



EL RISC D'ESLLAVISSADES A CATALUNYA

Ramon Copons

Aquest informe està inclòs al projecte **RISKCAT** encarregat pel CADS (Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible) al Grup de Recerca RISKINAT de la Universitat de Barcelona.

Projecte: **RISKCAT** 2008

Director: Joan Manuel Vilaplana

Coordinadora: Blanca Payàs

Equip d'experts: Ramon Copons, Jorge Guillén, Joan Escuer, María José Jiménez, Mariano García, Joan Martí i Eduard de Ribot

Assessor: Antonio Cendrero

Suport tècnic: Lau de Llobet, Sílvia Panadell i Marta Guinau



ÍNDEX

1. Definició del fenomen

- 1.1. Despreniments
- 1.2. Esllavissaments
- 1.3. Corrents d'arrossegalls
- 1.4. Esllavissaments superficials

2. Rellevància del fenomen a Catalunya

- 2.1. Historial dels esdeveniments més representatius
 - 2.1.1. Esllavissades històriques
 - 2.1.2. Esllavissades contemporànies
 - 2.1.3. Esllavissades recents
- 2.2. Estimació de freqüències
- 2.3. Estimació quantitativa de l'impacte
 - 2.3.1. Nombre de víctimes
 - 2.3.2. Despeses econòmiques directes
 - 2.3.3. Despeses econòmiques indirectes
- 2.4. Estimació del perill en el territori

3. Estat actual del coneixement i de la gestió del risc

- 3.1. Informes, estudis i projectes constructius
- 3.2. Bases de dades
- 3.3. Cartografies i zonificacions
- 3.4. Projectes de recerca
- 3.5. Publicacions

4. Valoració de l'estat actual del coneixement i de la gestió del risc

- 4.1. Principals administracions, organismes i entitats que treballen en esllavissades
- 4.2. Valoració de l'estat actual del coneixement científicotècnic
 - 4.2.1. Estudis tècnics, informes i projectes tècnics
 - 4.2.2. Cartografies
 - 4.2.3. Aportacions a la recerca
- 4.3. Valoració de les accions en la gestió del risc
 - 4.3.1. Accions en el camp de la prevenció: cartografies
 - 4.3.2. Accions en el camp de la protecció
 - 4.3.3. Accions en el camp de la predicció
 - 4.3.4. Educació i divulgació
 - 4.3.5. Protecció civil
- 4.4. Punts forts i febles

5. Recomanacions per a una gestió sostenible del risc

- 5.1. Bases de dades
- 5.2. Cartografies
- 5.3. Seguiment del risc
- 5.4. Inventari dels sectors amb risc
- 5.5. Zonificacions segons la perillositat
- 5.6. Eines jurídiques
- 5.7. Implantació de mesures de protecció estructurals i sistemes de vigilància
- 5.8. Gestió d'emergències
- 5.9. Educació, divulgació i informació a la societat

Referències



1. Definició del fenomen

Una esllavissada és el trencament d'una part del terreny que es desplaça vessant avall per la influència de la gravetat. Dins d'aquesta definició s'inclouen una gran diversitat de processos, que es poden classificar en quatre tipus en funció de la dinàmica i del risc que poden generar: desprendiments, esllavissaments, esllavissaments superficials i corrents d'arrossegalls.

Les causes del desencadenament d'una esllavissada poden ser naturals o bé antròpiques. L'expertesa té en compte el risc associat a esllavissades per causes naturals. Les esllavissades degudes exclusivament a causes antròpiques, com és el cas de l'excavació d'un talús, provenen de problemes geotècnics o de la mala execució de les obres d'enginyeria. Tenint en compte que les causes antròpiques poden ser molt particulars i específiques de les obres que s'executen, no es tindran en compte.

1.1. Desprendiments

Un desprendiment és una massa rocosa que es despenja d'un vessant rocós gairebé vertical. La massa rocosa cau lliurement i es fragmenta en blocs rocosos més petits. Al llarg del temps, els blocs despresos s'acumulen en forma d'esbaldregalls al peu del vessant rocós formant les tarteres.

La probabilitat de manifestació d'un desprendiment i la seva capacitat de produir danys estan estretament lligades al volum. Per aquest motiu, els desprendiments es poden classificar en tres tipus, segons el volum de la massa rocosa despresa:

- **Caigudes de blocs rocosos** (volums inferiors a mil metres cúbics) són presents en qualsevol lloc de la geografia catalana sempre que hi hagi un escarpament rocós.
- **Desprendiments de plaques rocoses** (volums compresos entre el miler i el milió de metres cúbics) només són possibles en vessants rocosos de gran desnivell.
- **Allaus rocalloses** (de diversos milions de metres cúbics) són pràcticament absents a la geografia catalana.

1.2. Esllavissaments

Dins d'aquest gran grup d'esllavissades s'inclou tot tipus d'inestabilitat d'un terreny no consolidat.

Els tipus d'esllavissaments més habituals a Catalunya són:

- **Lliscaments:** Desplaçament d'una porció de terreny a través d'una superfície de trencament ben definida, amb la preservació general de la forma de la massa desplaçada.
- **Fluxos:** Inestabilitat d'una porció de terreny que es desplaça com un fluid viscos adoptant la morfologia del vessant per on discorre.
- **Complexos:** Combinació de diferents tipus de mecanismes d'esllavissaments. Els més habituals són els lliscaments que esdevenen fluxos al peu (figura 1).



En àrees de muntanya hi ha múltiples esllavissaments que, aparentment, es troben en un estat **adormit**. Aquests esllavissaments del terreny es poden reactivar durant aiguats importants, períodes de pluja continuada i si en canvia l'estat d'equilibri per un mal ús del sòl.

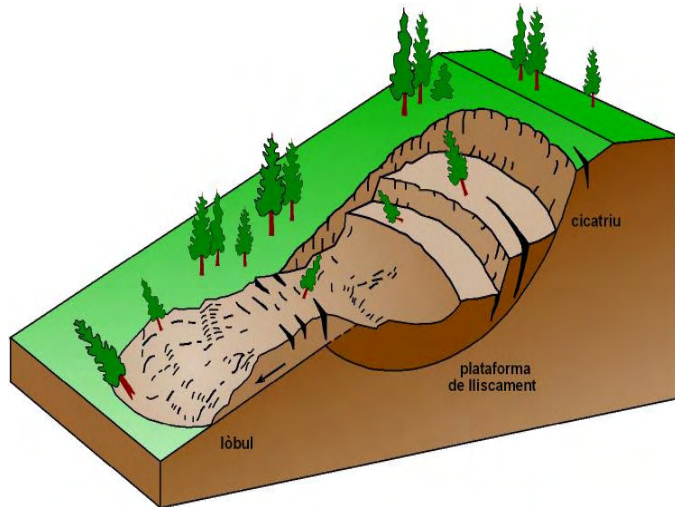


Figura 1: Esquema d'una esllavissada mixta. A la part superior s'observa un lliscament a través d'una superfície de ruptura circular. A la part inferior, el flux de morfologia lobular.

1.3. Corrents d'arrossegalls

Un corrent d'arrossegalls és una massa de fang saturada d'aigua que s'escola a través d'un vessant i que se sol canalitzar a través dels torrents. Aquesta massa de fang pot contenir blocs rocosos que fan augmentar significativament la seva capacitat destructiva.

Molts torrents de muntanya poden mostrar ambdues dinàmiques alhora, la torrencial i la de corrents d'arrossegalls, durant un episodi de pluges importants. La formació d'un corrent d'arrossegalls durant una torrentada dependrà de la quantitat de material disponible per inestabilitzar-se a dins de la conca. Per tant, una torrentada es pot transformar en un corrent d'arrossegalls si rep un aportació excessiva de sediments. No hi ha un límit evident entre una torrentada i un corrent d'arrossegalls, sinó que hi ha un marge ampli de transició anomenat "flux hiperconcentrat". El flux hiperconcentrat té un comportament similar a una torrentada, però pot presentar una capacitat destructiva similar al corrent d'arrossegalls.

La coexistència possible de les torrentades i dels corrents d'arrossegalls durant els aiguats a torrents de muntanya requereix l'anàlisi d'ambdós processos abans de l'ocupació de les zones inundables.

1.4. Esllavissaments superficials

Els esllavissaments superficials són inestabilitats del terreny petites que solen tenir pocs metres de gruix. Dins d'aquest grup s'inclou qualsevol tipus de lliscament, flux o corrent d'arrossegalls de petites dimensions. També s'hi inclouen els processos de reptació i solifluxió, que són moviments lents del terreny de mil·límetres o centímetres l'any de moviment.

Els esllavissaments superficials són presents a molts llocs del territori català, però per les dimensions reduïdes que tenen comporten un risc poc significat. No obstant això, cal considerar-los, ja que poden malmetre edificacions, habitatges i obres d'enginyeria.



2. Rellevància del fenomen a Catalunya

Mitjançant la cerca bibliogràfica s'han documentat més de quaranta esllavissades que han comportat un risc per a la població (figura 2). La major part dels esdeveniments documentats ha afectat la xarxa viària, ha malmès les zones urbanes i/o ha causat víctimes mortals.

2.1. Historial dels esdeveniments més representatius

El recull històric d'esllavissades té com a objectiu recollir una llista dels esdeveniments que han comportat un risc per a la població, que s'agrupa en tres períodes de temps:

- Els **històrics**, esdevinguts abans de la dècada dels setanta.
- Els **contemporanis**, esdevinguts a les dècades dels setanta i vuitanta, moment en què hi ha un creixement urbanístic important en un context socioeconòmic molt similar a l'actual.
- Els **recents**, esdevinguts des de la dècada dels noranta fins ara. En aquests anys augmenta la consciència dels riscos naturals i la informació és més accessible.

Del registre obtingut s'han exclòs els esdeveniments derivats exclusivament de problemes geotècnics.

2.1.1. Esllavissades històriques

L'esllavissada de Puigcerçós (Pallars Jussà) de l'any 1881 és l'esdeveniment històric més representatiu, ja que va obligar a desallotjar tot un poble i a desplaçar els seus habitants cap a un altre sector del territori (Corominas, 1985).

2.1.2. Esllavissades contemporànies

Les esllavissades contemporànies més importants s'han produït durant episodis d'aiguats. A les darreres dècades del segle XX es té constància de dos aiguats que han desencadenat esllavissades: l'octubre del 1962 i el novembre del 1982. Aquests aiguats no van afectar globalment tot el territori, sinó que els danys es van concentrar en algunes comarques.

Cas de l'aiguat del novembre del 1982

L'aiguat del 7 i 8 de novembre del 1982 va desencadenar al voltant d'una desena d'esllavissades a les comarques del vessant sud dels Pirineus. A més, en els vessants que van rebre més quantitat d'aigua es van desencadenar molts esllavissaments superficials. Les precipitacions van superar amb escreix els 100 l/m² de forma general als Pirineus, amb un màxim de 556 l/m² a la Molina.

Les esllavissades més representatives són les que van afectar les poblacions del Pont de Bar (Alt Urgell) i la Guingueta d'Àneu (Pallars Sobirà). L'accés al poble del Pont de Bar va quedar tallat per un lliscament del terreny generat per la soscavació del riu Segre al peu d'una antiga esllavissada. El poble de la Guingueta d'Àneu, situat damunt d'un con de dejecció, va quedar parcialment afectat per un corrent d'arrossegalls.



Figura 2. Distribució de les esllavissades que han comportat un risc per a la població.

Cas del Papiol

Una part important de la zona urbana del Papiol està situada damunt d'antics esllavissaments que es van activar durant l'aiguat de l'octubre del 1962. Noves reactivacions es van manifestar en períodes de pluges continuades: l'any 1971, el novembre del 1983 i el març del 1984. Però, si les aigües de pluja van ser el fenomen detonant de les reactivacions, l'efecte que va accelerar el moviment va ser la injecció de l'aigua al terreny pel trencament de la xarxa de clavegueram.

2.1.3. Esllavissades recents

El registre de la figura 2 mostra la presència de 15 esllavissades recents, 12 de les quals han ocorregut en aquests primers anys del segle XXI.

Cas de l'aiguat del juny del 2000



Els efectes destructius de l'aiguat del juny del 2000 es van centrar a les comarques situades al voltant de la muntanya de Montserrat, lloc on es va registrar una pluja superior a 170 litres el 10 de juny. Un inventari de les inestabilitats fet poc després de la pluja (Marquès et al., 2000) va comptabilitzar aproximadament 200 esllavissades al Parc Natural de Montserrat. La major part eren esllavissaments superficials.

L'esdeveniment més significatiu es va presentar al Monestir de Montserrat. El matí del 10 de juny, una onada d'aigua altament carregada amb material sòlid va arribar al Monestir i va arrossegar cotxes i va malmetre els edificis i les infraestructures. Els tècnics dubten sobre si aquest esdeveniment va ser un flux hiperconcentrat o bé un corrent d'arrossegalls. A més, a Esparreguera, una riera va desencadenar un esllavissament que va tallar totalment la carretera N-II.

Zones especialment sensibles

Hi ha diferents punts del territori català en què els desprendiments es presenten sovint afectant elements vulnerables.

Al llarg de la dècada dels noranta fins al 2003, la via del cremallera de la vall de Núria va quedar afectada per més de 12 desprendiments. L'any 2003, dos desprendiments esdevinguts els mesos de març i abril van causar importants desperfectes i van interrompre la comunicació.

El poble de Castellfolit de la Roca està situat a la capçalera d'una cinglera que mostra una dinàmica de desprendiments activa. Diferents desprendiments han amenaçat les cases més properes a la cinglera. L'any 1976 es va desprendre una placa rocosa que va afectar una part important de la cinglera. Més recentment, el novembre del 1995, un nou desprendiment va causar desperfectes en una casa. Recentment, s'han produït nous desprendiments que han amenaçat la primera línia de cases a tocar de la cinglera.

Desprendiments esdevinguts els anys dos mil

Tres desprendiments recents, de causa estrictament natural, han causat pèrdues de vides humanes en aquests darrers anys a Santa Cristina d'Aro, Sant Esteve d'en Bas i Juncosa.

L'any 2003, un desprendiment va matar dues persones en una platja a Santa Cristina d'Aro. L'any 2005, durant les obres de la nova comunicació viària entre Olot i Vic, un desprendiment va causar la mort d'un treballador i en va ferir un altre a Sant Esteve d'en Bas (Olot). Més recentment, el 6 de febrer del 2006, el desprendiment d'un bloc rocós va aixafar una casa a Juncosa (les Garrigues) i va matar un matrimoni.

També cal destacar que l'any 2007 un desprendiment important va afectar la carretera d'accés al Monestir de Montserrat, sense causar víctimes.

2.2. Estimació de freqüències



Per a l'estimació de freqüències de les esllavissades s'ha utilitzat el registre d'esllavissades representat al mapa de la figura 2. Tenint en compte que en el recull hi pot faltar algun esdeveniment d'importància menor, cal considerar que la freqüència estimada és la mínima possible. A la taula 1 es pot observar que la freqüència de les esllavissades registrades augmenta a mesura que es consideren períodes de temps més recents. Aquest augment s'atribueix bàsicament a un registre cada cop més complet, sobretot al llarg del segle XXI, gràcies al fet que la informació té millor qualitat i n'hi ha més. No obstant això, no s'ha de descartar que l'ocupació del territori també va augmentant i, per tant, també augmenta el nombre d'elements exposats al risc i, a la vegada, s'incrementa la probabilitat que una esllavissada pugui causar danys.

Període	Esdeveniments registrats	Freqüència mínima aproximada	Recurrència
Segona meitat segle XIX	4	0,1 esdev./any	10 anys
Segle XX (anterior a 1970)	13	0,2 esdev./any	4 anys
Dècades 1970-1980	12	0,6 esdev./any	Un any i mig
Entre 1990-2005	10	0,6 esdev./any	Un any i mig
Any 2006	2	2 esdev./any	Inferior a l'any

Taula 1. Estimació de la freqüència i de la recurrència de les esllavissades conegudes o registrades en diferents períodes de temps.

2.3. Estimació quantitativa de l'impacte

L'estimació quantitativa de l'impacte s'analitza des de tres punts de vista: el nombre de víctimes, les despeses econòmiques directes i les despeses indirectes.

2.3.1. Nombre de víctimes

És difícil d'establir el nombre exacte de víctimes que han causat les esllavissades fins ara, ja que la informació més antiga se sol perdre si no queda ben documentada. En el cas del període dels anys 2000-2006, la publicació en articles de premsa a través d'Internet ha facilitat la cerca d'informació, fet que ha comportat un registre més complet.

En aquests darrers sis anys és té constància de la mort de cinc persones per desprendiments originats des de vessants naturals: dos homes a Santa Cristina d'Aro, un home a Sant Esteve d'en Bas i un matrimoni a Juncosa. Aquest petit registre dona com a resultat una freqüència de gairebé un mort per any.

Tot i que el nombre de víctimes és realment baix, no s'ha de desestimar el potencial destructiu de les esllavissades. Una esllavissada de gran magnitud pot malmetre tot un edifici i, fins i tot, afectar tota una vila.



2.3.2. Despeses econòmiques directes

Es consideren despeses econòmiques directes les que provenen de la reparació dels desperfectes causats per les esllavissades i de les solucions per reduir el risc existent.

A escala mundial, les pèrdues econòmiques associades a esllavissades són cada cop més elevades. Als països industrialitzats, l'augment de la població ha comportat l'expansió ràpida de les zones urbanes i l'ampliació dels eixos de comunicació, fet que ha portat a ocupar terrenys exposats al perill. Catalunya, un territori d'orografia bastant irregular, no n'és l'excepció. En el nostre context socioeconòmic s'estan incrementant les activitats de lleure en espais de muntanya, que són els que mostren més exposició al perill; per tant, és previsible que les despeses econòmiques es vagin incrementant al llarg del temps.

A Catalunya, no hi ha un informe tècnic que quantifiqui aquestes despeses econòmiques directes, tot i que poden ser força significants. Cada any hi ha algun esdeveniment que ha causat desperfectes en habitatges o talls a carreteres principals. Les pèrdues directes repercuteixen entre diferents organismes públics (administracions locals, organismes i entitats de la Generalitat, administracions estatals, etc.) i en la població, fet que dificulta de determinar el cost total sense una base de dades actualitzada continuadament.

Una dada de les despeses directes per esllavissades la proporciona la Direcció General de Carreteres (DGC) del DPTOP: el cost econòmic que comporta la reparació urgent de la xarxa viària afectada per despreniments. En el quinquenni 2000-2004 s'han invertit 8,34 milions d'euros en mesures correctores en els talussos (naturals i/o antròpics) de la xarxa viària.

Per al conjunt d'Espanya, l'IGME (Institut Geològic i Miner d'Espanya) va fer un estudi l'any 1987 que estimava el cost econòmic de les esllavissades per al període 1986-2016. L'estudi preveia que els costos serien al voltant de $0,89 \times 10^{12}$ pessetes (és a dir, $5,35 \times 10^9$ euros) en una hipòtesi de risc màxim, i de $0,76 \times 10^{12}$ pessetes (és a dir, 4×10^9 euros) en una hipòtesi de risc mitjà. Catalunya representaria entre el 12,1 % i el 18,6 % dels costos d'Espanya en les hipòtesis de risc màxim i mitjà, respectivament.

A països industrialitzats (els Estats Units, la Gran Bretanya, el Japó, etc.) s'han fet valoracions de les despeses públiques exclusivament per esllavissades, i s'han obtingut costos de centenars de milions d'euros anuals. Aquestes despeses actualitzades en països d'economia similar a Espanya són molt més altes que les estimades a l'estudi de l'IGME de l'any 1987 per al període 1986-2016.

En el cas de Catalunya, un territori més petit però densament ocupat, si es fes un estudi rigorós probablement s'obtindrien xifres bastant importants sobre les despeses directes, que motivarien a invertir més en la gestió del risc d'esllavissades.

2.3.3. Despeses econòmiques indirectes

Com a costos indirectes s'imputen les pèrdues per la disminució de les activitats econòmiques (industrial, turisme, transport de mercaderies, telefonia, etc.) a causa de la interrupció de les comunicacions (eixos viaris, ferrocarrils, etc.) o bé del transport energètic (xarxa elèctrica, transport de combustible, etc.).



Les despeses indirectes repercuteixen en un primer moment en la població afectada. Més endavant repercutiran també en l'Administració, que disminuirà els ingressos.

La despesa indirecta més evident és el tall de les vies de comunicació per esllavissades. El tall d'una via de comunicació de tot un dia per una esllavissada pot comportar, com a exemple, la pèrdua d'un dia laboral de cadascun dels usuaris afectats, l'aturada del transport logístic i la interrupció de les activitats turístiques. Aquesta disminució de l'activitat econòmica comporta per a la població una pèrdua de creixement global notablement gran, que acabarà repercutint sobre la recaptació pública i, per tant, en l'Administració.

Una altra despesa indirecta podria recaure sobre el cost del patrimoni privat. El problema més rellevant es troba en zones catalogades en un primer moment com a urbanitzables i que, després, queden afectades per esllavissades. El valor de mercat dels terrenys i els habitatges afectats baixarà dràsticament, fet que comportarà una pèrdua econòmica molt gran per als propietaris.

Altres despeses indirectes es poden atribuir a l'afectació ecològica que pot produir una esllavissada: canvis en la circulació de l'aigua subterrània i superficial, vegetació afectada, augment dels processos erosius del sòl, que comporten una disminució de la productivitat agrícola, etc.

Totes aquestes despeses indirectes, de càlcul difícil amb les dades actuals, es podrien reduir considerablement mitjançant polítiques de gestió dirigides a controlar l'ocupació dels terrenys exposats al perill. Sovint, aquestes actuacions de control són notablement més econòmiques que reparar els desperfectes ocasionats.

2.4. Estimació del perill en el territori

A la figura 3 es representa, de manera informativa, una aproximació a la susceptibilitat del territori a generar esllavissades basada en l'orografia i la tipologia del terreny. Aquesta susceptibilitat està classificada en quatre nivells: alta (color vermell), mitjana (color taronja), baixa (color groc) i no detectada (color blanc).

La **susceptibilitat alta** representa les àrees de terreny orogràficament més escarpades i que presenten litologies capaces de generar esllavissades. Aquest és el cas dels relleus dels Pirineus i, molt puntualment, de la Serralada Prelitoral catalana.

Les zones de **susceptibilitat mitjana** són les zones muntanyoses orogràficament escarpades però amb un desnivell relativament baix. L'extrem oriental dels Pirineus, la Serralada Prelitoral catalana i el massís de Garraf mostren una susceptibilitat mitjana.

Dos tipus de zones s'han agrupat a dins de la **susceptibilitat baixa**: les zones muntanyoses amb un relleu suau i les depressions amb un lleuger desnivell orogràfic. Dins d'aquest grup hi ha gran part de la Serralada Litoral, representada per roques granítiques i metamòrfiques que configuren relleus suaus. D'altra banda, gairebé tota la Depressió Central catalana mostra un relleu suau que, de forma puntual, pot generar petites esllavissades.

Les zones de **susceptibilitat no detectada**, o negligible, són les grans planes amb un relleu gairebé horitzontal: la plana d'Urgell, els deltes de l'Ebre, del Llobregat i de la Tordera, la plana de l'Alt Empordà, la part central de la plana del Vallès i les planes litorals (Baix Camp, Barcelonès i Maresme).

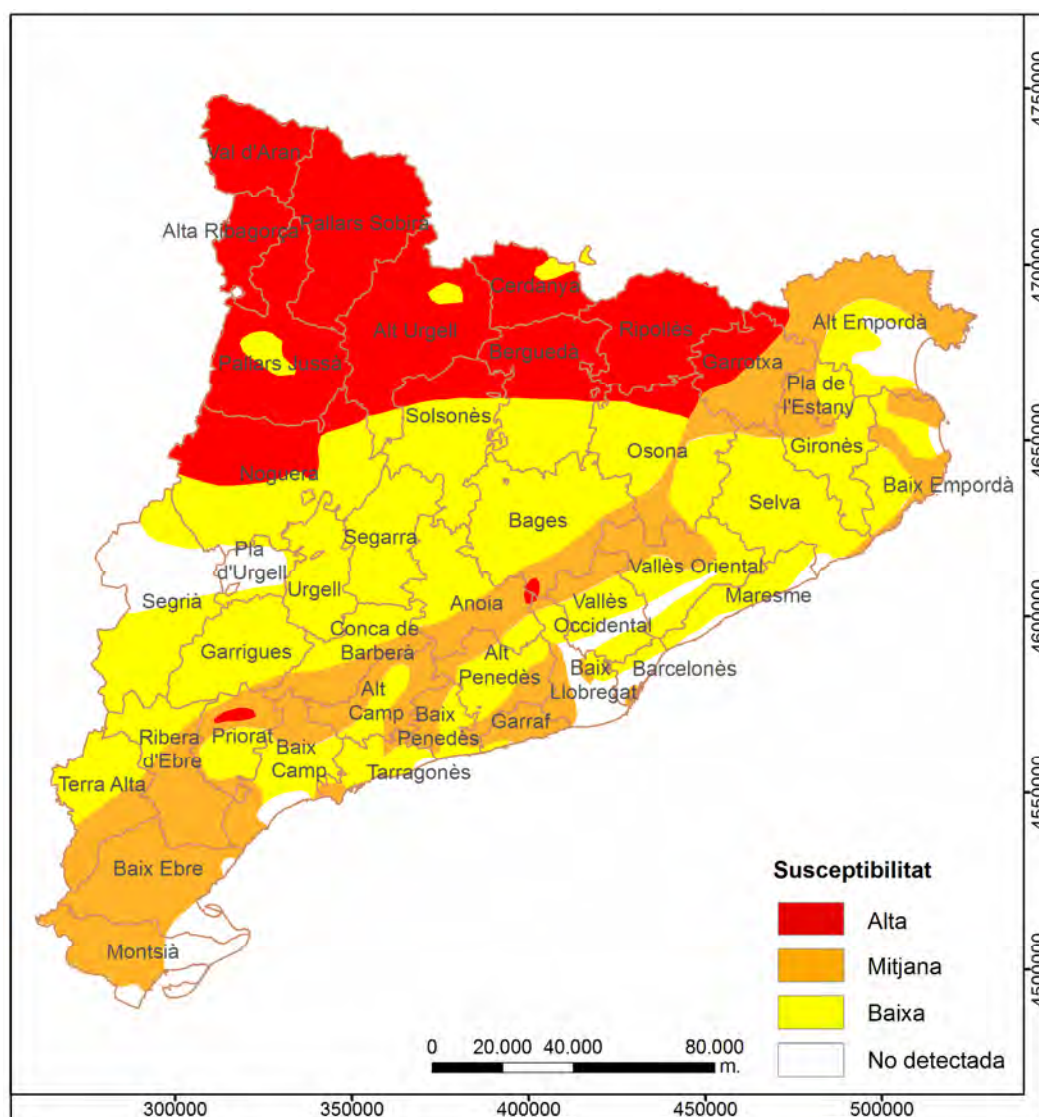


Figura 3. Mapa de la susceptibilitat del terreny per generar esllavissades a Catalunya. Els significats de les susceptibilitats s'exposen al text.

Al mapa de la figura 3 es pot apreciar que, aproximadament, la meitat del territori està catalogat amb nivells alt i mitjà de susceptibilitat. Aquestes zones corresponen a àrees de muntanya, que mostren recentment un creixement urbanístic. En conseqüència, és previsible que el risc al territori vagi augmentant si no s'executa una gestió del risc basada en la detecció de les zones exposades.



3. Estat actual del coneixement i de la gestió del risc

L'objectiu d'aquest apartat és recollir, inventariar i catalogar tota la informació, els materials i les accions respecte a l'estat actual del coneixement i de la gestió del risc d'esllavissades a Catalunya. Tot el treball de recopilació s'exposa a la base de dades RISKCAT en format electrònic.

Els materials d'aquest inventari s'agrupen en cinc grans conjunts: (a) **informes**, (b) **bases de dades**, (c) **cartografies**, (d) **projectes de recerca** i (e) **publicacions**.

3.1. Informes, estudis i projectes constructius

El conjunt d'informes recull els treballs efectuats des del principi dels anys noranta fins ara. A grans trets, es poden diferenciar els tipus següents:

- **Estudis acadèmics** (tesis doctorals i de llicenciatura). La gran majoria han estat desenvolupats a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya (d'ara endavant, UPC) i alguns en el Departament de Geodinàmica i Geofísica de la Universitat de Barcelona (d'ara endavant, UB).
- **Dictàmens d'emergències** efectuats per l'Institut Geològic de Catalunya (d'ara endavant, IGC). A partir d'avisos efectuats pels bombers o pel mateix CECAT, l'IGC efectua un dictamen que sol tenir com a resultat la proposta d'una actuació urgent. Un cas similar és el de les carreteres i línies de ferrocarrils estatals, que encarreguen treballs d'emergència immediata. Els treballs d'emergència s'acostumen a fer sense passar per l'estudi ni pel projecte constructiu.
- **Actuacions d'auscultació d'esllavissaments**. Alguns esllavissaments reactivats per l'alteració del seu estat d'equilibri per l'efecte de l'acció antròpica (construcció de cases, carreteres, etc.) requereixen una vigilància. Alguns exemples els trobem en els treballs efectuats per l'empresa Eurogeotècnica per encàrrec d'administracions locals.
- **Dictàmens preliminars d'identificació del perill geològic per a plans d'urbanisme municipals (POUM)**. La Direcció General d'Urbanisme (DGU) fa els plans d'ordenament urbanístic municipal per a municipis amb baixos recursos econòmics, i encarrega a l'IGC els dictàmens tècnics d'identificació de les zones exposades al perill. Aquests informes acostumen a ser redactats per professionals liberals i tenen la revisió de l'IGC. Els dictàmens preliminars analitzen diferents fenòmens naturals, entre els quals hi ha les esllavissades.
- **Estudis de zonificació a partir de la perillositat a una escala detallada**. Aquests treballs tenen com a objectiu identificar i zonificar a una escala detallada les àrees amb perill. Són estudis encarregats pels mateixos ajuntaments per a la redacció dels POUM. N'hi ha dos exemples als municipis de l'Alt Urgell: Valls del Valira i Montferrer i Castellbó, efectuats per l'empresa Eurogeotècnica i el grup Flumen de la UPC.
- **Correccions hidrològiques en rius i torrents**, efectuades normalment per Forestal Catalana per encàrrec del Departament de Medi Natural a petició, bàsicament, dels ajuntaments i consells comarcals. Són actuacions realitzades a lleres de rius i vessants degradats que disminueixen l'erosió del riu i, indirectament, eviten la formació de corrents d'arrossegalls.



- **Informes de descripció dels efectes geomorfològics dels aiguats importants.** Entre els anys 1982 i 1983, l'antic Servei Geològic de Catalunya va realitzar diversos informes dels efectes de l'aiguat del novembre del 1982 als Pirineus, en què van participar experts de la UB i de l'Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (d'ara endavant CSIC). En el cas de l'aiguat del juny del 2000, l'IGC va encarregar a la UB la redacció d'un estudi d'inventari de les esllavissades al Parc Natural de Montserrat.
- **Projectes constructius de proteccions contra desprendiments.** A partir d'un conveni entre l'IGC i Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC), l'empresa RSE (actual empresa pública Geocat GP) ha redactat els projectes de protecció i està fent el seguiment dels vessants per on transcorren els cremalleres de Núria i Montserrat; i més recentment els del tren de la Pobla de Segur. Les actuacions de protecció les fa l'empresa INACCES. El Ministeri de Foment ha encarregat l'execució de proteccions de diversos trams de la línia del tren des de Vic a Puigcerdà i a les carreteres N-II, N-230 i N-260; aquests treballs els ha efectuat bàsicament l'empresa Geobrugg.
- **Informes tècnics relacionats amb esllavissades.** Hi ha una gran varietat d'informes realitzats fonamentalment per l'IGC, a petició del Departament de Política Territorial i Obres Públiques (en endavant DPTOP), que tenen com a objectiu la descripció de la problemàtica i la proposta d'actuacions i de recomanacions de cara a l'edificació, etc.
- **Estudis relacionats amb zonificacions i identificació de les àrees de risc,** realitzats els anys vuitanta i noranta. Són estudis encarregats per ajuntaments i entitats locals a departaments d'universitats. Com a exemple, hi ha el mapa de zonificació del municipi del Papiol fet per la UB, i l'estudi del perill existent a l'àrea metropolitana de Barcelona, fet per la UPC.

A banda d'aquests informes, cal destacar el Pla especial d'emergències per inundacions a Catalunya (INUNCAT), que esmenta un mètode d'anàlisi del perill d'esllavissades i proposa un sistema d'organització i un procediment d'actuació en emergències d'inundacions i altres fenòmens geològics associats.

3.2. Bases de dades

Avui dia no hi ha encara cap base de dades centrada en esllavissades que sigui operativa. No obstant això, cal destacar que hi ha dues bases de dades actualment en procés d'elaboració: la base LLISCAT, que elabora la UPC amb finançament de l'Institut d'Estudis Catalans, i la base de dades de l'IGC, que incorporarà els treballs tècnics que s'han realitzat i s'estan realitzant a Catalunya.

3.3. Cartografies i zonificacions

Hi ha quatre tipus de cartografies que representen les zones exposades a esllavissades:

- **Cartografia de riscos geològics a les comarques de muntanya de Catalunya** de l'any 1985, a escala 1:50.000. Conjunt de mapes que fan un inventari dels esllavissaments existents i que inclou una monografia descriptiva. El treball va ser encarregat pel DPTOP i



realitzat per geomorfòlegs de diferents institucions de recerca, coordinats pel Dr. J. Corominas (UPC).

- **Mapa de riscos geològics de zones d'alta muntanya (MZAM)** a escala 1:50.000, de l'any 1985. Mapa d'accés restringit realitzat per l'antic Servei Geològic de Catalunya, actual IGC, que cartografia el perill natural de les àrees de muntanya dels Pirineus catalans situades per sota dels 2.000 metres.
- **Mapa comarcal de prevenció de riscos geològics (MCPRG)**, a escala 1:50.000. Fins al 2005 s'han elaborat els mapes de 13 comarques. Estan efectuats per l'IGC per encàrrec del DPTOP i són de consulta restringida. Els mapes representen diferents fenòmens, entre els quals hi ha les esllavissades. El mètode de treball queda especificat al Pla INUNCAT.
- Dins de la cartografia temàtica de les terres gironines hi ha el mapa núm. 13, titulat **"Processos geològics actius"**, realitzat per la Universitat de Girona, que representa, a una escala aproximada de 1:200.000, els fenòmens d'esllavissades i esfondraments.

3.4. Projectes de recerca

Els projectes de recerca han estat portats a terme bàsicament pel Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica de la UPC, i el Departament de Geodinàmica i Geofísica de la UB. Tot i que sovint els projectes abracen diferents finalitats, es poden agrupar segons els objectius principals:

- **Estudiar la dinàmica de les esllavissades i proposar metodologies de treball de cara a avaluar les zones exposades.** Són projectes molt generalitzats que s'han portat a terme des de mitjan dels anys vuitanta fins ara. Els primers projectes van ser finançats pel Govern de l'Estat espanyol, mentre que els darrers acostumen a estar ja finançats per la Unió Europea. Els darrers projectes desenvolupats en aquest camp solen integrar l'aspecte **multirisc**, que involucra la interacció de diferents fenòmens dins del mateix espai geogràfic.
- **Analitzar variacions en l'activitat de les esllavissades en relació amb el canvi climàtic,** sigui passat o futur.
- **Auscultar esllavissaments per tal d'avaluar la influència dels factors desencadenants,** com és el cas de l'aigua de pluja i la subterrània. Val a dir que la zona pilot més estudiada és l'esllavissada de Vallcebre (comarca del Berguedà).
- **Analitzar l'efectivitat dels sistemes de protecció per la càrrega sòlida dels torrents i de corrents d'arrossegalls.** A Catalunya hi ha dues zones pilot: el torrent de la Galera, als Ports de Tortosa, i Erill la Vall, a l'Alta Ribagorça. El treball el porten a terme les empreses Geobrugg i Forestal Catalana, a més d'altres organismes de fora del Principat.
- **Estudiar l'efecte del bosc com a barrera natural dels despreniments.**
- **Analitzar l'aplicabilitat i la resolució de noves tècniques:** modelitzacions informàtiques del fenomen, sistemes d'informació geogràfica, tècniques dendrocronològiques, etc.



3.5. Publicacions

S'han catalogat més de 40 publicacions des de l'any 1980 fins ara que tracten sobre temes de recerca centrats en el territori català. Aquestes publicacions les han elaborat, bàsicament, el Departament d'Enginyeria del Terreny (UPC) i, en segon terme, el Departament de Geodinàmica i Geofísica (UB). També l'Institut Jaume Almera (CSIC) i l'IGC n'han publicades esporàdicament. Les temàtiques tractades són:

- **Anàlisi de la reactivació d'esllavissades per episodis de pluja.** Gran part d'aquestes anàlisis són el resultat del monitoratge de l'esllavissada de Vallcebre.
- Anàlisi de la **susceptibilitat de desencadenament d'esllavissades superficials** mitjançant mètodes estadístics i numèrics.
- Anàlisi de les **quantitats líndar de pluges que desencadenen esllavissades superficials i corrents d'arrossegalls.**
- **Efectes geomorfològics i esllavissades reactivades per les pluges del novembre de 1982** al Pirineu occidental. Els treballs se centren bàsicament en la capçalera del riu Llobregat.
- Utilització de **tècniques dendrocronològiques** per analitzar l'edat de les esllavissades i estimar les freqüències dels esdeveniments.
- Propostes de mètodes i tècniques per estudiar el perill i la perillositat de les esllavissades.
- Modelitzacions numèriques de les caigudes de blocs rocosos.

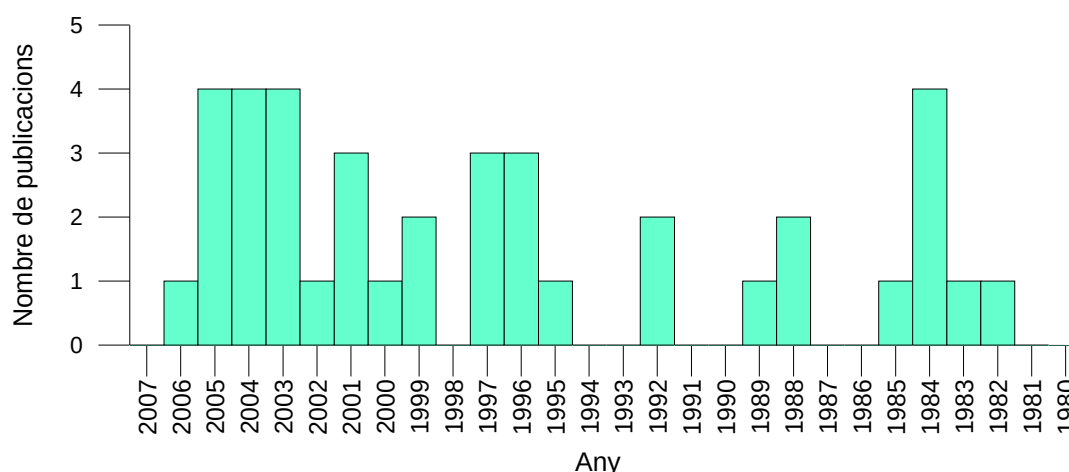


Figura 4. Registre del nombre de publicacions sobre esllavissades a congressos, llibres i revistes especialitzades.



4. Valoració de l'estat actual del coneixement i de la gestió del risc

Aquest apartat té com a objectiu exposar, discutir i valorar el treball que s'està efectuant en relació amb les esllavissades i la gestió del risc d'esllavissades.

4.1. Principals administracions, organismes i entitats que treballen en esllavissades

Hi ha diverses administracions, organismes, entitats, institucions, empreses públiques i privades que han treballat, o treballen, en el camp de les esllavissades; els més destacables són:

- Organismes i entitats de la Generalitat de Catalunya:
 - **Institut Geològic de Catalunya (IGC)**, integrat en el DPTOP. La Llei 19/2005, publicada al DOGC 4543, diu que té competències per estudiar i donar suport a la Generalitat en temes relacionats amb els riscos geològics, inclosos els fenòmens d'esllavissades.
 - **Direcció General d'Urbanisme (DGU)**, integrada al DPTOP. La DGU redacta els plans d'ordenament urbanístic municipals (POUM) per als municipis de petita entitat. En virtut de les lleis d'urbanisme del 2002 i 2004, la DGU encarrega a l'IGC els informes dirigits a identificar i delimitar les zones afectades per riscos geològics, anomenats "Dictàmens preliminars de riscos geològics".
 - **Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC)**, integrat al DPTOP. FGC és responsable de la gestió del risc de la seva xarxa ferroviària. Per tant, ha encarregat a l'IGC la protecció per desprendiments dels cremalleres de Núria i Montserrat, i del ferrocarril de la Pobla.
 - **La Direcció de Medi Natural** (Departament de Medi Ambient i Habitatge, DMAH) encarrega a Forestal Catalana (Resolució MAH/2630/2005, publicada al DOGC 4473) diverses correccions hidrològiques i tractaments silvícoles que eviten la inestabilitat dels vessants.
 - **La Direcció General de Carreteres (DGC)** i els **Serveis Territorials** (Departament de Política Territorial i Obres Públiques) s'encarreguen del manteniment dels vessants naturals i dels talussos de l'eix viari català.
- Empreses públiques de la Generalitat de Catalunya:
 - **Gestió d'Infraestructures, SA (GISA)** (DPTOP). És gestora de la construcció de multitud d'infraestructures promocionades des de la Generalitat. La redacció dels estudis i projectes, i l'execució de les obres, es liciten per concurs públic.
 - **Forestal Catalana (FC)** (DPTOP). Gestora i redactora d'estudis i de projectes del DMAH.



- **Geocat GP** (fins fa poc, RSE Aplicaciones Territoriales). Gestiona i redacta zonificacions, estudis i projectes per encàrrec de l'IGC.
- **Diputacions:** Encarreguen treballs de manteniment de carreteres. Donen suport econòmic als petits municipis en aspectes urbanístics i en l'arranjament dels accessos als pobles petits.
- Les **administracions locals** actuen de forma puntual en els problemes que afecten la seva zona urbana (com a exemple, l'Estartit).
- **Organismes del Govern espanyol**, amb treballs més esporàdics i puntuals:
 - **Ministeri de Medi Ambient** (MMA) que, en conveni amb el Departament de Medi Ambient i Habitatge, ha fet algunes correccions hidrològiques a torrents a fi d'estabilitzar els vessants adjacents.
 - **Ministeri de Foment** (MF): Assumeix la construcció d'autovies i de variants a carreteres nacionals, fet que comporta també l'estabilització dels vessants naturals. Puntualment, protegeix la xarxa viària de RENFE de les esllavissades.
- Centres públics i empreses privades que fan recerca:
 - **Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica** (DETCG) de la UPC. Ha desenvolupat moltes publicacions i molts projectes de recerca centrats exclusivament en les esllavissades.
 - **Departament de Geodinàmica i Geofísica** (DGG) de la UB. Ha portat a terme diversos projectes de recerca.
 - **Departament de Ciències Ambientals** (DCA) de la Universitat de Girona (UdG).
 - Empreses privades amb seu a Catalunya que participen en projectes de recerca relacionats amb esllavissades: Eurogeotècnica i Geobrugg Ibérica, entre d'altres.

4.2. Valoració de l'estat actual del coneixement científicotècnic

En aquest apartat s'analitza l'aplicació dels coneixements científics i tècnics en la realització dels estudis tècnics i de les cartografies.

4.2.1. Estudis tècnics, informes i projectes tècnics

Hi ha moltes tipologies d'estudis. En aquest apartat només es tractaran els més destacables i recents desenvolupats per administracions de la Generalitat durant els anys dos mil: els dictàmens preliminars de riscos geològics, els informes de descripció dels efectes geomorfològics dels aiguats importants, i els projectes de proteccions davant de despreniments.



Dictàmens preliminars de riscos geològics

Dels més de 200 dictàmens efectuats se n'han consultat dos, redactats per diferents autors. Cadascun utilitza un mètode de treball propi amb l'objectiu d'identificar els sectors de perill catalogant-los en quatre graus de perillositat (alta, mitjana, baixa i molt baixa).

El ***Dictamen preliminar de riscos geològics a Toses*** (Ripollès), proporcionat per l'IGC per a aquest estudi, estima la susceptibilitat d'esllavissades basant-se en el pendent, la litologia i la tipologia de l'esllavissada, partint dels mateixos criteris del Pla INUNCAT (taula 2.1, pàg. 48 del document del Pla INUNCAT). La perillositat s'estima mitjançant la freqüència i magnitud dels fenòmens, però no exposa de forma clara ni el procediment seguit, ni les dades obtingudes sobre el terreny ni els lindars entre els diferents nivells de freqüència, magnitud i perillositat utilitzats. Més aviat estableix el grau de perillositat a partir del criteri heurístic del mateix autor en funció de les seves observacions de camp.

Treballs sobre la perillositat d'esllavissades a una escala similar s'han desenvolupat a diversos països veïns (França, Suïssa, Itàlia, Andorra...) amb una metodologia coherent i bastant homogènia. Com a exemple, a Suïssa hi ha treballs realitzats els anys noranta que defineixen exactament les classes i els lindars de la magnitud i la freqüència (en tres nivells: alta, mitjana i baixa), i els analitza a partir de diversos criteris (presència d'elements geomorfològics d'activitat, indicadors a la vegetació, estructures malmeses, enquestes a la població, etc.). A partir d'aquestes classes s'avalua la perillositat en quatre grups (molt baixa, baixa, mitjana i alta), mitjançant una taula que integra la freqüència i la magnitud.

En conseqüència, el dictamen valorat no aprofita els coneixements científics i tècnics existents en altres països veïns, que estan publicats en llibres i revistes especialitzades.

Descripció dels efectes geomorfològics dels aiguats importants

La valoració es fa a partir del treball titulat ***Estudi per fotointerpretació dels efectes geomorfològics dels aiguats del juny de 2000 al Parc Natural de Montserrat***. És un treball d'inventari i de cartografia d'esllavissades a partir de criteris geomorfològics, que utilitza bàsicament la tècnica de fotointerpretació.

El mètode utilitzat és molt similar als treballs presentats al taller DOMODIS (***Documentation of mountain disasters***) realitzat al Departament d'Enginyeria del Terreny de la UPC l'any 1998. Fins ara, els mètodes de documentació dels esdeveniments extrems han evolucionat poc. En conseqüència, el mètode utilitzat és adient per documentar els episodis extrems de la manera més eficient possible.

Projectes tècnics de protecció

Hi ha diferents organismes i entitats de la Generalitat que han efectuat projectes sobre protecció. L'IGC i el Servei Territorial del Departament de Medi Ambient i Habitatge de Sort són els que han obert l'accés als seus treballs.

Els projectes del Departament de Medi Ambient i Habitatge, efectuats per Forestal Catalana, solen tenir l'objectiu de protegir l'erosió dels sòls, sigui d'esllavissades sigui d'altres fenòmens hídrics, basats en repoblaments forestals, canalitzacions, obres de contenció, etc. Les proteccions se solen



implantar a zones de baix risc social. Per tant, els projectes no dissenyen les mesures d'actuació a partir de l'anàlisi del risc sinó que és limiten a descriure l'obra projectada amb les partides d'obra corresponents.

L'IGC ha encarregat a l'empresa RSE Aplicaciones Territoriales (actual Geocat GP) els projectes dels sistemes de protecció davant dels despreniments als cremalleres de Montserrat i Núria. S'ha consultat un dels projectes de Núria, lloc on s'han instal·lat barreres dinàmiques. Les mesures de protecció es dissenyen mitjançant un mètode basat en l'estimació aproximada del risc a partir de la perillositat i la vulnerabilitat. Basant-se en el risc i la morfologia del vessant es tria la protecció idònia.

En l'àmbit internacional hi ha escassos exemples que utilitzen metodologies fàcils d'aplicar de la quantificació del risc com a paràmetre per triar la protecció idònia. Com a exemple, en els països veïns podem esmentar els treballs sobre l'anàlisi quantitativa del risc per despreniments al Principat d'Andorra. Els treballs solen presentar mètodes sofisticats que en fan difícil l'aplicació total en un escenari de baix risc (Corominas *et al.*, 2005; Copons, 2007).

En conseqüència, el coneixement científic internacional sobre la quantificació del risc està encara en una fase inicial. Per tant, seria un bon repte per als projectes desenvolupats a Catalunya fer assajos en l'àmbit de la quantificació del risc natural i triar la protecció idònia a partir del risc residual assumible.

4.2.2. Cartografies i zonificacions

Hi ha bàsicament quatre zonificacions mesoescalars: la Cartografia de riscos geològics de les comarques de muntanya, el Mapa de risc geològic de zones d'alta muntanya, el Mapa comarcal de prevenció de riscos geològics, i la Cartografia de processos actius de la província de Girona.

La Cartografia de riscos geològics de les comarques de muntanya (UPC) i el Mapa de risc geològic de zones d'alta muntanya (antic Servei Geològic de Catalunya), tots dos a escala 1:50.000 i efectuats l'any 1985, es basen en tècniques geomorfològiques. La metodologia utilitzada a la dècada dels vuitanta, basada en la cartografia geomorfològica i en l'experiència de l'expert, ja és obsoleta.

El Mapa comarcal de prevenció de riscos geològics a escala 1:50.000 de l'IGC es basa en un recull dels treballs geològics efectuats pel mateix IGC, la fotointerpretació i les visites de camp. L'anàlisi de l'estabilitat de les formacions geològiques es desenvolupa amb uns criteris que s'exposen al Pla d'emergència especial per inundacions (INUNCAT). El sistema d'informació geogràfica és l'eina per excel·lència utilitzada per a l'elaboració d'aquests mapes. Els criteris utilitzats són les característiques litològiques del terreny (que es classifiquen atenent el seu comportament geotècnic respecte de l'estabilitat), el pendent del terreny i el tipus d'esllavissada (despreniment, bolcada, lliscament translacional, lliscament rotacional i flux). El mètode té en compte la identificació de les àrees potencials que poden ser font d'esllavissades, i no n'analitza l'abast potencial. És un mètode adient per abastar grans àrees del terreny a una escala regional, però bastant limitada a l'escala treballada (1:50.000).

Una altra cartografia a escala 1:200.000 és la de processos geològics actius inclosa a la Cartografia temàtica de les terres gironines. Aquest mapa, totalment informatiu, utilitza la geomorfologia i la representació dels esdeveniments històrics per identificar les àrees exposades. És una metodologia adient per a l'escala utilitzada i els objectius proposats.



Tenint en compte el material existent, falten zonificacions que utilitzin tècniques i mètodes que permetin de determinar amb fiabilitat el grau de perillositat a què està exposat el terreny.

A partir de l'any 2007, l'IGC té una partida pressupostària per fer un conjunt de cartografies i zonificacions a escala 1:25.000 de tot Catalunya en 12 anys, que s'anomenen "Geotreballs". La gestió i direcció dels mapes es comparteix amb l'empresa pública Geocat GP. Un dels mapes previstos als Geotreballs és el Mapa de prevenció de risc geològic (MPRG), que considera el perill d'esllavissades. Per les entrevistes fetes als tècnics de l'IGC, ja han començat a treballar en un conjunt de zones pilot l'any 2007, amb l'objectiu d'assajar i establir una metodologia coherent i homogènia. Aquestes zonificacions són una oportunitat immillorable per desenvolupar tècniques i mètodes de treball d'un nivell científicotècnic elevat.

4.2.3. Aportacions de la recerca

A Catalunya, la recerca en esllavissades es desenvolupa gairebé tota a les universitats i a les empreses privades.

La UPC ha portat a terme diversos projectes de recerca, finançats pel Ministeri d'Educació i Ciència i per fons europeus, centrats en els factors desencadenants d'esllavissaments, la dinàmica dels factors, la datació d'esllavissades, l'aplicació de tècniques cartogràfiques, etc. També ha organitzat diverses jornades internacionals (tallers) a Barcelona centrats en els riscos d'esllavissades.

La UB ha desenvolupat estudis diversos basats en tècniques geomorfològiques i sistemes d'informació geogràfica. Un dels treballs més recents ha estat el projecte sobre desprendiments al cremallera de Núria, finançat pel Ministeri d'Educació i Ciència. A banda d'aquests, gran part dels treballs els han desenvolupat al Principat d'Andorra i a zones subdesenvolupades de l'Amèrica Llatina.

Geobruigg, Forestal Catalana i el Consorci Forestal de Catalunya han instal·lat barreres dinàmiques a dos sectors de Catalunya (Erill la Vall i Mas de Barberans). L'objectiu bàsic és estudiar l'efectivitat de les barreres enfront dels corrents d'arrossegalls i les càrregues sòlides de les torrentades. El projecte també pretén analitzar els factors desencadenants de tots dos fenòmens.

La DGC està estudiant l'obtenció d'una metodologia que li permeti de gestionar de forma sostenible el risc d'esllavissades en el traçat viari i de minimitzar els talls a la circulació. Aquesta recerca es basa a inventariar les incidències per esllavissades que siguin generades tant des del talús de la carretera com des del vessant natural. L'inventari d'incidències té el suport d'una base de dades en format SIG, cosa que permet de posar en rellevància els trams amb més concentració d'esllavissades i, per tant, els sectors on els vessants i/o talussos són més inestables. L'aplicació de classificacions geomecàniques en els sectors més inestables permet de valorar els llocs on caldrà establir-hi mesures d'estabilització directa.

En l'àmbit europeu hi ha el projecte RAMSOIL (*risk assessment methodologies for soil threats*) que, entre diverses tasques, reconstrueix una base de dades sobre les metodologies d'anàlisi del risc d'esllavissades efectuades per les administracions governamentals europees i, a més, en proposa unes guies metodològiques harmonitzades. Aquest projecte internacional es podria relacionar, a grans trets, amb l'apartat de valoració del coneixement científicotècnic d'aquest informe. Per tant, la iniciativa del projecte RISKCAT proposada pel Consell Assessor del Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS) estaria en la mateixa línia dels treballs internacionals de recerca actuals.



D'altra banda, hi ha un comitè científicotècnic internacional en esllavissades dins de la ***International Association for Engineering Geology and the Environment*** (IAEG) que té per objectiu proposar metodologies per analitzar la perillositat i el risc d'esllavissades. La darrera reunió, en format de taller, es va realitzar a Barcelona el setembre del 2006 i la va organitzar la UPC. Aquest exemple és una mostra clara que els nostres grups de recerca, en aquest cas la UPC, estan en una posició mundial capdavantera.

En conclusió, és ben evident que els centres de recerca de Catalunya contribueixen a l'avenç del coneixement científic en esllavissades i l'anàlisi del seu risc. És convenient de fomentar la coordinació de projectes de recerca entre els centres especialitzats i l'Administració. Aquesta coordinació garantirà la formació continuada dels tècnics de l'Administració i orientarà els centres científics cap a aspectes més útils per a l'Administració.

4.3. Valoració de les accions en la gestió del risc

Com a acció es pot entendre el conjunt de treballs que tenen com a objectiu evitar l'augment del risc i/o contribuir a la reducció d'aquest risc. Les accions dutes a terme per gestionar el risc d'esllavissades s'han agrupat en diverses estratègies: la prevenció, la protecció, la predicció i l'educació.

4.3.1. Accions en el camp de la prevenció: cartografies

La prevenció, o defensa no estructural, es fonamenta en la delimitació i caracterització de les àrees del terreny exposades al perill d'esllavissades, tant pel seu desencadenament com per l'arribada. Els resultats se solen exposar de forma cartogràfica i són especialment útils per a la gestió dels usos del sòl.

A Catalunya, hi ha dos tipus de cartografia que es poden utilitzar com a eines de prevenció: els dictàmens preliminars de riscos geològics (inclosos als POUM) i les cartografies mesoescales.

Dictàmens preliminars de riscos geològics inclosos als plans d'urbanisme (POUM)

La Llei d'urbanisme 10/2004 i el Reglament de la Llei d'urbanisme del 2006 (Decret 305/2006, de 18 de juliol) fan preceptius els estudis de riscos geològics per a la redacció dels plans d'ordenament urbanístic municipals (POUM) i dels plans generals.

D'una banda, la DGU redacta els POUM per als municipis amb escassos recursos econòmics, que acostumen a ser els rurals. Dels 946 municipis que hi ha a Catalunya, la DGU ha encarregat més de 200 dictàmens preliminars de riscos geològics a l'IGC, dirigits a identificar i zonificar el terreny segons el perill. D'altra banda, els municipis més grans i autosuficients han de redactar els seus POUM i, per tant, l'estudi d'identificació de les zones exposades al perill, com marca la llei.

Tenint en compte aquest context, els dictàmens preliminars associats als POUM són el pilar de l'estratègia de prevenció del risc de les zones urbanes. Els dictàmens atribueixen un significat dels quatre nivells de perillositat establerts de cara a l'ús urbanístic del sòl. Els significats són genèrics per a qualsevol tipus d'esllavissades: en nivells de perillositats alts i mitjans es recomanen estudis



detallats per emprendre actuacions urbanístiques, i en nivells de perillositats baixos i molt baixos es recomanen els estudis geotècnics pertinents. Com que no hi ha una gran pressió per aprofitar el terreny al màxim en zones rurals, els tècnics urbanístics eviten l'ocupació de les àrees de més perillositat, fet que permet un creixement urbanístic més sostenible. El problema es presenta quan el dictamen cataloga tota una zona urbanitzada amb perillositat mitjana o alta, fet que condiciona el municipi rural a encarregar un estudi més específic i a implantar mesures correctores que acostumen a ser econòmicament costoses.

Països veïns proposen normatives més específiques a partir de zonificacions similars. Aquest és l'exemple d'Andorra, que té una normativa associada als nivells de perillositat i al tipus de fenòmens publicada al diari oficial de l'Estat des de l'any 2001. En el cas de França, hi ha els plans de prevenció de risc (PPR), que estableixen una zonificació reglamentària amb mesures correctores particulars atès el tipus de fenomen, el risc existent i les condicions particulars del terreny.

En conclusió, manquen reglamentacions específiques sobre els usos del sòl a partir del nivell de perillositat. Aquestes reglamentacions calen per a la gestió del risc en zones urbanes.

Finalment, cal fer un esment a l'apartat 4 de l'article 9 (Directrius per al planejament urbanístic) del Reglament de la Llei d'urbanisme, que diu "El planejament urbanístic ha de preservar de la urbanització els terrenys de pendent superior al 20 %, sempre que això no comporti la impossibilitat absoluta de creixement dels nuclis existents". Cal tenir en compte que gran part de les litologies previstes al Mapa comarcal de riscos geològics (la metodologia d'elaboració del qual és a l'apartat 2.2. del Pla INUNCAT) han de presentar un pendent molt superior al 20 % per ser considerades com a susceptibles de generar esllavissades. Tanmateix, molts dels municipis de muntanya ja assoleixen aquest pendent i no necessàriament mostren evidències d'inestabilitat de vessant. En conclusió, sembla evident que la decisió d'establir com a límit per a la urbanització aquest pendent no té unes bases tècniques relacionades amb el risc geològic sinó que respon a altres motius, aspecte que en dificulta l'aplicació en els estudis de riscos geològics.

Cartografies mesoescales

El mapa de risc geològic de zones d'alta muntanya i els mapes comarcals de prevenció de riscos geològics, a escala 1:50.000, que abracen parcialment el territori català, tenen un ús restringit a l'IGC.

En principi, aquestes cartografies han estat utilitzades per als plans territorials, però es desconeix si s'han utilitzat per decidir l'emplaçament d'infraestructures civils.

En conseqüència, actualment manca una cartografia del perill d'esllavissades que abasti tot Catalunya i que tingui una difusió pública. Aquesta mancança es podrà solucionar a partir dels mapes de prevenció del risc a escala 1:25.000 que desenvolupa l'IGC.

4.3.2. Accions en el camp de la protecció

Les estratègies de protecció tenen com a objectiu reduir el risc dels elements exposats mitjançant l'execució de mesures de defensa estructurals, altrament dites proteccions. En aquest informe se'n diferenciaren dos tipus: les proteccions estructurals i les proteccions naturals.



Proteccions estructurals

Diversos organismes i entitats de la Generalitat, administracions estatals i locals tenen un paper en la gestió del risc d'esllavissades a través de la implantació de mesures de protecció. Seria llarg enumerar tots els treballs desenvolupats a Catalunya. Com a exemple de la gestió del risc que es fa a Catalunya es pot esmentar:

- Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC), que és el promotor de la protecció dels cremalleres de Montserrat i de Núria, i del tren de la Pobla de Segur.
- La Direcció de Medi Natural promou l'estabilització dels vessants a zones de muntanya a proposta dels Serveis Territorials de Medi Ambient i de les administracions locals, entre d'altres. Alguns treballs es fan en conveni amb el Ministeri de Medi Ambient, com és el cas de la correcció hidrològica del barranc de Borente (Ribera de Cardós, Pallars Sobirà).
- Gestió d'Infraestructures (GISA) és el gestor de les obres de protecció dels vessants a carreteres, a petició de diferents entitats de la Generalitat.
- Les diputacions encarreguen projectes i obres de fixació de talussos i vessants de carreteres: protecció de talussos a la carretera TV-7111 d'accés a la Vilella Alta per la Diputació de Tarragona; estabilització d'un vessant rocós a la carretera d'Escàs-Surp per part de la Diputació de Lleida i el Consell Comarcal del Pallars Sobirà; i l'estabilització del vessant a l'Estartit per part de la Diputació de Girona i l'Ajuntament de Torroella de Montgrí.
- El Ministeri de Foment ha estabilitzat puntualment vessants naturals a carreteres i xarxes ferroviàries.
- Les administracions locals solen executar pel seu compte les proteccions de les zones urbanes i dels seus accessos buscant, en molts casos, aportacions econòmiques d'administracions més grans, com és el cas de les diputacions.

En conclusió, les administracions (municipis, entitats de la Generalitat, diputacions, ministeris...) han fet accions de gestió pròpies. Dins de la mateixa Generalitat hi ha una tendència a incrementar la coordinació de les diferents entitats i empreses públiques amb l'Institut Geològic de Catalunya, que, segons la legislació vigent (Llei 19/2005, DOGC 4543), té plena competència en els riscos geològics.

Proteccions naturals: els boscos de protecció i tractaments silvícoles

Els boscos poden fer un paper de reducció del perill en alguns tipus d'esllavissades; a aquests boscos se'ls anomena "boscos de protecció" (Llei 43/2003, BOE 280). En el cas de corrents d'arrossegalls i esllavissades superficials, un bosc pot retenir la formació geològica potencialment inestable. En el cas de despreniments, no es coneix bé l'eficiència del bosc per disminuir el perill.

Malgrat la importància dels boscos de protecció, no hi ha una cartografia d'identificació d'aquests boscos ni se'n fa una gestió sistemàtica. Els Serveis Territorials del DMA són els que treballen en aquest camp efectuant revegetacions i tractaments silvícoles en funció dels pressupostos disponibles.



4.3.3. Estratègia de predicció

L'estratègia de predicció es basa en l'alerta temporal sobre "quan" hi pot haver una probabilitat més gran que es desencadenin esllavissades. Actualment, no hi ha estratègies de predicció amb una efectivitat comprovada per a tot tipus d'esllavissades.

L'única estratègia efectiva es troba en grans esllavissaments en què l'aigua subterrània és el principal agent desencadenant. A fi de realitzar una alerta, o predicció, de reactivacions de grans esllavissaments s'implanten sistemes d'auscultació (inclinòmetres, piezòmetres, extensòmetres...). Exemples d'aquests elements implantats a Catalunya n'hi ha a Gelida (Ajuntament de Gelida), Guardiola de Tremp (Diputació de Lleida) i Vallcebre (UPC).

Actualment, s'està fent recerca en l'aplicació de dues noves tecnologies en el camp de la predicció, són l'Scan Laser (LIDAR) i la interferometria de radar (dinSAR). A partir de diferents escanejos del vessant, espaiats en el temps mitjançant l'Scan Laser, es poden identificar i quantificar petites variacions morfològiques del relleu que poden ser precursors del desencadenament final de l'esllavissada. En concret, a la UB s'està fent recerca en aquesta tècnica com a assaig de predicció de despreniments. Llocs on s'estan estudiant són les parets del cremallera de Núria i Castellfolit de la Roca (en aquest segon lloc per encàrrec del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa). Pel que fa a la interferometria de radar, el monitoratge del vessant es realitza mitjançant la comparació d'imatges de satèl·lit (Institut de Geomàtica). El problema resideix en el fet que per obtenir informació s'han de tenir sobre el terreny elements reflectants a les ones, com és el cas de les teulades d'habitatges, roques llises, etc. Les primeres proves de l'aparell dinSAR per a esllavissades s'estan fent a l'Institut de Geomàtica.

Les tècniques modernes (LIDAR i dinSAR) actualment estan en procés de validació i de confecció del procediment de treball. Un cop aquestes tècniques tinguin una metodologia verificada per a casos reals podran ser molt útils com a eines d'alerta temporal d'esllavissades. Si aquestes tècniques s'arriben a aplicar amb un baix cost econòmic és possible que, en molts casos, arribin a substituir parcialment les tècniques convencionals utilitzades avui (inclinòmetres, extensòmetres, etc.).

4.3.4. Educació i divulgació

En els continguts del currículum de la matèria "Ciències de la terra i del medi ambient", de la modalitat "Ciències de la naturalesa i de la salut" de Batxillerat, es preveuen els riscos geològics i s'esmenten específicament les inestabilitats de vessant. En alguns plans d'estudi universitaris també es consideren els riscos geològics en la formació de professionals. Aquest és el cas de l'ensenyament de Geologia de la UB, el Departament d'Enginyeria del Terreny de la UPC i de Ciències Ambientals de la UdG. Com a tasca divulgativa que arribi a una gran part de la població hi ha un exemple: el programa televisiu de TV3 **Conviure amb el risc**.

Cal una campanya educativa d'autoprotecció que arribi a una part important de la població, ja que pot ser una estratègia econòmica i eficaç a llarg termini.

Com a exemple d'altres països amb una tasca divulgativa i educativa important hi ha els casos de Suïssa i els Estats Units. La població de Suïssa té una gran acceptació dels riscos, ja que considera que la principal estratègia de reducció del risc és l'autoprotecció personal i dels béns. Aquesta acceptació de conviure amb el risc s'obté bàsicament a partir de l'educació i la divulgació a la



població. En el cas dels Estats Units, el Servei Geològic (USGS) desenvolupa una tasca educativa important en l'àmbit escolar, l'edició de vídeos i llibres, conferències, etc.

4.3.5. Protecció civil

El Pla d'actuació d'emergència civil enfront de les esllavissades es preveu al Pla d'emergència especial per inundacions (INUNCAT). Tot i que l'INUNCAT preveu el perill d'esllavissades, té l'objectiu d'afrontar emergències bàsicament per inundacions, establint els avisos, l'organització i els procediments d'actuació. Aquest pla s'activa en qualsevol inundació que afecti de manera important qualsevol punt de Catalunya. La inclusió del perill d'esllavissades dins d'aquest Pla rau en el fet que durant les inundacions importants es manifesten esllavissades a causa de: l'erosió del mateix riu en els vessants amb formacions superficials importants, o de la inestabilitat de la formació superficial per la mateixa pluja excepcional. El Pla també té en compte els cons de dejecció que poden estar potencialment afectats per torrentades i per processos hídrics amb gran quantitat de càrrega sòlida.

L'INUNCAT considera el perill de les esllavissades suposant que totes es manifesten durant les inundacions (cas de l'aiguat del 1982). No obstant això, només els esllavissaments superficials (Baeza i Corominas, 2001) i els corrents d'arrossegalls (Hurlimann *et al.*, 2003) es manifesten clarament en resposta a pluges importants i, per tant, són sincrònics a inundacions. Uns altres tipus d'esllavissades no van lligats necessàriament a inundacions. Com a exemple, un despreniment es pot manifestar sense la necessitat de pluges, o bé es pot desencadenar durant una pluja o nevada de quantitat habitual (Copons, 2004). Tanmateix, els grans esllavissaments es poden reactivar en resposta a períodes plujosos perllongats, de mesos.

El Pla INUNCAT ofereix informació valuosa per a l'emergència civil d'esllavissades, però encara insuficient. És convenient que es confegeixi un pla especial d'emergències exclusiu d'esllavissades.

4.4. Punts forts i febles

A partir de la valoració de l'estat actual del coneixement i de la gestió del risc s'han extret una relació de punts forts (o oportunitats) i punts febles (o amenaces), que s'exposen a la taula 2.

	Punts forts i oportunitats	Punts febles i amenaces
Estudis tècnics, informes i projectes	Les entitats competents de la Generalitat han inventariat i documentat les esllavissades manifestades en els aiguats dels anys 1982 i 2000.	Aquesta documentació no inclou les despeses socials i econòmiques.
	L'IGC efectua dictàmens d'emergència a partir d'avisos de bombers o del CECAT de cara a solucionar un problema de la forma més ràpida possible.	No s'han documentat tots els episodis (per exemple l'aiguat del 1994).
	Diverses administracions implanten proteccions enfront del perill d'esllavissades.	Posteriorment al dictamen d'emergència no hi ha un estudi de l'impacte socioeconòmic.
		Fins ara, no hi ha metodologies homologades que permetin estandarditzar i assegurar la qualitat tècnica dels treballs.



	El Pla INUNCAT considera les esllavissades en l'apartat d'anàlisi del perill, tenint en compte que se solen manifestar durant les inundacions.	No totes les esllavissades estan lligades necessàriament a inundacions. Per tant, no tots els casos d'emergència per esllavissades quedaran reflectits a l'INUNCAT. Manca una llista de punts crítics relacionats amb esllavissades que es considerin en l'elaboració dels plans d'actuació municipals (PAM).
Recerca	Hi ha entitats de recerca catalanes que han aportat avenços en el coneixement científic i tècnic internacional.	La transferència del coneixements científics als estudis tècnics fets per administracions i empreses no és evident.
Cartografies i zonificacions	L'IGC ha desenvolupat cartografies i zonificacions de la perillositat d'esllavissades a escala 1:50.000 en els mapes comarcals de risc geològic (MCRG). L'any 2007, l'IGC ha iniciat la confecció del Mapa de prevenció de riscos geològics dins del Programa "Geotreballs", a escala 1:25.000. En aquest mapa s'inclouen les esllavissades. El Mapa de prevenció de riscos geològics (1:25.000) té un calendari d'execució fixat. El Mapa de prevenció de riscos geològics (1:25.000) cobrirà tot el territori i substituirà el MCRG, desenvolupat parcialment a una escala menys detallada.	Els mapes són d'ús restringit. S'han realitzat els mapes de 13 comarques. Per tant, la zonificació no cobreix tot el territori. Calen cartografies addicionals de la perillositat de les zones urbanes exposades a esllavissades a escales més detallades, que puguin ser aplicables als POUM.
Bases de dades	Actualment s'estan confeccionant dues bases de dades: la base de dades de l'IGC (CEDAG), que recull tots els treballs realitzats, i el projecte LLISCAT (UPC-IEC), que recull tots els esdeveniments.	És convenient que totes dues bases de dades no tinguin un ús restringit.
Legislació	La Llei d'urbanisme considera els riscos geològics en els plans d'ordenació urbanística municipal (POUM). Dins dels riscos geològics es consideren les esllavissades.	No hi ha una metodologia homologada que permeti l'homogeneïtzació de totes les zonificacions de perillositat fetes en qualsevol municipi exposat. Manca un reglament que doni significats als nivells de perillositat, de cara a la urbanització i l'edificació.
Gestió i governança	Avui hi ha una institució de la Generalitat que té plena competència en els riscos, establerta per la legislació vigent: l'Institut Geològic de Catalunya. Diverses administracions (municipals, diputacions, ministeris...) fan accions de gestió pròpies. Les diputacions i la Generalitat aporten ajudes als municipis petits per preveure i protegir-se del risc d'esllavissades.	Cal fomentar la coordinació entre diferents administracions (Generalitat, diputacions, municipals...) per gestionar el risc d'esllavissades.



L'educació referent al risc d'esllavissades es preveu a l'ESO i en una matèria d'una de les modalitats de Batxillerat.

Falta sensibilitzar sistemàticament els nuclis de població exposada a esllavissades per tal de fomentar l'autoprotecció.

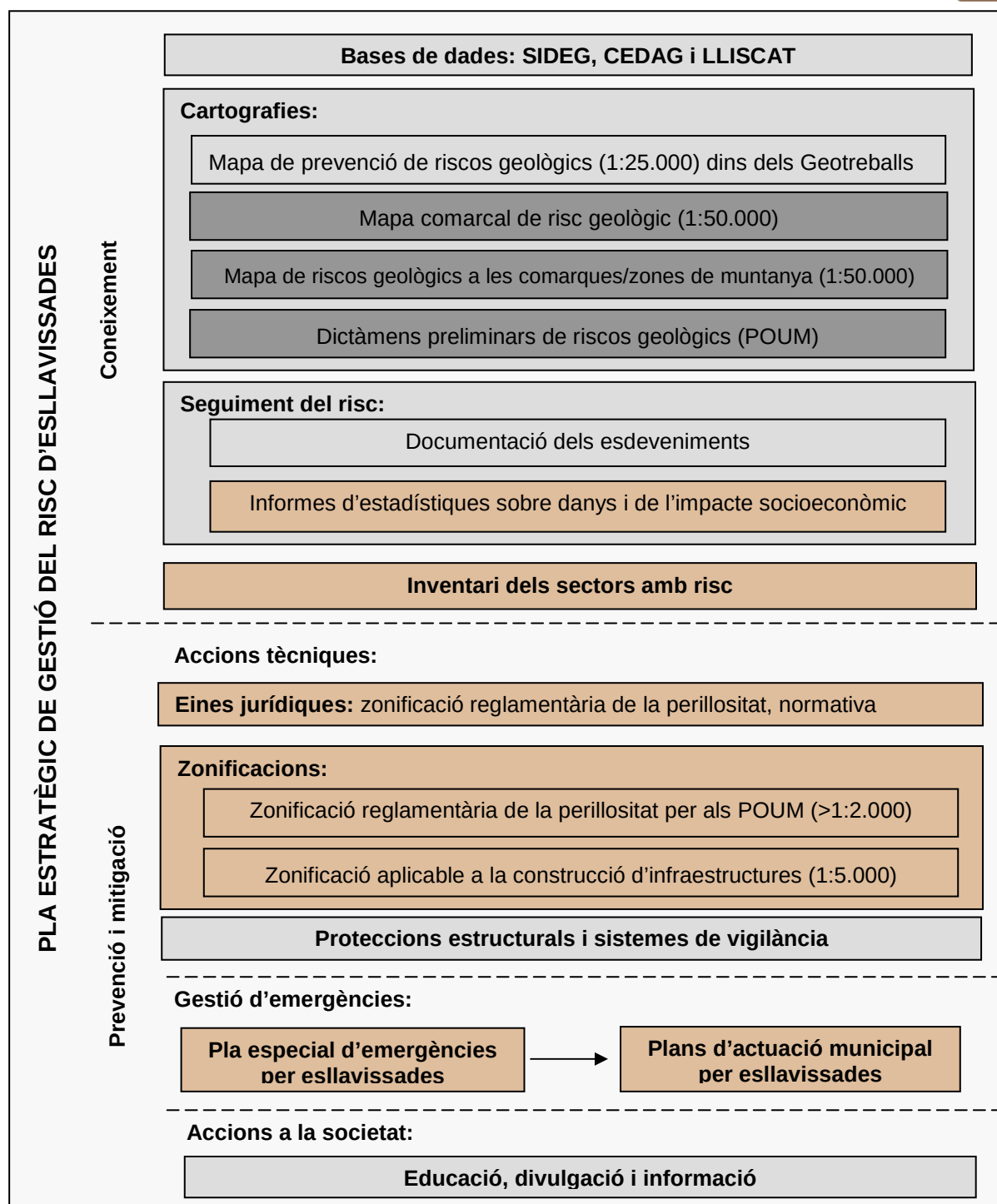
Taula 2. Punts forts i febles relacionats amb l'estat actual del coneixement científicotècnic i en les accions de gestió del risc.

5. Recomanacions per a una gestió sostenible del risc

Les recomanacions que s'exposen en aquest apartat estan dirigides a gestionar el risc d'esllavissades de la forma més sostenible possible. Aquesta sostenibilitat implica: la disminució i el control de la població exposada al risc (sostenibilitat social), la millor relació cost/benefici (sostenibilitat econòmica) i el respecte al medi ambient (sostenibilitat ambiental).

Per a una gestió sostenible del risc d'esllavissades es considera adient de portar a terme els estudis tècnics, els plans de treball i les actuacions següents, bastants dels quals ja està desenvolupant la Generalitat de Catalunya (figura 5):

- Bases de dades de difusió pública.
- Cartografies de caràcter principalment informatiu.
- El seguiment del risc.
- L'inventari dels sectors amb risc.
- Zonificacions segons la perillositat.
- L'establiment d'eines jurídiques.
- La implantació de proteccions estructurals i sistemes de vigilància.
- La gestió d'emergències.
- L'educació, divulgació i informació a la societat.



1. Treballs que les administracions han desenvolupat.



2. Treballs que les administracions han iniciat o desenvolupat parcialment.



3. Propostes arran del present informe d'esllavissades del projecte RISKCAT).

Figura 5. Relació dels treballs tècnics recomanats per a una gestió sostenible del risc.



Tots aquests estudis, plans de treball i actuacions s'integren dins d'una proposta de pla de gestió del risc d'esllavissades a Catalunya (figura 5). Tots aquests treballs, integrats en aquest pla, es poden agrupar en funció del seu objectiu principal: (a) el d'aportar un coneixement de les zones exposades i del risc existent, i (b) el de prevenir i mitigar el risc. Tres tipus d'accions de prevenció i mitigació es poden considerar: (a) les accions tècniques que requereixen la realització d'estudis tècnics i/o projectes per a la implantació, (b) la gestió d'emergències que estableixen els avisos, l'organització i els procediments d'actuació per fer afrontar emergències per esllavissades, i (c) les accions a la societat basades en l'educació, la divulgació i la informació.

5.1. Bases de dades

Els articles 38 i 39 del Projecte de reglament de desenvolupament parcial de la Llei 19/2005 de l'Institut Geològic de Catalunya, estableix que aquesta entitat té l'objectiu de desenvolupar diverses bases de dades integrades dins de l'anomenat "Bases de dades del sistema d'informació geològica, edafològica i geotèmica de Catalunya" (SIDEG). Una de les bases de dades és la informació relacionada amb riscos geològics, on s'haurien d'integrar les esllavissades. Dins de l'IGC també hi haurà el Centre de Documentació i Arxiu Geològic (CEDAG), que recollirà la informació i documentació generada pel mateix IGC, per administracions i particulars referent a riscos geològics, entre altres temes.

La base de dades LLISCAT, que estan desenvolupant actualment la UPC i l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), recull un inventari i documentació dels esdeveniments d'esllavissades.

Ambdues bases de dades considerades en conjunt, SIDEG i LLISCAT, són adequades per portar a terme una gestió sostenible dels riscos d'esllavissades. Sens dubte, seran de gran ajuda als professionals (privats i de les administracions públiques) en la realització de treballs tècnics de qualitat adequada.

5.2. Cartografies

Actualment hi ha quatre cartografies que preveuen el perill d'esllavissades: el Mapa comarcal de riscos, el Mapa de riscos geològics de les comarques de muntanya, el de les zones de muntanya i els dictàmens preliminars de riscos geològics. Tots aquests treballs es basen en metodologies utilitzades a les dècades dels anys vuitanta i noranta, i cobreixen parcialment el territori català.

És recomanable de disposar d'una única cartografia mesoescalar que cobreixi tot el territori català i que utilitzi mètodes i tècniques desenvolupats més recentment. En aquest sentit, el Mapa de prevenció de riscos geològics a escala 1:25.000, que desenvolupa l'IGC des de l'any 2007 (ja esmentat a l'apartat 4.2.2), n'és una bona oportunitat. És recomanable d'establir una metodologia adient als propòsits del mapa (abast, escala i utilitat) des de l'inici dels treballs, i que sigui aplicable de forma homogènia a tot el territori. L'assessorament dels centres de recerca catalans especialitzats en esllavissades, amb un alt nivell científic en l'àmbit internacional, podrà ser una garantia per al desenvolupament d'un mapa amb les metodologies i tècniques més innovadores.

És important que tota la població pugui consultar el mapa de prevenció de riscos geològics a mesura que els fulls es vagin enllestint.



El mapa de prevenció de riscos geològics a escala 1:25.000 és adequat per donar una informació de tot el territori, i és una de les eines necessàries per desenvolupar una bona gestió dels riscos d'esllavissades a Catalunya.

5.3. Seguiment del risc

El Programa de seguiment del risc d'esllavissades està format per un conjunt d'informes que tenen per objectiu documentar totes les esllavissades que es vagin succeint.

Fins al moment, s'han documentat les esllavissades esdevingudes durant inundacions importants (les del novembre del 1982 i el juny de 2000), però no totes (com és el cas de l'aiguat de l'octubre del 1994 a les comarques meridionals de Catalunya).

Aquests informes de seguiment del risc haurien de documentar les característiques més rellevants de les esllavissades (tipologies, dimensions, mecanismes desencadenants, abast, etc.). La informació proporcionada podrà ser molt útil per validar les cartografies efectuades (el mapa de prevenció de risc geològic, per exemple). És convenient de quantificar, o de semiquantificar, les despeses directes i indirectes dels danys i de les víctimes, i fer una llista de les possibles solucions per corregir el problema.

Després d'un temps prou llarg, d'uns 10 anys per exemple, seria recomanable de redactar un estudi estadístic que quantifiqués els danys i les víctimes i que fes una valoració sociocultural del fenomen. Aquesta informació permetria de formular escenaris raonables de danys en funció de la intensitat dels fenòmens, donar una aproximació de la magnitud i rellevància dels problemes que causen les esllavissades, i verificar si la gestió del risc que s'està desenvolupant és adient i sostenible.

5.4. Inventari dels sectors amb risc

Es proposa d'efectuar un inventari dels sectors amb risc format per un conjunt de mapes que posin de manifest els elements humans exposats al perill, estiguin o no protegits. També és convenient d'estimar la fiabilitat de les accions correctores adoptades en els sectors especialment vulnerables, i de valorar si s'ha reduït realment el risc fins a un nivell assumible.

Aquest treball posaria en rellevància els punts crítics, que es podrien agrupar en funció del nivell de risc. Aquest nivell de risc permetria de programar els posteriors treballs d'actuació coordinats entre diferents organismes i entitats, amb una planificació de diversos anys.

5.5. Zonificacions segons la perillositat

La zonificació és l'eina de prevenció del risc per excel·lència. És recomanable de considerar, com a mínim, tres tipus de zonificacions en la gestió del risc a Catalunya:

- Zonificacions a escala més gran de 1:2.000 en els plans d'urbanisme.
- Zonificacions a escala 1:5.000 en projectes d'infraestructures.



- Zonificacions mesoescalars, a escala 1:25.000, que donin a conèixer les àrees exposades del terreny a tot el territori. Aquesta zonificació ja està prevista a l'apartat 5.2.

Zonificacions a escala 1:2.000 per als plans d'urbanisme

L'article 9 de la Llei d'urbanisme prohibeix d'urbanitzar i edificar en zones inundables i en altres zones de risc. Aquest article fa preceptius els estudis i les zonificacions que donin a conèixer les zones exposades a esllavissades a una escala prou detallada per ser aplicable en plans d'urbanisme. Es recomana que aquestes zonificacions es facin a una escala mínima de 1:2.000.

Les zonificacions s'haurien de realitzar basades en l'anàlisi de la perillositat. Lligat als nivells de perillositat cal un reglament dels usos del sòl que determini prohibicions i prescripcions reglamentàries per a la urbanització. Aquestes zonificacions seran la base de la gestió del risc d'esllavissades a les zones urbanes.

Tenint en compte que els promotors d'aquests treballs poden ser les administracions locals per compte propi (article 14 referent a l'exercici de competències urbanístiques de la Llei d'urbanisme), és recomanable que s'estableixi una normativa legal que especifiqui la metodologia a utilitzar, l'escala de treball, els graus de perillositat a considerar i les reglamentacions.

Dins de la figura de la Comissió d'Urbanisme (integrada per persones de prestigi professional o acadèmic reconegut en urbanisme, habitatge i medi ambient, com marca l'article 17 de la Llei esmentada) és recomanable d'integrar també especialistes en riscos geològics.

Zonificacions a escala 1:5.000 en projectes d'obra civil

És convenient d'incloure zonificacions a escala detallada, 1:5.000, segons la perillositat dels projectes de construcció d'infraestructures. Aquestes zonificacions calen per avaluar i justificar la idoneïtat d'instal·lar mesures de protecció. També permetran de justificar altres propostes d'emplaçament no exposades al perill.

La gestió de contractació d'aquestes zonificacions podria seguir perfectament els requeriments que estableix la Llei d'obra pública 3/2007, de 4 de juliol (d'ara endavant LOP).

5.6. Eines jurídiques

És convenient el desenvolupament d'un marc legal més complet en esllavissades. En aquest marc legal s'haurien d'incloure les zonificacions reglamentàries en la redacció dels POUM i les metodologies per a l'elaboració d'estudis tècnics.

Zonificacions reglamentàries en la redacció dels POUM

L'article 9 "Directrius per al planejament urbanístic" del Reglament de la Llei d'urbanisme "prohibeix urbanitzar i edificar en zones inundables i en altres zones de risc". Tenint en compte aquesta Llei, cal disposar d'una zonificació amb validesa legal que mostri les zones de risc d'esllavissades lligada directament a la Llei d'urbanisme.



Com a primera eina de cara a la prevenció cal donar validesa legal al Mapa de prevenció del risc geològic a escala 1:25.000 (apartat 5.2), que identificarà les àrees en les quals no es podrà urbanitzar. Una zonificació posterior a escala 1:2.000, aplicable als POUM, hauria de verificar el grau de perill i precisar amb més detall els límits de les zones altament exposades.

El context legislatiu i de competències administratives actuals estableix que les zonificacions, segons la perillositat a incloure en els POUM, es poden elaborar mitjançant dues vies: (a) per l'IGC a través de la DGU, i (b) per les pròpies administracions locals, com preveu l'article 14 de la Llei d'urbanisme.

Tenint en compte que legalment cada municipi pot elaborar les zonificacions de perillositat per compte propi, cal donar validesa legal a una metodologia i uns procediments d'anàlisi de la perillositat, amb la finalitat que tots els treballs siguin homogenis.

També cal legislar els usos del sòl, les prohibicions i les prescripcions reglamentàries per a les noves edificacions i les ja existents atesos els nivells de perillositat. Aquesta és la manera idònia perquè les zonificacions les utilitzin fàcilment els usuaris d'aquests treballs (dirigents, gestors, tècnics, propietaris i població en general).

Estudis tècnics

És recomanable de donar una validesa legal a una metodologia sobre la redacció dels estudis tècnics, especialment dels de dimensionament d'estructures de protecció. Els mètodes i les tècniques de treball podran ser específics en funció del tipus d'esllavissades (despreniments, esllavissaments i corrents d'arrossegalls). Aquesta proposta fomentarà l'homogeneïtzació i la qualitat dels estudis.

L'elaboració d'estudis uniformes facilitaria la revisió per part dels òrgans de supervisió de projectes (article 27 de la Llei esmentada) i l'atribució de figures responsables en cas de litigi.

5.7. Implantació de mesures de protecció estructurals i sistemes de vigilància

L'ocupació de zones exposades al perill sempre tindrà un cost econòmic, tant si s'actua com si no, que s'haurà d'assumir. Deixar d'actuar en zones amb risc significa traslladar el cost cap al futur, cosa que l'incrementarà inevitablement i que, fins i tot, podria repercutir en víctimes. Cal valorar el risc existent i analitzar la possibilitat d'arribar a un risc residual assumible mitjançant sistemes de protecció i/o de vigilància adequats.

Cal fomentar la coordinació entre diferents organismes i entitats administratius per gestionar el risc, convidant els que tenen la competència segons la legislació vigent i més coneixement dels riscos geològics (l'IGC en aquest cas). Permetre que un organisme únic implanti mesures de protecció amb criteri propi no garanteix que el finançament es destini a solucionar els problemes més importants, situació que condueix a una gestió del risc no sostenible.

Les mesures de protecció estructurals s'haurien d'implantar planificadament en els punts crítics seleccionats a l'inventari de sectors amb risc d'esllavissades (apartat 5.4). En els sectors de risc en què les mesures estructurals no són sostenibles (risc residual excessiu, cost econòmic extraordinàriament elevat i/o agressivitat al medi ambient), convé valorar la implantació de mesures de vigilància (o d'auscultació del vessant).



Per tal de triar la protecció estructural i/o sistema de vigilància idoni seria indispensable que s'efectués un estudi del risc dins de l'estudi informatiu o avantprojecte (que s'inclouria a l'apartat 4f de l'article 10 de la Llei d'obra pública) que avalués el risc existent i el risc residual (risc que resta després de la implantació de la protecció i/o sistema de vigilància projectat). La solució idònia seria la que garantís un risc residual assumible a la zona urbana o infraestructura a protegir.

Tenint en compte que l'execució de mesures estructurals de protecció (dics, barreres dinàmiques, etc.) o de vigilància (inclinòmetres, extensòmetres, etc.) comporta l'execució d'una obra pública, la gestió administrativa d'aquests treballs pot seguir perfectament la Llei d'obra pública.

5.8. Gestió d'emergències

Actualment, no hi ha un pla especial d'emergència específic d'esllavissades a Catalunya. L'estudi del perill d'esllavissades i l'establiment de l'organització i l'actuació d'emergència queden integrats al Pla INUNCAT, que es posa en marxa en el cas d'inundacions. És evident que l'INUNCAT està dirigit a anticipar els problemes generats per inundacions més que no pas per esllavissades.

Com s'ha comentat anteriorment, a l'apartat 4.3.5, moltes esllavissades es poden manifestar completament deslligades d'episodis d'inundacions. Els fenòmens associats a esllavissades tenen prou entitat perquè tinguin un pla d'emergències propi.

El pla especial d'emergències per esllavissades s'hauria de redactar amb un rigor i una estructura bastant similars a l'INUNCAT.

Com a temptativa preliminar i mentre s'espera un estudi més específic del contingut, aquest pla podria incloure de forma aprofundida i per separat diferents tipus d'esllavissades:

- Les desencadenades en resposta a pluges excepcionals i sovint lligades a inundacions (corrents d'arrossegalls, esllavissades activades per processos erosius dels rius i esllavissades superficials, per exemple), fet que hauria de comportar l'anàlisi de les pluges lliandar desencadenants.
- Les relacionades a un període plujós perllongat i no necessàriament lligat a inundacions (la reactivació de grans esllavissaments, per exemple).
- Les no relacionades necessàriament amb pluges destacables (els despreniments, per exemple).

El pla podria preveure els avisos, l'organització i els procediments d'actuació corresponents per fer front a l'emergència en funció de la magnitud i la intensitat de l'esllavissada.

D'acord amb la Directriu bàsica d'inundacions, resolució de 31 de gener de 1995, que considera que cal estudiar els efectes que poden afectar negativament el projecte i la construcció de les preses hidràuliques, i que esmenta específicament la inestabilitat de vessants i les allaus rocalloses; i d'acord també amb les especificacions del Reial decret 9/2008, d'11 de gener, que introdueix un nou títol relatiu a la seguretat de preses i embassaments, convindria que el pla proposat incidís en la identificació dels embassaments en els quals les esllavissades poden afectar de forma sobtada en el volum del vas o bé en l'estructura de la presa.



Posteriorment a la redacció d'un pla d'emergències per esllavissades seria convenient la redacció de plans d'actuació municipal (PAM) específics d'esllavissades. Els municipis es podrien agrupar en tres categories, d'acord amb el Pla INUNCAT: obligats (aquells en què, per exemple, una part important de la zona urbana està exposada a un gran perill d'esllavissades), recomanats (aquells en què, per exemple, una petita part de la zona urbana està exposada al perill d'esllavissades) i sense necessitat (aquells que, per exemple, no estan exposats a esllavissades).

5.9. Educació, divulgació i informació a la societat

Per facilitar la gestió del risc cal dur a terme les accions següents: fomentar la cultura d'autoresponsabilitat davant del risc, controlar els interessos especulatius del sòl i informar la població exposada sobre la seva seguretat. D'aquesta forma l'Administració facilitarà la gestió del risc a llarg termini.

La tasca educativa és relativament econòmica i té resultats molt positius a llarg termini. Per tant, cal fomentar-la per evitar que la gestió del risc triï el camí de la insostenibilitat i anem relegant el problema cap a les generacions futures. És convenient que tothom sigui conscient que és més econòmic evitar el risc que ocupar terrenys exposats. La tasca educativa s'hauria de desenvolupar mitjançant activitats en l'àmbit de l'escolarització obligatòria (primària i/o secundària).

La divulgació es podria desenvolupar per mitjà d'exposicions itinerants, xerrades, webs, etc. És convenient que es faci especialment als municipis exposats al risc d'esllavissades.

Una altra tasca important és la informativa davant de catàstrofes. Una informació correcta a partir dels mitjans de comunicació facilitarà la gestió d'emergències i tranquil·litzarà la població en situacions de risc. El tipus d'informació i el mitjà podria estar desenvolupat en un pla d'emergències específic d'esllavissades (apartat 5.8).

Agraïments

Per a la redacció d'aquest treball ha calgut d'entrevistar diversos professionals en esllavissades, els quals poden no compartir els resultats presentats:

Eugenia Álvarez (Direcció General de Carreteres)
Jordi Amigó (Eurogeotécnica, SA)
David Brusi (Universitat de Girona)
Jordi Corominas (Universitat Politècnica de Catalunya)
Carles Fañanas (Direcció General de Medi Natural)
Jesús Fernández (Forestal Catalana)
Marcel Hürlimann (Universitat Politècnica de Catalunya)
Maria Àngels Marquès (Universitat de Barcelona)
Pere Martínez (Institut Geològic de Catalunya)
Joan Palau (Geocat Gestió de Projectes)
Carles Raimat (Geobruigg Ibérica)
Carles Roqué (Universitat de Girona)
Hening Schwarz (Gestió d'Infraestructures, SA)
Maria Àngels Trèmols (Direcció General d'Urbanisme)



Referències

BAEZA, C., COROMINAS, J. (2001). "Assessment of shadow landslide susceptibility by means of multivariate statistical techniques". A: ***Earth surface processes and landforms***, 26, 2001. p.1251-1263.

COPONS, R. (2004). ***Avaluació de la perillositat de caigudes de blocs a Andorra la Vella (Principat d'Andorra)***. Barcelona: Universitat de Barcelona, Departament de Geodinàmica i Geofísica de la Universitat de Barcelona. (Tesi doctoral, 244 p.+ 12mapes).

COPONS, R. (2007). ***Avaluació de la perillositat de caigudes de blocs rocosos al Solà d'Andorra la Vella***. Principat d'Andorra: Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra. Institut d'Estudis Andorrans (Sant Julià de Lòria). 213p. + 11 mapes.

COROMINAS, J. (1985). "Els riscos geològics" A: ***Història Natural dels Països Catalans***. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, Vol. 3, p. 225 -270.

COROMINAS, J. [et al.] (2005). ***Quantitative assessment of the residual risk in a rockfall protected area***. Landslides, 2 (4). p. 343-357.

HÜRLIMANN, M. [et al.]. (2003). "Debris-flow events in the Eastern Pyrenees. Preliminary study on initiation and propagation". A: Rickenmann, D. i Cheng-Lun, C. (eds.): ***Debris flow hazards mitigation: Mechanics, prediction and assessment***. Rotterdam: Millpres, 2003. p. 115-126.

MARQUÈS, M.A.; MARTIN, E. i GASCÓN, M. (2000). ***Estudi per fotointerpretació dels efectes geomorfològics dels aiguats del 10 de juny de 2000 al Parc Natural de Montserrat***. Barcelona: Universitat de Barcelona, Departament de Geodinàmica i Geofísica. (1 memòria + 10 mapes, inèdit).