

Riscos generats per processos geodinàmics interns

Terratrèmols i volcans són els fenòmens d'origen geològic més devastadors que hi ha, i contra els que, sovint, no s'hi pot fer res. A més, les catàstrofes d'aquestes magnituds es succeeixen moltes vegades sense previ avís.

1. Sismes

1.1 Sismicitat

S'anomena sismicitat a la probabilitat de que es produeixi un terratrèmol destructiu en una determinada regió.

Tot i que aquest risc no és zero a cap zona de la Terra, el 90% dels terratrèmols es concentren en els límits de les plaques litosfèriques i les seves rodalies.

A nivell mundial hi ha 3 grans franges de sismicitat elevada:

Cinturó circumpacífic: inclou totes les zones de subducció de les plaques pacífica, de Cocos i de Nazca i les falles transformants entre la placa nord-americana i la placa pacífica.

Cinturó mediterrani i transasiàtic: es tracta d'un alineament est-oest que engloba totes zones de col·lisió de la placa euroasiàtica amb les plaques africana, aràbica i indoaustraliana.

Límits divergents: inclou totes les dorsals situades enmig dels oceans Atlàntic, Índic i Pacífic, així com el Rift Valley africà.

La península Ibèrica es troba globalment dins d'una zona de sismicitat moderada, però podem diferenciar algunes zones:

Zona	Sismicitat	Causes
Pirineus i les serralades Bètiques	La probabilitat de que es produeixi un sisme destructiu en un període de 50 anys s'ha xifrat en un 70%	Compressió entre la placa Euroasiàtica i la subplaca Ibèrica, i entre aquesta i l'Àfrica, respectivament
Zona Cantàbrica i les costes del sud-oest de la península	La probabilitat de que es produeixi un sisme destructiu en un període de 50 anys s'ha xifrat en un 30%	
Sistema litoral català	a probabilitat que es produeixi un sisme destructiu és baixa, però els sismes de baixa magnitud sovintegen	Distensió en direcció est-oest lligada a un sistema de foses tectòniques entre el riu Rhin i el litoral valencià

1.2 Danys causats pels sismes

Danys provocats pels terratrèmols:

Alteracions en el medi natural

- **Inestabilitat de vessants:** Poden provocar despreniments, esllavissades i allaus.
- **Tsunamis:** Les falles submarines, esllavissades o despreniments en el fons poden generar ones petites però molt ràpides a les zones profundes. En arribar a la costa redueixen la seva velocitat i longitud d'ona però guanyen molta altura transformant-se en molt destructives.
- **Liqüefacció:** Es genera en sediments no consolidats i saturats d'aigua. L'estovament del terreny provoca l'esfondrament d'edificacions i la destrucció d'estructures enterrades (conduccions, parkings, etc.)

Alteracions en el medi humà:

- **Víctimes:** Morts o ferits entre la població.
- **Destrucció construccions:** Danys en construccions d'edificis, ponts, etc.
- **Trencament conduccions:** La ruptura de conduccions de gas, llum i aigua provoca talls en el subministrament i pot ser l'origen de grans incendis.
- **Danys en vies de comunicació:** Destrucció total o parcial d'infraestructures de qualsevol tipus.
- **Danys indirectes:** Pèrdues de collites, aturada de la producció industrial, epidèmies, etc.

1.3 Predicció dels sismes

Hi ha diversos indicis que poden detectar-se abans d'un sisme important. En cap cas es tracta de dades fiables al 100% però, actualment, són les úniques eines de predicció d'aquest risc geològic. Bàsicament podem agrupar-les en dos tipus:

-Estudi dels precursors: Anomenem **precursor** sísmic a qualsevol canvi que pot observar-se en el medi causat per la **dilatància**. Amb aquest nom es coneix el procés lent d'acumulació de forces tectòniques sobre el substrat d'una regió.

Durant la dilatància es produeix un esponjament de les roques amb l'obertura de les petites esquerdes preexistents. Aquest procés és l'origen dels diferents fenòmens precursors:

- Deformacions del terreny (detectades com a canvis d'inclinació de la superfície terrestre).
- Alteracions de la conductivitat elèctrica i la gravimetria.
- Augment de la concentració de radó i del nivell de les aigües subterrànies.
- Petits sismes.

Per poder realitzar acuradament l'estudi de precursors cal fer:

- Estudis topogràfics i geològics detallats de la zona.
- Instal·lar una xarxa de sensors.
- Establir un centre on es realitzi el seguiment i interpretació d'aquestes dades.

-Estudi estadístic dels terratrèmols: l'estudi de la freqüència i distribució dels sismes que han afectat històricament una zona permeten detectar la presència de **llacunes sísmiques**. Amb aquest nom es designen les àrees que malgrat trobar-se dins d'una zona d'elevada sismicitat, no han patit un terratrèmol destructiu des de fa molt temps.

Aquestes zones són aquelles on la probabilitat de que es produeixi un sisme important al llarg dels propers anys és màxima, ja que es troben en tensió.

1.4 Prevenció de risc sísmic

Hi ha tres grups de mesures preventives:

-Ordenació territorial: S'avalua en funció de la perillositat detectada. Aquest valor en calcula a partir dels processos tectònics predominants a la zona i la contribució del substrat. Si aquest és dur es produeix una atenuació de les ones sísmiques i si es tou una amplificació.

Malgrat això, cap país ha estat capaç de portar a terme mesures adients en aquest sentit.

-Construccions sismoresistents:

Lleugeres però rígides.

Amb reforços a les parets de càrrega i a les unions entre bigues i columnes.

Amb pocs elements externs i les conduccions a la vista.

D'altura i extensió adequades en funció de la rigidesa del substrat.

Utilització de materials de construcció que tinguin certa elasticitat.

-Educació:

Elaborar plans d'actuació i fer simulacres a empreses, institucions i centres educatius.

Disposar de petits rebosts als centres de treball i a les cases, amb aliments i medicaments.

Senyalitzacions que indiquin la direcció de les zones més segures.

2. Risc volcànic

2.1 Índex d'Explosivitat Volcànica

Actualment, el risc volcànic s'avalua a partir de l'Índex d'Explosivitat Volcànica (IEV), un paràmetre que té en compte el volum total de material emès, el volum de piroclasts emesos a l'atmosfera, la altura de la columna eruptiva i la durada de l'erupció.

IEV	Denominació del tipus d'activitat volcànica	Predomini a les emissions	Tipus volcànic d'edifici
0 - 1	Hawaiiana	Colades de lava	Escut volcànic
1 - 2	Estromboliana	Colades i piroclasts	Con volcànic
2 - 4	Vulcaniana	Piroclasts i colades	Volcà compost
4 - 5	Pliniana	Colades piroclàstiques	Dom volcànic
5 - 8	Ultrapliniana	Colades piroclàstiques	Caldera volcànica

2.2 Distribució geogràfica del risc volcànic

Com en el cas dels sismes, la majoria de zones amb risc volcànic a la Terra es concentren al voltant dels límits entre plaques litosfèriques. Malgrat això, també hi ha fenòmens de vulcanisme intraplaca. A nivell mundial es pot generalitzar que:

Els volcans amb IEV igual o superior a 5, es troben al cinturó de foc de Pacífic, al Carib i a la zona central i oriental del Mediterrani.

La resta de zones volcàniques és de menor perillositat perquè els valors d'aquest índex és inferior a 5.

A Espanya hi ha diverses zones volcàniques però el risc volcànic és, a grans trets, nul o baix:

A Catalunya hi ha volcans extingits a les comarques de l'Empordà, la Garrotxa i La Selva associats a la distensió (Rift europeu) posterior a l'orogènia alpina.

Diverses zones del sud-est peninsular, com és el cas d'Almeria, tenen àrees volcàniques amb les mateixes característiques.

A l'arxipèlag canari hi ha volcans potencialment actius a totes les illes. Es tracta d'una activitat volcànica intraplaca amb un risc volcànic amb un valor variable dependent de la zona.

2.3. Efectes destructius dels volcans

Els diversos productes que pot generar un volcà generen riscos de característiques diferents:

- **Colades de lava:** Com més fluïdes són les laves més riscos generen ja que poden destruir construccions de tot tipus, tallar vies de comunicació i generar riscos induïts en obstruir cursos fluvials

- **Piroclasts:** Són fragments sòlids i provoquen riscos per impactes directes i per acumulació ja que el seu pes pot provocar l'esfondrament d'edificis. Els de dimensions més petites (cendres) es mantenen en suspensió a l'atmosfera i generen riscos induïts per l'aviació i en erupcions molt fortes han provocat canvis climàtics en àmplies zones del planeta.

- **Núvols ardents o colades piroclàstiques:** Són masses de gas i cendres incandescentes que arrassen tot allò que troben al seu pas.

- **Lahars:** són corrents de fang que baixen pels vessants. Es formen quan les cendres volcàniques es barregen amb l'aigua (llacs volcànics, fusió de neu o precipitacions)

- **Explosions:** quan la lava és viscosa pot taponar el cràter i l'acumulació de gasos pot provocar fortes explosions. Un cas diferent encara més perillós té lloc quan el magma troba una capa freàtica o quan entra aigua marina a l'aparell volcànic. La gran quantitat de vapor que es genera fa esclatar violentament la cambra magmàtica.

- **Tsunamis:** Poden generar-se per explosions volcàniques fortes o per l'esfondrament d'edificis volcànics submarins.

- **Emissions de gasos tòxics:** Ocasionalment poden alliberar-se en grans quantitats generant riscos.

- **Riscos induïts:** Despreniments, lliscament de vessants, obstrucció de cursos d'aigua, pèrdua de collites, etc.

2.4 Predicció de les erupcions volcàniques

De manera semblant al que passava en el cas del risc sísmic, hi ha dos tipus de dades que donen indicis sobre el començament d'una erupció volcànica:

-Estudi dels fenòmens precursors a causa de l'ascensió del magma:

- Sismes de baixa magnitud: augmenten quan l'erupció s'aproxima. Els hipocentres són cada cop més superficials.
- Fumaroles: apareixen de nou, augmenten la seva activitat o varia la composició dels gasos que emeten abans de l'erupció.
- Aigües termals: pot variar la seva temperatura i composició.
- Deformació del terreny: tendeix a abombar-se en ascendir el magma.
- Emisió de cendres: a vegades precedeixen a l'erupció.
- Tremolors volcànics o sorolls: són vibracions del terreny més o menys constants provocats pel desplaçament del magma i de l'ebullició de les aigües termals.
- Altres alteracions: augments en el flux geotèrmic i alteracions geomagnètiques i gravitatòries.

Per a realitzar el seguiment d'aquests precursors cal instal·lar sensors i que hi hagi un equip de tècnics encarregats de recollir les dades i interpretar-les. Els volcans seguits més exhaustivament disposen d'un observatori vulcanològic.

-Estudi de la freqüència i tipologia de les erupcions que ha tingut un volcà:

- Es realitza a partir de dades històriques i l'estudi dels materials volcànics.
- Habitualment com més alt és l'IEV més espaiades en el temps són les erupcions.
- Els volcans presenten períodes de major activitat en els que un volcà redueix el temps entre erupció i erupció i d'altres on passa el procés contrari.

2.5. Prevenció del risc volcànic

La prevenció dels riscos generats per les erupcions volcàniques es basa en 4 aspectes:

-Cartografia de riscos i ordenació territorial: a partir dels coneixements que es tenen sobre les erupcions d'un determinat volcà i la vulnerabilitat del seu entorn, es pot cartografiar els riscos i evitar l'ocupació de les zones de risc.

-Estudi de fenòmens precursors: permeten ordenar l'evacuació davant l'existència d'indícis de l'inici d'una erupció .

-Elaboració de plans d'evacuació: protocols d'actuació en funció de les característiques de cada zona per quan es produeixi una erupció.

-Mesures preventives: Tot i no ser mol habituals, ocasionalment s'han realitzat algunes actuacions directes un cop iniciada una erupció, amb l'objectiu de minimitzar els seus efectes (dics per desviar colades de lava, ús de mànegues per refredar la lava, etc.).