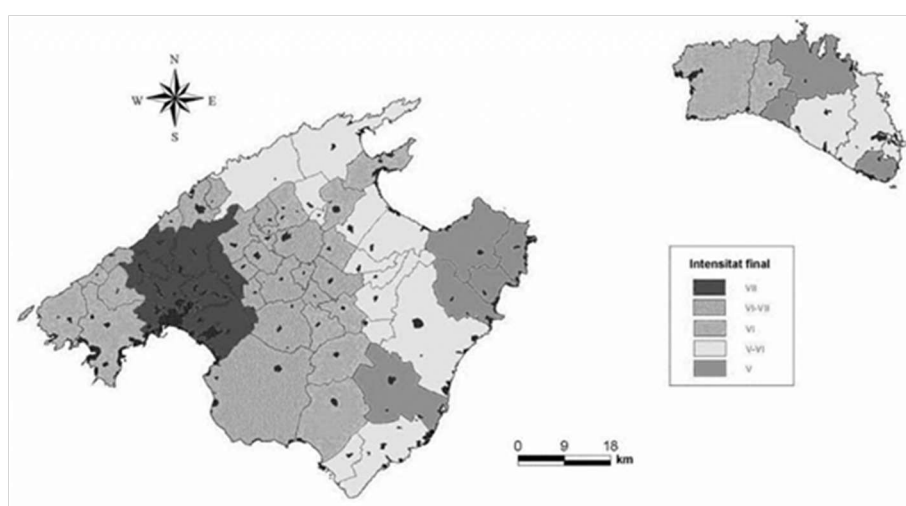


FIGURA 14. Mapa de la intensitat sísmica amb l'efecte de sòl a Mallorca i Menorca.

Font: Pla Especial per fer Front al Risc Sísmic, Govern de les Illes Balears, 2005.

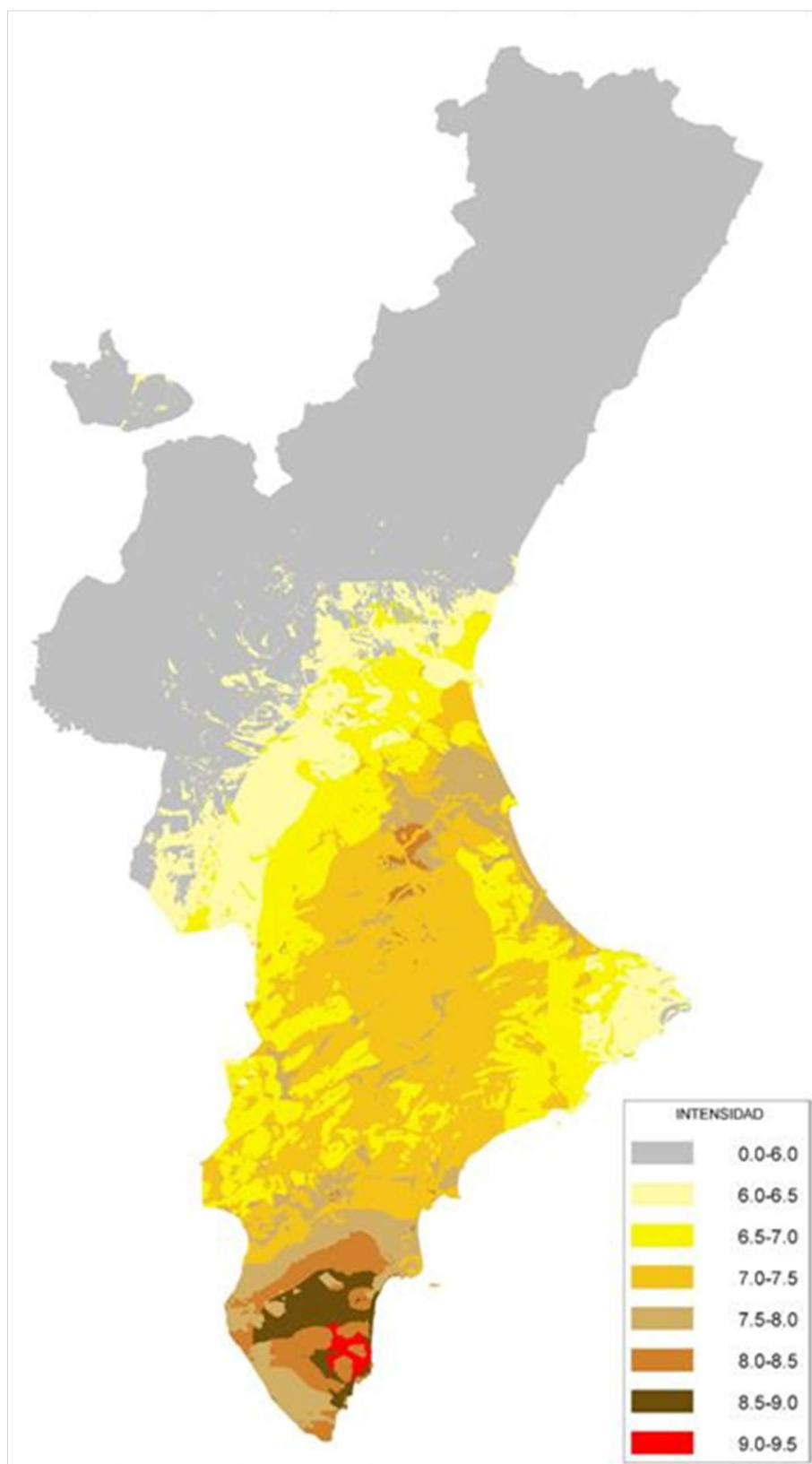


FIGURA 15. Mapa d'intensitats sísmiques esperades considerant l'efecte de sòl, per un període de retorn de 500 anys al País Valencià.

Font: Universitat d'Alacant, 2010.

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. A la Catalunya Nord, l'Estat francès aplica la norma sismoresistent europea Eurocode 8. 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 nuclears. En ambdós casos hom es basa en la zonificació de la perillositat sísmica oficial (fig. 16).

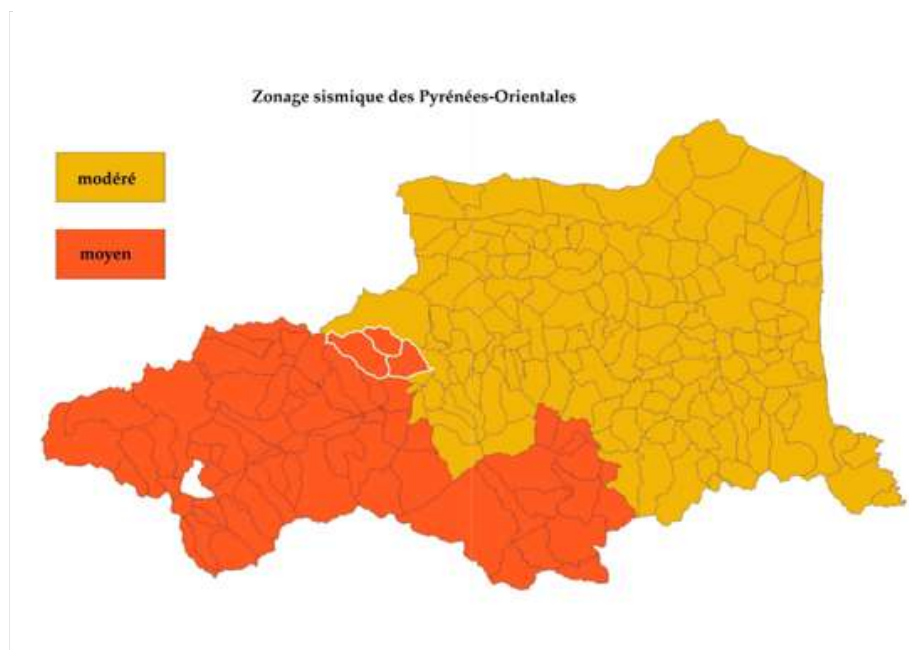


FIGURA 16. Zonificació de la perillositat sísmica indicant els municipis a la Catalunya Nord.

Font: *Zonage du risque sismiques des Pyrénées Orientales*, Govern francès, 2018.

Als 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.

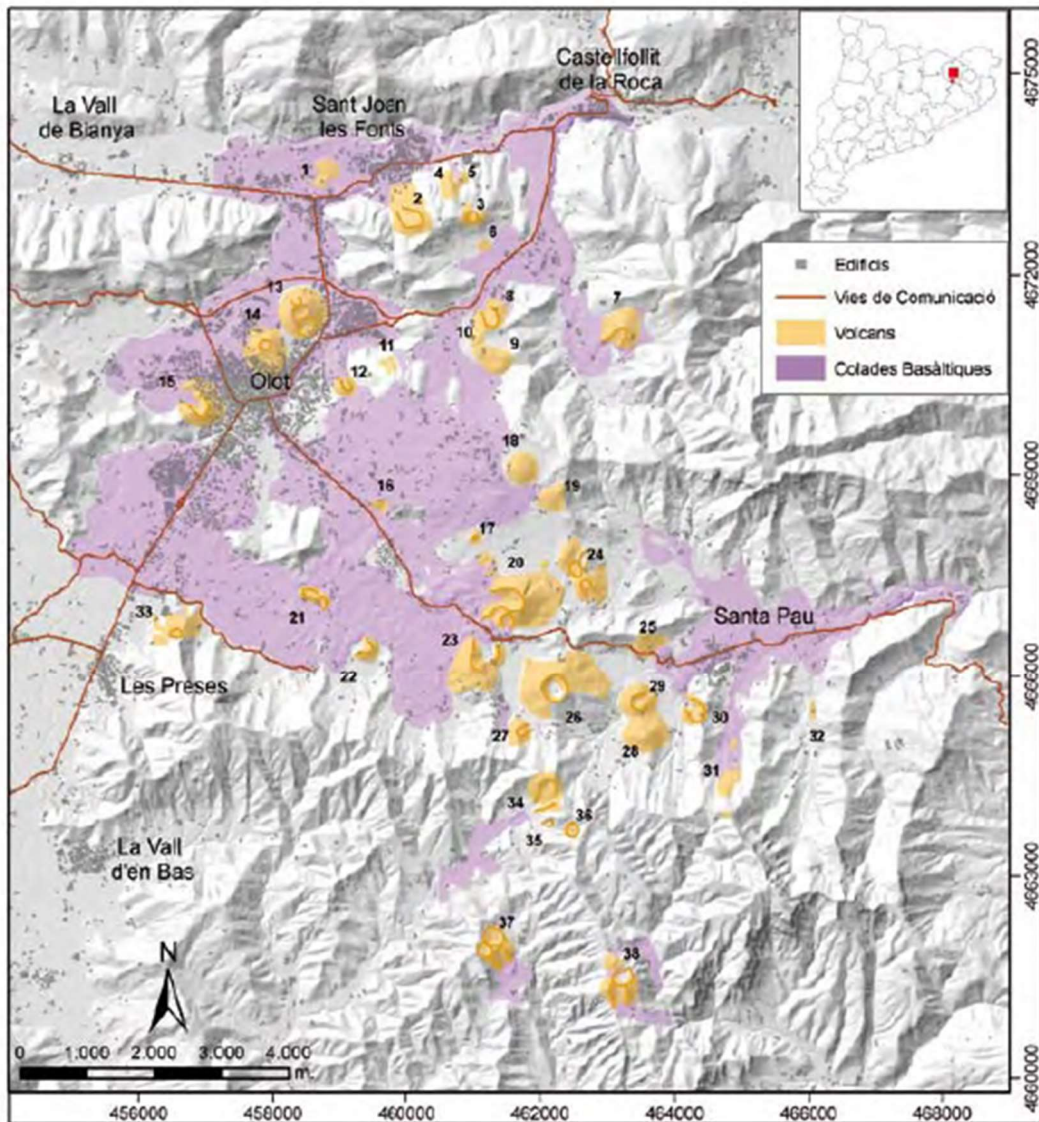
En relació amb el planejament en protecció civil, Catalunya té implementat el pla SISMICAT per encarar-se a les emergències sísmiques; les illes Balears (CAIB) i el País Valencià (CV) també disposen de plans de protecció civil per fer-hi front. El Principat d'Andorra no disposa fins ara d'un pla de protecció civil per a les emergències

sísmiques però la Direcció de Protecció Civil i Gestió d'Emergències fa difusió de consells sobre mesures preventives i d'autoprotecció en cas de sisme.

2.6. *El vulcanisme*

L'únic sector dels Països Catalans on hi ha antecedents de les erupcions volcàniques més recents i on hom pot parlar de vulcanisme actiu és la comarca de la Garrotxa, al nord-est de Catalunya (fig. 17). Les erupcions volcàniques més recents van tenir lloc fa 9.000 anys, però fins abans de fa 5.000 anys s'han detectat indicis d'activitat relacionada amb el vulcanisme (Martí, 1992, i Martí *et al.*, 2001). Si hom segueix les recomanacions de l'Associació Internacional de Vulcanologia, es considera zona volcànica activa aquella que ha mostrat activitat durant els darrers 10.000 anys. Com que no tenim registre històric de cap erupció, les estimacions quantitatives del seu impacte només poden ser potencials i s'han de fer en base a les dades geològiques existents i amb l'aplicació de models predictius (Martí, 2008). Hi ha estudis puntuals en determinats volcans, però no es disposa d'una avaluació de la perillositat volcànica de tota la regió, que seria d'un gran interès donada la densitat de població existent a la zona i la proximitat de l'aeroport de Girona.

Tal com afirma l'informe RISKCAT (Vilaplana i Payàs, 2008), si es tenen en compte les dades geològiques, una erupció com les que es van donar a la zona de la Garrotxa ens defineix dos escenaris de danys: un a l'entorn immediat del volcà per colades de lava i pluja de cendres, i un altre, en una segona fase, amb un doble impacte, local i altament destructiu com a conseqüència de les onades piroclàstiques, i regional a nivell atmosfèric per la dispersió de les cendres de la columna eruptiva amb probables repercussions a l'espai aeri i, per conseqüència, en la seguretat de l'aviació civil.



- | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1- Volcà de la Canya | 11- Volcà del Bac de les Tries | 21- Volcà de Cabrioler | 31- Volcà del Pla sa Ribera |
| 2- Volcà d'Aiguanegra | 12- Volcà de les Bisarroques | 22- Volcà del Puig Jordà | 32- Volcà de Sant Jordi |
| 3- Volcà de Repàs | 13- Volcà de la Garrinada | 23- Volcà del Puig de la Costa | 33- Volcà del Racó |
| 4- Volcà de Repassot | 14- Volcà del Montsecoça | 24- Volcà del Puig de Martinyà | 34- Volcà de Fonpobra |
| 5- Volcà del Cairat | 15- Volcà del Montolivet | 25- Volcà del Puig de Mar | 35- Volcà de la Tuta de Colfort |
| 6- Volcà de Claperols | 16- Volcà de Can Barraca | 26- Volcà de Santa Margarida | 36- Volcà de Can Tià |
| 7- Volcà del Puig de l'Os | 17- Volcà del Puig Astrol | 27- Volcà de Comadega | 37- Volcà del Traiter |
| 8- Volcà del Puig de l'Estany | 18- Volcà del Pujalós | 28- Volcà del Puig Subirà | 38- Volcà de les Mades |
| 9- Volcà del Puig de Beïarre | 19- Volcà del Puig de la Garse | 29- Volcà de Rocanegra | |
| 10- Volcà de Gengi | 20- Volcà del Crosset | 30- Volcà de Simon | |

FIGURA 17. Mapa de localització dels volcans i les colades de lava a la zona volcànica de la Garrotxa. Font: ICGC, reproduït per Vilaplana i Payàs, 2008.

3. L'ANÀLISI I DIAGNOSI DELS GEORISCOS A CATALUNYA: L'INFORME RISKCAT DEU ANYS DESPRÉS

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.

3.1. *RISKCAT deu 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 del 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.

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 qual 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.

4. 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.

En aquest apartat es resumeixen els elements 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.

4.1. *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 hi haurà 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 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.

4.2. *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.

4.3. 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.

4.4. La legislació

Des d'aquest punt, convé indicar el fet que als Països Catalans 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, en els diferents territoris dels Països Catalans, 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 jurídica 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 en els diferents territoris dels Països Catalans 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 resilients i sostenibles.

5. LA GESTIÓ DELS GEORISCOS

5.1. *Consideracions a tall de conclusions*

A continuació s'exposen, d'una manera sintètica, un conjunt de consideracions que resumeixen les principals forteses i mancances de la gestió del risc als Països Catalans.

— Anem bé, però 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. Aquests mapes, però, no tracten tots els fenòmens que generen perillositat segons el territori dels Països Catalans que es consideri. 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 (excepte a Andorra, que es troba pendent d'implementació).

— En general, la cartografia d'esllavissaments i desprendiments és la més irregular i la que més mancances presenta segons el territori. A Andorra existeix una cartografia oficial i una zonificació reglamentària. A la Catalunya Nord, també. Catalunya disposa d'una bona cartografia oficial de perillositat, però no és reglamentària ni cobreix tot el país i ha de millorar la base de dades relacionada. A les illes Balears i al País Valencià no existeixen cartografies oficials ni reglamentàries en relació amb els moviments de vessant.

— La cartografia d'allaus cobreix tant el Pirineu de Catalunya i d'Andorra com el de la Catalunya Nord. En territori francès i a Andorra existeix una zonificació reglamentària de la perillositat per allaus; a Catalunya, no.

— Existeix a tots els territoris 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).

5.2. Principals reptes per a la governança dels riscos naturals: deu propostes per a la millora

A partir de les consideracions anteriors i tenint en compte l'anàlisi de tot el conjunt del sistema de gestió dels georiscos als Països Catalans, es proposa un decàleg per a la millora, a curt i mitjà termini, de la governança dels riscos naturals als nostres països.

1. Obrir i dotar una línia de recerca estratègica del Pla de Recerca i Innovació de Catalunya, actualment en revisió, per secundar la recerca científica i tecnològica en predicció i prevenció de riscos naturals. Cal impulsar la investigació sobre les relacions entre el canvi climàtic, els riscos naturals i el canvi global.

2. Donar prioritat a les accions de prevenció en les polítiques de mitigació. En aquest sentit, la informació de qualitat i transparent és fonamental; cal millorar doncs, les bases de dades i les cartografies relacionades.

3. Assegurar a curt termini la implementació de guies tècniques reglamentades i mapes de zonificació de la perillositat normativa a escala de detall per incorporar obligatòriament en l'ordenació territorial i en el planejament urbanístic.

4. Assegurar la millor coordinació dels principals actors en la gestió dels riscos. Es tracta d'organismes diferents en cada país, comunitat autònoma o departament. Són organismes tècnics que analitzen i zonifiquen el risc i assessoren la presa de decisions normatives i executives. Es tracta de sumar sinergies entre els àmbits científicotècnics, els de la planificació territorial i els de la protecció civil.

5. Necessitat de millorar la implementació dels plans d'emergència municipals (plans d'actuació municipal, PAM). Tant en l'aspecte preventiu com en el reactiu, resulta bàsica la complicitat del ciutadà. La població ha de conèixer a quins riscos està exposada en el seu àmbit geogràfic més proper i com ha d'actuar en cas de situació d'emergència. Això només és possible i efectiu en l'àmbit local amb la proximitat que poden assegurar els ajuntaments en la seva relació amb el teixit associatiu i amb la ciutadania (en activitats informatives, formatives i actuacions d'autodefensa).

6. Als actes de compravenda de propietats cal incloure-hi un document informatiu sobre l'exposició als riscos del terreny, la parcel·la, la propietat, etc. A la Catalunya Nord, l'Estat francès ja ho exigeix.

7. Promoure un pla especial de protecció, per via d'urgència, de les àrees exposades a determinats riscos en què els usos del sòl ja estan consolidats des de fa anys. Tenim, principalment, dos escenaris a considerar que es comenten més endavant.

8. En el cas del risc sísmic, cal incloure en la norma de construcció sismoresistent una regulació específica per a edificis i estructures anteriors a la norma i també per al reforç de monuments i edificis del patrimoni arquitectònic.

9. Donar prioritat a l'educació i a la informació per incrementar la sensibilització de la població i el seu comportament davant les situacions de risc. Cal impulsar i perfeccionar els programes d'educació i de conscienciació sobre riscos naturals a l'escola i a la ciutadania.

10. Millorar, desenvolupar, aplicar i fer complir la legislació en matèria de riscos naturals. Que la consideració dels riscos sigui present a l'ordenament territorial, al planejament urbanístic, als estudis ambientals, a les decisions territorials, a la planificació d'estructures i equipaments. Evitar la fragmentació normativa amb la integració de les normes existents en lleis més holístiques, com podria ser una llei de territori.

5.3. *Pla Especial de Protecció*

Es proposa un pla especial de protecció a les àrees exposades a determinats riscos on els usos del sòl ja estan consolidats des de fa anys. Aquest pla es dissenyaria, inicialment, per la via d'urgència, considerant dos grans escenaris: el de les zones inundables, on la urbanització ja està consolidada, i el de la xarxa viària i ferroviària exposada a les esllavissades (despreniments de roques i lliscaments).

a) Pla Especial de Protecció de les Zones Inundables, on la urbanització ja està consolidada. Aquest és un dels principals problemes en la gestió del risc d'inundació als nostres territoris. A Catalunya, la Llei d'urbanisme (2002, refosa el 2010) i el Reglament d'urbanisme (2006) prohibeixen edificar en zones exposades als riscos naturals i fer-ne determinats usos (fa un èmfasi especial a l'hora de classificar les zones inundables i de determinar la prohibició d'alguns usos). En conseqüència, hem de suposar que els desenvolupaments urbanístics posteriors a la llei ja han de complir la normativa. Però l'urbanisme consolidat i altres usos molt vulnerables com els dels càmpings que ja existien abans de l'entrada en vigor de la llei són els principals problemes. Segons l'informe RISKCAT (2008), a Catalunya, més del 15% de les zones urbanitzades es troben en zona inundable, segons les cartografies dels espais fluvials de l'ACA. Caldria analitzar la casuística a partir d'un inventari exhaustiu i proposar accions preventives/protectives. A la resta de territoris que pertanyen a l'Estat espanyol, la problemàtica és la mateixa: es disposa de legislació i de cartografies de zones inundables reglamentàries, però no s'ha fet cap iniciativa de protecció eficaç en zones inundables amb urbanisme consolidat. Al Principat d'Andorra, en relació amb les inundacions, encara manca la zonificació reglamentària de les zones inundables.

Per tal de vertebrar aquest pla de protecció es proposen les actuacions següents:

— Considerar, quan sigui possible, la recuperació d'espais naturals inundables per tal de laminar les crescudes dels nostres rius.

— Millorar els procediments d'informació a la població amb mètodes participatius i implementar i fer complir els plans de Protecció Civil en l'àmbit local (PAM = plans d'actuació municipal).

— Reubicar determinades instal·lacions molt vulnerables (escoles, residències d'avis, llars d'infants, hospitals, càmpings, etc.).

— Reubicar/protegir determinades instal·lacions sensibles a la contaminació d'aigües i sòls que puguin afectar el medi ambient en cas d'inundació.

— Fer permutes d'usos de locals i d'habitatges situats en zones inundables. No permetre habitatges ni activitats altament vulnerables o sensibles situades a la planta baixa ni en soterranis si es troben en zones inundables.

— Per tal que els punts anteriors puguin ser socialment acceptats, cal iniciar un procés de concertació social amb tots els actors de cada població o barri afectat per inundacions, per tal de consensuar procediments i fer acceptables les accions i actuacions preventives.

b) Pla Especial de Protecció de la Xarxa Viària i Ferroviària exposada a les Esllavissades (despreniments i lliscaments).

Hi ha una gran quantitat de zones susceptibles de patir esllavissades en molts indrets del territori dels Països Catalans. Hi ha moltes esllavissades reportades en diferents llocs i en moments diversos. La xarxa viària i ferroviària està exposada a esllavissades naturals en alguns dels trams, però també a les provocades pel trencament dels talussos que dominen carreteres i vies de tren. Aquests darrers anys hi ha hagut un increment de l'accidentabilitat a causa d'aquest fenomen (amb un pic el 2018).

Les carreteres tenen diferent titularitat pública i, per tant, distints organismes que les gestionen, segons el país. La xarxa ferroviària també, segons el cas, pot tenir titularitat diversa i, per tant, diferents organismes o empreses que la gestionen. El tema de la seguretat (estabilitat) en talussos que afecten les vies té tractaments distints segons la tipologia de la via i de l'organisme responsable.

Tot això genera una gran complexitat en la tipologia de les dades existents sobre aquesta casuística i dificulta enormement l'anàlisi i la gestió del risc.

En conseqüència, les accions bàsiques de cara a analitzar el problema i poder actuar per mitigar el risc serien:

— Fer un inventari unificat de totes les esllavissades i punts amb inestabilitats del terreny. Agrupar la seva gestió en bases de dades territorials des d'una única institució o organisme a cada país.

— Fer un catàleg a partir de la caracterització d'escenaris amb problemàtiques específiques. A partir de l'inventari complet, integrat en una base de dades, es podria generar una fotografia de les afectacions a tot el país que permetria caracteritzar problemàtiques.

— Prioritzar punts o trams de la xarxa, de carreteres i de ferrocarrils, per a decidir un calendari seqüencial d'actuacions de prevenció i defensa amb la partida pressupostària corresponent. La classificació dels trams problemàtics de cara a les prioritats d'actuació s'hauria de sustentar en criteris de perillositat i/o d'exposició al risc.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (2017). *La gestió del risc d'inundacions a Catalunya*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. 26 p.
- AYALA-CARCEDO, F.; ELIZAGA, E. *et al.* (1987). *Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España*. Madrid: IGME, 92 p.
- BARRIENDOS, M.; MARTÍN-VIDE, J. (1998). «Secular climatic oscillations as indicated by catastrophic floods in the Spanish mediterranean coastal area (14th-19th centuries)». *Climatic Change*, núm. 38, p. 473-491.
- CANTARINO, I.; TORRIJO, F. J.; PALENCIA, S.; GIELEN, E. (2014). «Assessing residential building values in Spain for risk analyses – application to the landslide hazard in the Autonomous Community of Valencia». *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, núm. 14, p. 3015-3030.
- 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*. Barcelona: Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, 34 p. [en línia] <http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_dallaus_a_catalunya.pdf> [Consulta: 26 octubre 2019]
- COPONS, R. (2008b). «El risc d'esfondraments i subsidències a Catalunya». A: *Informe RISKCAT. CADS*. Barcelona: Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, 29 p. [en línia] <http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_desllavissades_a_catalunya.pdf> [Consulta: 26 octubre 2019]
- 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> [Consulta: 27 octubre 2019]
- ESCUER, J. (2008). «El risc d'inundacions a Catalunya». A: *Informe RISKCAT. CADS*. Barcelona: Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, 32 p. [en línia]. <http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_dinundacions_a_catalunya.pdf> [Consulta: 26 octubre 2019]

- FERRER, M. *et al.* (2004). *Pérdidas por terremotos e inundaciones en España durante el periodo 1987-2001 y su estimación para los próximos 30 años (2004-2033)*. Madrid: Consorcio de Compensación de Seguros e Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Economía y Hacienda. 98 p.
- GONZÁLEZ DÍAZ, M. (2014). *Avaluació del risc sísmic al Principat d'Andorra*. Monografies del CENMA. Andorra: Institut d'Estudis Andorrans. 187 p. (Monografies del CENMA)
- GUILLÉN, J. (2008). «Els riscos litorals a Catalunya». A: *Informe RISKCAT. CADS*. Barcelona: Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, 26 p. [en línia].
<http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/els_riscos_litorals_a_catalunya.pdf> [Consulta: 31 octubre 2019]
- IGN-UPM (2013). *Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012*. Madrid: Centro Nacional de Información Geográfica, 267 p.
- JIMÉNEZ, M. J.; 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_terratrèmols_a_catalunya.pdf> [Consulta: 28 octubre 2019]
- LACAN, P.; ORTUÑO, M. (2012). «Active Tectonics of the Pyrenees: A review». *Journal of Iberian Geology*, núm. 38/1 (2012), p. 9-30.
- LLASAT, M. C.; BARRIENDOS, M.; BARRERA, A.; 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*, núm. 313, p. 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*, núm. 23, p. 453-469.
- MARTÍ, J. (1992). «El vulcanisme neogenoquaternari dels Països Catalans». A: *Història natural dels Països Catalans: Geologia*. Vol. II. Barcelona: Fundació Enciclopèdia Catalana, 1992, p. 360-371.
- MARTÍ, J. (2008). «El risc d'erupcions volcàniques a Catalunya». A: *Informe RISKCAT. CADS*. Barcelona: Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya, 21 p.

[en línia].

<http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/el_risc_derupcions_volcaniques_a_catalunya.pdf> [Consulta: 28 octubre 2019]

MARTÍ, J.; PUJADAS, A.; FERRÉS, D.; PLANAGUMÀ, L.; MALLARACH, J. M. (2001). *El vulcanisme: Guia de camp de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. 106 p.

MARTÍNEZ, P.; OLLER, P. (2009). «El mapa per a la prevenció dels riscos geològics». *GeoLògica: Butlletí del IGC*, núm. 3, p. 4-5.

MARTÍNEZ-DÍAZ, J. J.; MASANA, E.; ORTUÑO, M. (2012). «Active tectonics of the Alhama de Murcia fault, Betic Cordillera, Spain». *Journal of Iberian Geology*, núm. 38/1, p. 253-270.

OLIVERA, C.; REDONDO, E.; LAMBERT, J.; RIERA MELIS, A.; ROCA, A. (2006). *Els terratrèmols dels segles XIV i XV a Catalunya*. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya. 407 p. (Monografies; 30)

OLLER, P.; MUNTÁN, E.; GARCÍA-SELLÉS, C.; FURDADA, G.; BAEZA, C.; 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*, núm. 110, p. 129-148.

OLLER, P.; MUNTÁN, E.; MARTURIÀ, J.; GARCÍA, C.; GARCÍA, A.; 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.

PEREA, H.; MASANA, E.; SANTANACH, P. (2012). «An active zone characterized by slow normal faults, the northwestern margin of the Valencia trough (NE Iberia): a review». *Journal of Iberian Geology*, núm. 38/1, p. 31-52.

RIBOT, E. de (2008). «El marc legal en matèria de riscos naturals a Catalunya». A: *Informe RISKCAT. CADS*. Barcelona: Departament de la Presidència. Generalitat de Catalunya. 144 p. [en línia].

<http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/marc_legal_en_matria_de_riscos_naturals_a_catalunya.pdf> [Consulta: 30 octubre 2019]

ROIG-MUNAR, F. X.; FORNER, E.; MARTÍN-PRieto, J. A.; SEGURA, J.; RODRÍGUEZ-PEREA, A.; 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*, núm. 8, p. 7-21.

- ROIG-MUNAR, F. X.; VILAPLANA, J. M.; RODRÍGUEZ-PEREA, A.; MARTÍN-PRIETO, J. A.; GELABERT, B. (2018b). «Tsunamis boulders on the rocky shores of Minorca (Balearic Islands)». *Natural Hazards and Earth System Sciences*, núm. 18, p. 1985-1998.
- ROIG-MUNAR, F. X.; RODRÍGUEZ-PEREA, A.; MARTÍN-PRIETO, J. A.; GELABERT, B.; VILAPLANA, J. M. (2019a). «Tsunami Boulders on the Rocky Coasts of Ibiza and Formentera (Balearic Islands)». *J. Mar. Sci. Eng.*, núm. 7.
- ROIG-MUNAR, F. X.; RODRÍGUEZ-PEREA, A.; VILAPLANA, J. M.; MARTÍN-PRIETO, J. A.; GELABERT, B. (2019b). «Tsunami boulders in Majorca Island (Balearic Islands, Spain)». *Geomorphology*, núm. 334, p. 76-90.
- SAHAL, A.; ROGER, J.; 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*, núm. 9, p. 1823-1834.
- VILAPLANA, J. M.; PAYÀS, B. (2008). «RiskCat. Els riscos naturals a Catalunya. Informe executiu / Los riesgos naturales en Cataluña / Natural Risks in Catalonia». *Informes del CADS*, núm. 6, 228 p. [en línia].
<http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/els_riscos_naturals_a_catalunya.pdf> [Consulta: 27 octubre 2019]