

UNITAT 5 – RISCOS CAUSATS PER LA SISMICITAT I EL VULCANISME:

1. RISC SÍSMIC:

És un risc geològic que l'emprenen els sismes. Com a conseqüència, possibiliten les pèrdues humanes o econòmiques.

El risc sísmic depèn de dos factors principals: del sisme i de l'entorn en què es produeix el terratrèmol.

1.1 SISMICITAT:

És la forma en que es distribueixen els sismes de manera espacial i temporal, tot depenen de les seves característiques.

Tot i que els sismes poden aparèixer arreu del món, normalment, se'ls sols localitzar en zones limítrofes de les plaques tectòniques.

Recordem que: les plaques tectòniques són estructures de la litosfera que es mouen a causa dels corrents convectius que hi ha en el mantell, i són precisament aquests moviments els que generen els terratrèmols.

1.1.1 LA SISMICITAT MUNDIAL:

Les àrees de probabilitat sísmica més elevada són:

- **Cinturó circumpacífic:** Segueix totes les fosses oceàniques i arcs insulars de l'oceà Pacífic (estès des d'Alaska fins a Indonèsia i Nova Zelanda). També és present a les costes de l'Amèrica del Nord, on no s'hi troben fosses però sí falles transformants (Califòrnia).

En aquest cinturó, els sismes estan causats per zones de **subducció** (placa litosfèrica s'enfonsa sota d'una altra) o per **falles transformants** (dues plaques llisquen lateralment).

- **Cinturó mediterrani i transasiàtic:** És una franja continental on s'inclouen totes les serralades al voltant del Mediterrani, que continuen per l'Àsia Menor i Central, el Caucas, l'Himàlaia i el Tibet.

En aquest cinturó, els sismes estan causats per la **col·lisió** entre plaques continentals.

- **Cinturó de dorsals oceàniques:** Inclou les dorsals dels oceans Atlàntic, Índic i Pacífic i, també, la zona del Rift Valley, que travessa des del mar Roig (Àfrica) fins el sud del mateix continent. Són àrees de **distensió** fortament fracturades, a través de les quals ascendeix magma que s'incorpora a la litosfera.

L'eixamplament d'aquestes fractures originen sismes.

1.1.2 LA SISMICITAT A LA PENÍNSULA IBÈRICA:

La península ibèrica es troba en una zona de sismicitat moderada. No obstant, la probabilitat dels fenòmens sísmics, però, no és uniforme a tot el territori.

Els llocs en què Espanya presenta més risc de sismes és en les zones dels Pirineus i a les serralades Bètiques. Aquestes zones s'han vist fracturades a causa de la col·lisió de les plaques Eurasiàtica i Africana i com a conseqüència s'han generat sismes.

1.1.3 LA SISMICITAT A CATALUNYA:

A Catalunya es poden definir dues zones amb una probabilitat sísmica més elevada que la resta:

- **Pirineus, Prepirineus i Serralada Transversal:** És l'àrea amb més sismicitat. Té una zona de contacte entre la subplaca Ibèrica i la placa Eurasiàtica. Els moviments que van generar aquestes plaques van formar dites serralades. Aquestes plaques són la causa de l'activitat sísmica.

- **Sistema Mediterrani Català:** És l'àrea amb menor sismicitat. És una zona de distensió i té nombroses falles. Els moviments que van generar els blocs que formen aquest sistema són l'origen de l'activitat sísmica.

1.2 EFECTES DESTRUCTIUS DELS SISMES:

Els danys que ocasionen els sismes s'agrupen en tres categories:

1.2.1 ALTERACIONS EN EL MEDI NATURAL:

- **Inestabilitat de vessants:** Les vibracions sísmiques ocasionen fenòmens de vessant, com: caigudes, lliscaments i moviments de massa. Les zones més afectades són aquelles en què les roques superficials són més dèbils, on el terreny és força humit o bé en zones d'embassaments o de llacs naturals, ja que els poden trencar i provocar riudes o inundacions.

- **Formació de tsunamis:** Les vibracions sísmiques amb epicentres marins provoquen el moviment de falles oceàniques i lliscaments o esllavissades a la costa o al fons marí i, com a conseqüència, s'esdevé la formació d'onades intenses. Es caracteritzen per tenir onades de poca alçària que viatgen a gran velocitat per alta mar i que s'acaben transformant en onades gegants al arribar a la costa i, conseqüentment, provoquen greus destrosses i nombroses víctimes. També s'originen per la formació de calderes submarines durant una erupció volcànica. Transmeten a l'aigua una immensa quantitat d'energia en forma de moviment ondulatori. Com més profund sigui l'oceà, més ràpid es desplaçarà el tsunami, tot i que la mida de l'onada serà gairebé petita. No obstant, conforme vagi avançant, es topirà amb zones marítimes menys profundes, anirà més lent i es formaran ones de gran alçària (poden superar els 30 metres). Anteriorment, les aigües costaneres es retiren mar endins de cop i aquestes tornen en forma d'onades de quatre metres.

Sols els sismes de gran intensitat poden formar tsunamis, normalment donats a l'oceà Pacífic a causa del cinturó de zones sísmicament molt actives que l'envolta.

- **Liquèfacció:** Procés poc comú. S'esdevé quan el material del sòl està poc consolidat i es troba saturat d'aigua quan apareix una ona sísmica. Així, el sòl és molt mòbil i les construccions subterrànies, com: clavegueres, es trenquen i són impulsades cap a la superfície. Tanmateix, algunes construccions superficials s'esfondren per l'estovament de la terra.

1.2.2 DANYS EN EL MEDI HUMÀ:

- **Víctimes:** Els sismes causen morts o ferits degut als efectes que s'han esmentat anteriorment.
- **Destrucció total o parcial de construccions:** Els sismes poden causar danys greus depenent de la qualitat i adaptació de la construcció que té com a normativa antisísmica.
- **Trencament de conduccions de gas, aigua i electricitat:** Afecta majoritàriament a la ciutat quan presencia un sisme. Poden originar incendis i inundacions.
- **Danys en vies de comunicació i altres infraestructures:** Els sismes poden afectar a construccions sensibles, com: vies de tren, autopistes i carreteres, embassaments, ports, aeroports, ponts, etc.

1.2.3 DANYS INDIRECTES:

S'inclouen tots aquells efectes que no es produeixen en el mateix moment del sisme, com ara: les pèrdues de collites, l'estrès posttraumàtic en les persones, la disminució de l'economia o l'aparició d'epidèmies.

1.3 GESTIÓ: PREDICCIÓ I PREVENCIÓ DELS SISMES:

Actualment és impossible predir amb certesa on i quan hi haurà un sisme. No obstant, s'han dut a terme diferents estudis.

1.3.1 PREDICCIÓ I PRECURSORS:

L'estudi sísmic ha permès determinar l'existència de diversos precursors que indiquen la proximitat d'un sisme fort mitjançant un procés anomenat: dilatació (s'esdevé quan hi ha fortes tensions que espongen les roques i n'eixamplen petites esquerdes preexistents).

Es consideren precursors d'un possible sisme:

- Les dilatacions o deformacions del terreny.
- Les alteracions gravitacionals.
- L'augment de la concentració de radó (un gas noble) en les aigües subterrànies, que és alliberat per les roques en esquerdar-se.
- Presència de petits sismes locals causats per la tensió.

1.3.2 PREDICCIÓ A LLARG TERMINI:

Un altre estudi seria el fet de pronosticar la magnitud i localització d'un possible sisme que va ocórrer els darrers anys mitjançant:

- **Estudis estadístics:** Estudien la freqüència de sismes que té una zona determinada, ja que és habitual que els fenòmens sísmics presentin una periodicitat. Abans de que ocorri un sisme fort, s'observa un buit sísmic, és a dir, un període que té una primera fase d'inactivitat sísmica i després d'una activitat sísmica moderada (sismes petits).
- **Llacunes sísmiques:** Realitzant estudis, s'ha comprovat que hi ha zones denominades: llacunes sísmiques. Les llacunes sísmiques són zones d'inactivitat que es troben en una vora convergent entre plaques tectòniques en què, tot i tenir una història de sismicitat coneguda, no s'han produït terratrèmols ni ha presentat activitat sísmica rellevant en els últims anys. Normalment solen estar en la conca del Pacífic.

Amb els estudis actuals, per poder avaluar la probabilitat d'un sisme en una zona determinada caldria fer el següent:

1. Fer un estudi topogràfic i geològic per conèixer les característiques del relleu, sismologia, gravimetria (valor de la gravetat), etc. que ens permetin detectar alguna alteració que pugui produir un sisme.
2. Instal·lar una xarxa de sensors que permetin enregistrar com de fluid, deformat i inclinat és el terreny, sismògrafs, gravímetres, sensors de concentració del gas radó, etc.
3. Establir un centre de vigilància i predicció on es recullin les dades enregistades i se n'observin els possibles canvis que indiquin la probabilitat d'un sisme fort.

1.3.3 LA PREVENCIÓ DELS TERRATRÈMOLS:

Per prevenció entenem el què es pot fer abans que arribi un sisme.

Primerament seria l'ordenació territorial. A partir dels mapes de perillositat, caldria evitar la construcció d'edificacions i/o infraestructures a les zones d'alt risc. A Espanya es va elaborar un mapa de la península ibèrica de perillositat sísmica a partir dels valors:

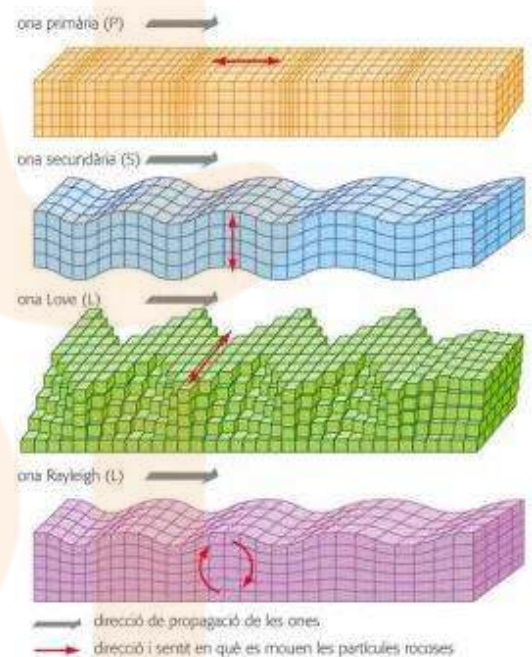
- **Coeficient de contribució (k):** És un paràmetre utilitzat en l'arquitectura perquè permet calcular les estructures més adequades per a cada zona.
- **Acceleració sísmica bàsica o del sòl:** És una dada calculada a partir de la intensitat del terratrèmol.

No obstant, hi ha d'altres mesures més efectives que l'ordenació territorial i que es poden agrupar en dos blocs:

- **Construcció d'edificis seguint la norma sismoresistent:** És una llei espanyola que han de complir els arquitectes. Per a cada zona d'Espanya s'estableix aquesta llei, però amb certes particularitats, ja que tot depèn de la localització i del risc sísmic que pugui patir la zona. En general, la llei estableix:
 - Les edificacions han de ser lleugeres i rígides.
 - Les bigues de les edificacions han d'estar reforçades.
 - Construir certes estructures de l'edificació amb ferro per donar-li més resistència.
 - Evitar elements externs de la edificació (cornises, teules, etc.) que se'n puguin desprendre amb facilitat quan hi ha un sisme.
 - Utilitzar un bon substrat per a cada determinat edifici, tenint en compte la seva alçada i longitud. Si el substrat és rígid, aquest, tendirà a atenuar l'acció sísmica i pel contrari, si el substrat és tou, aquest, tendirà a augmentar l'acció sísmica, i tot això és degut pel fenomen de ressonància.
- **Educació de la població:** Cal saber com s'ha d'actuar quan es produeix un terratrèmol fort. Es pot posar d'exemple el que realitzen al Japó (zona amb força activitat sísmica):
 - A l'àmbit educatiu, consciencien als infants com s'han de protegir si hi ha un sisme.
 - Empreses i centres educatius fan periòdicament simulacres d'actuació davant un terratrèmol.
 - Instal·len farmacioles a les llars, llocs de treball o estudi, en què hi involucren: medicaments, aigua potable, extintors, ràdios, llanternes, etc.
 - A les grans ciutats tenen senyalitzacions que indiquen a la població cap a on s'ha de dirigir en cas d'un sisme fort.

1.4 TIPUS D'ONES SÍSMIQUES:

Ones P o primàries	Ones S o secundàries	Ones L o superficials
Moviment longitudinal	Transversal	Ones Love
Compressions i dilatacions successives de les partícules. Les desplacen endavant i endarrere en la direcció de propagació.	Mouen les partícules com una corda al sacsejar-la des d'un extrem	Desplaçaments horitzontals i perpendiculars a la direcció de propagació a 3 km/s
5 km/s	3 km / s	Ones Rayleigh
Es transmeten per sòlids i líquids*	No es transmeten per líquids	Moviments el·líptics semblant a les ones marines a 2,7 km/s



2. RISC VOLCÀNIC:

2.1 L'AMENACA DE LES MUNTANYES DE FOC:

Les erupcions volcàniques són fenòmens violents que ocasionen riscos per als humans perquè són zones força atractives, ja sigui per: la fertilitat dels sòls, mineria, turisme, etc.

2.2 VALORACIÓ DEL RISC VOLCÀNIC:

Per valorar el riscs que suposa una erupció volcànica, es van fer estudis dels materials que emetia el propi volcà, com: el volum de gasos emesos, quantitat de material piroclàstics, nombre d'explosions, etc.

Així doncs, es va establir l'índex d'explosivitat volcànica (IEV) perquè es pogués determinar el grau de perillositat d'una erupció (que va des del nivell 0 fins al 8). L'IEV té en compte uns paràmetres (volum total del material emès, volum de piroclasts emesos, l'alçada de la columna eruptiva i la durada de la erupció) per assignar-ne en quin nivell es classificaria l'erupció volcànica.

tipus d'activitat volcànica				
denominació	IEV	% de piroclasts o colades piroclàstiques respecte al total de materials emesos	predomini emissió	edifici construït
hawaiana	0-1	0-3	colades de lava	volcà en escut
estromboliana	1-2	40	colades i piroclasts	volcà compost
vulcaniana	2-4	60	piroclasts i colades	volcà compost o con d'escòries
peleana	4-8	99	colades piroclàstiques	banyó volcànic
ultrapeleana	5-8	99	colades piroclàstiques	caldera

2.3 EL RISC VOLCÀNIC ARREU DEL MÓN:

Les zones amb més risc volcànic es troben al voltant dels límits entre plaques litosfèriques i, a menor quantitat, al centre de la placa litosfèrica (vulcanisme intraplaca).

Els volcans més perillosos amb un IEV igual o superior a 5 es troben al cinturó de foc del Pacífic, al Carib i a la zona central i oriental del Mediterrani. La resta, són menys perillosos perquè tenen un IEV inferior a 5.

Troben diferents tipus de magmes, relacionats tant amb l'IEV com amb la tectònica de plaques:

- **Magmes toleítics (pobres en alcalins):** Es donen a les dorsals i hot spots (punts calents), on el vulcanisme és tranquil, de baix risc (oceans).
- **Magmes alcalins:** Es donen en rifts continentals i zones de distensió, on el vulcanisme és de caràcter explosiu mitjà. El material sorgeix directament del mantell.
- **Magmes calcoalcalins:** Es donen en zones de subducció (com el cinturó de foc del Pacífic), on el vulcanisme és d'alt índex d'explosivitat. El material sorgeix de la fricció entre plaques.

A Catalunya, l'activitat volcànica és pràcticament nul·la. Això no vol dir que no hi hagin volcans, sinó que aquests es mantenen inactius.

2.4 EFECTES DESTRUCTIUS DELS VOLCANS:

Els diferents materials que poden emetre els volcans i generar possibles riscos són:

- **Colades de laves:** Les més perilloses són les de tipus bàsic perquè són ràpides i fluides. Les colades poden destruir construccions de tot tipus i generar riscos induïts.
- **Caiguda de piroclasts:** Són fragments de roques sòlides o semisòlides emeses pel volcà. Provoquen riscos perquè, si s'acumulen, el seu pes pot esfondrar edificis. També, si es mantenen en suspensió a l'atmosfera, pot generar un risc induït per a l'aviació o bé poden originar canvis climàtics temporals a tot el planeta.
- **Núvols roents (colades piroclàstiques):** Són masses de gas i piroclasts que es desplacen pel sòl a gran velocitat.
- **Lahars:** Són corrents de fang que baixen per l'estructura del volcà (vessant). Es formen quan les cendres es barregen amb l'aigua procedent de la fusió de la neu del cim del volcà o de precipitacions intenses.
- **Explosions:** Els volcans amb laves viscoses provoquen fortes explosions, com: erupcions freàtiques, que aquests s'originen quan el magma del volcà entra en contacte amb el sòl o d'una superfície que conté aigua (aquífer). Això genera una gran quantitat de vapor que fa esclatar la cambra magmàtica.
- **Tsunamis:** S'originen per explosions volcàniques fortes o per l'esfondrament d'edificis volcànics costaners o submarins (caldera volcànica).
- **Emissions de gasos tòxics:** Els volcans actius poden emetre gasos tòxics (òxids de sofre i/o de carboni) que es mantenen en suspensió a l'atmosfera i, posteriorment, poden afectar a la població.
- **Riscos induïts diversos:** A part dels riscos induïts esmentats, les erupcions volcàniques també poden generar: desprendiments, lliscament de vessants, moviments de massa, obstrucció de cursos d'aigua, canvis climàtics, contaminació atmosfèrica, etc.

2.5 LA GESTIÓ DEL RISC VOLCÀNIC:

2.5.1 PREDICCIÓ DE LES ERUPCIONS VOLCÀNIQUES:

Actualment, la predicció d'erupcions volcàniques es basa en l'estudi dels fenòmens precursors que són conseqüència de l'ascensió del magma:

- **Sistemes i sorolls:** S'intensifica quan l'erupció volcànica s'aproxima.
- **Fumaroles:** Poden aparèixer abans de l'erupció o bé intensificar-se si ja hi eren presents.
- **Deformació del terreny:** Quan el magma ascendeix provoca lleugeres elevacions del terreny. Això es detecta amb aparells especials, com: inclinòmetres.
- **Emissió del cendres:** Poden aparèixer petites columnes de piroclasts abans d'una possible explosió volcànica.
- **Tremolors volcàniques:** Són vibracions del terreny provocades per l'ascens del magma i l'ebullició de les aigües termals.
- **Altres alteracions:** S'acostumen a produir augments geotèrmics i variacions giromagnètiques i gravitatòries.

Una altra forma de poder predir les erupcions volcàniques és a partir de l'estudi de la freqüència en què s'hi produeix una erupció volcànica en una determinada zona.

2.5.2 PREVENCIÓ DEL RISC VOLCÀNIC:

Les erupcions volcàniques no es poden controlar, però sí que podem minimitzar els riscos que poden ocasionar establint una prevenció que es basa en tres aspectes principals:

1. **Cartografia de riscos i ordenació territorial:** A partir dels coneixements d'un determinat volcà, s'estudia la vulnerabilitat del seu entorn i s'elabora una cartografia de riscos mitjançant una bona ordenació territorial.
2. **Estudi de fenòmens precursors:** A partir de les característiques que presenti el volcà, s'hauran d'estudiar quins precursors afluïren abans de l'erupció volcànica. Això es facilita instal·lant diferents observatoris.
3. **Elaboració de plans d'evacuació:** Un cop adquirits els coneixements anteriors, caldrà elaborar protocols d'actuació per quan es produeixi l'erupció amb la finalitat de poder minimitzar els riscos de forma cohesionada.