

TEMA 10: RISCOS XEOLÓXICOS

1- CONCEPTO DE RISCO E DANO

A UNESCO define **risco** como a probabilidade de que un fenómeno natural ou artificial cause perda de vidas humanas, propiedades ou capacidade produtiva.

As perdas ás que fai referencia a definición se chaman **danos**, polo que podemos redefinir risco como a probabilidade de que un determinado fenómeno cause un dano.

Según o fenómeno que potencialmente pode causar un dano clasificamos os riscos en tres categorías: **naturais**, nos que non interven a actividade humana; **antrópicos**, causados pola actividade humana; e **inducidos** que son fenómenos naturais cuxa perigosidade se ve incrementada pola acción humana.

Anque esta distinción non é demasiado estricta e existen moitas situacións intermedias velaí uns exemplos: un seísmo é un risco natural mentras que un accidente de tráfico o é artificial. A perigosidade dun seísmo se pode ver incrementada pola construción de asentamentos humanos en zonas pouco axeitadas polo que se converte nun risco inducido.

1.1- FACTORES DE RISCO

Os danos ocasionados por un determinado fenómeno dependen de tres factores:

- Perigosidade (P), que é a capacidade do fenómeno de producir danos debido á súa intensidade e á frecuencia ca que acontece. Por exemplo un seismo que canto máis elevada sexa a súa intensidade máis capacidade destrutiva terá.
- Exposición (E), que é o número de habitantes e bens materiais suxeitos á acción dese fenómeno. No caso do seismo os danos non serán os mesmos se acontece no medio do océano que se o fai nunha zona intensamente poboada.
- Vulnerabilidade (V), nos mide a susceptibilidade dos bens expostos a ser danados por ese fenómeno. No caso do seismo aquelas construcións máis robustas sufrirán menos danos que as construídas de maneira pouco axeitada.

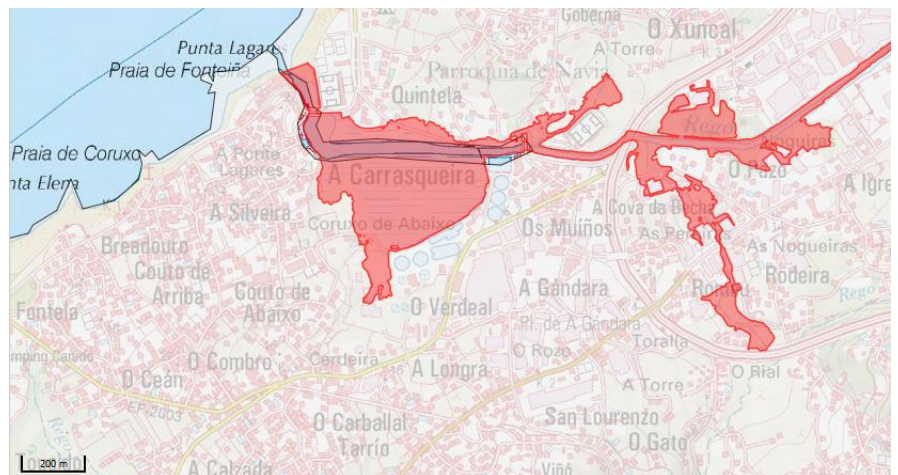
$$R = P \times E \times V$$

Estes parámetros se poden cuantificar e o risco total, expresado en dólares, ven dado pola fórmula da esquerda. Este tipo de cálculos son habituais para o pago de indemnizacións, pólizas de seguros, ordeación do territorio, etc.

1.2- PREDICION E PREVENCIÓN. MAPAS DE RISCO

Entendemos por **predición** a determinación do lugar e o momento no que se vai producir un determinado fenómeno susceptible de causar danos. Esta información adoita presentarse en **mapas de risco** nos que se sinalan as zonas nas que se preve que aconteza un determinado fenómeno cunha intensidade e unha frecuencia determinadas. Por exemplo a imaxe inferior é un mapa de risco de inundación nas proximidades do río Lagares cun periodo de retorno de 10 anos. O **periodo de retorno** é o tempo promedio entre dous fenómenos consecutivos de intensidade semellante.

Ca axuda destes mapas se poden establecer medidas de prevención. Chamamos **prevención** a aquelas actuacións destinadas a minimizar os danos que pode causar un determinado fenómeno. Normalmente estas medidas actúan diminuindo a exposición e a vulnerabilidade xa que a perigosidade dun fenómeno é dificilmente evitable.



Por exemplo imaxina que tes prevista unha viaxe turística a unha certa zona. Un fenómeno meteorolóxico adverso (choiva, vento, neve) é un risco xa que dificultaría a túa actividade turística causandoche un dano (económico, etc).

A consulta do pronóstico do tempo (predición) che pode axudar a planificar a túa viaxe de tal xeito que se se prevé unha climatoloxía adversa podes tomar medidas preventivas. Por exemplo suspender a viaxe (reduces a exposición) ou levar roupa axeitada e programar actividades alternativas (reduces a vulnerabilidade) o que minimiza os danos do fenómeno.

DANO E RISCO

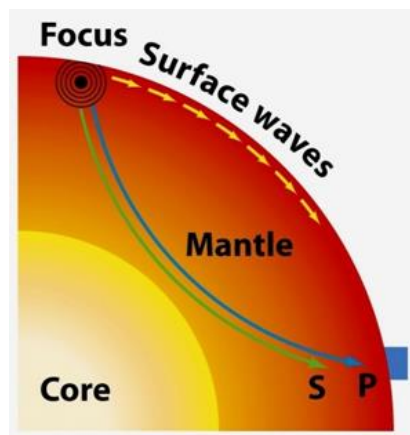
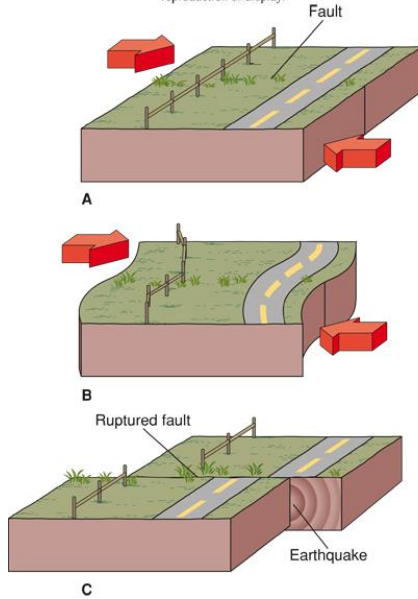
Non debes confundir dano con risco. O risco é a probabilidade de que aconteza un dano e a súa avaliación é anterior a que se dea o proceso que causa o dano. Cando se produciu o fenómeno aparecen os danos que se avalían para remedialos na medida do posible e tomar medidas para que non volvan a acontecer.

Os **RISCOS XEOLÓXICOS** se clasifican en internos, externos e extraterrestres. Os **asociados ao sistema interno** son aqueles que derivan de fenómenos causados polo calor interno da Terra e principalmente son os seismos e os volcáns.

2- OS SEISMOS

2.1- XENERALIDADES

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



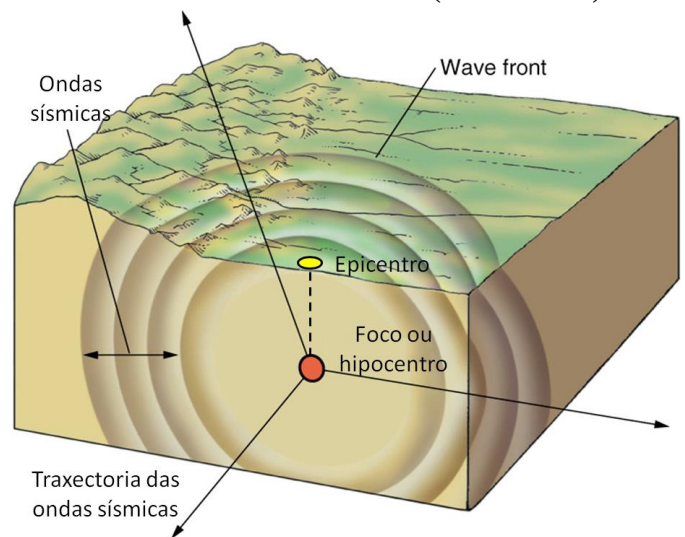
Un **seismo** ou **terremoto** é unha sacudida ou tremor na codia terrestre que causa unha **brusca liberación de enerxía**.

A maioría dos seismos se orixinan en zonas sometidas a esforzos de cizalla mediante un mecanismo chamado **rebote elástico** que tes ilustrado na imaxe adxunta. Como podes ver os esforzos van provocando unha dobrez na rocha ata que esta racha ou se despraza nunha fractura xa existente. Nese momento os bordes dobrados da rocha, dada a súa elasticidade, recuperan a forma inicial liberando de golpe a enerxía acumulada. O proceso da rotura dun pao que tes na figura inferior é moi similar e che pode axudar a endender mellor este concepto.

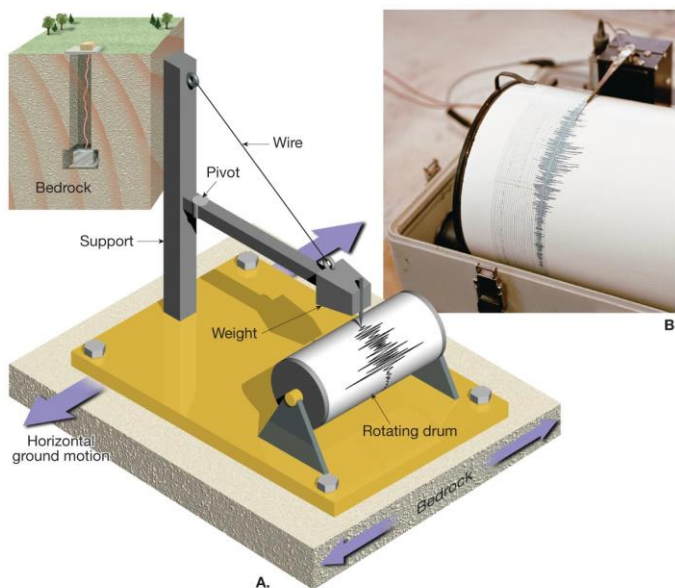


A zona onde se orixina o seismo chámase **foco** ou **hipocentro** e está a unha profundidade variable que pode acadar os 700 km. O punto máis próximo ao foco na superficie terrestre se chama **epicentro**. A enerxía liberada no foco do seismo é transmitida en tódalas direccións a través de ondas sísmicas (imaxe inferior).

Ondas sísmicas hainas de dúas clases: de corpo e superficiais. As ondas de corpo (das que hai dous tipos: P e S) se propagan polo interior terrestre e transportan a enerxía cara a superficie, mentras que as superficiais so se propagan pola superficie e son as responsables dos danos causados polos terremotos (figura da esquerda)



2.2- A MEDIDA DOS SEISMOS

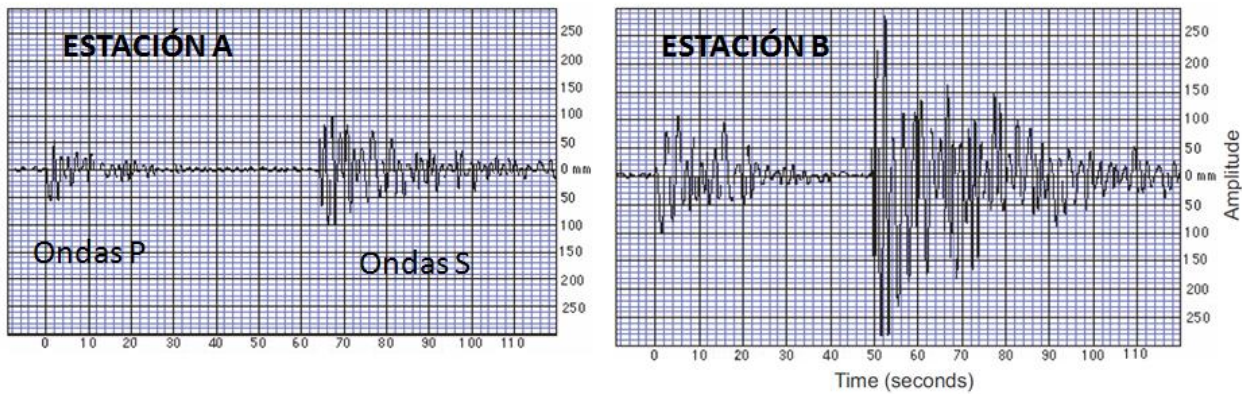


Os seismos se rexistran usando uns aparellos chamados **sismógrafos** dos que tes un esquema na imaxe da esquerda. Como ves consta dun soporte fixado ao sustrato rochoso da zona que leva unido un peso mediante un pivote que permite o movemento deste. Cando a terra treme o soporte se move con ela pero o peso tende a permanecer quieto por inercia o que fai debuxar unha liña quebrada nun tambor rotatorio conectado a un reloxo. Canto máis forte é o tremor maior será a amplitude da liña debuxada. Ao rexistro gráfico dun seismo se lle chama **sismograma**.

EXERCICIO

As imaxes da páxina seguinte son dous sismogramas dun mesmo terremoto recollidos en dúas estacións sísmicas diferentes e onde quedou rexistrada a chegada dos dous tipos de ondas de corpo: P e S.

- Que ondas son máis rápidas, as P ou as S?
- Que dúas diferencias observas entre os dous sismogramas?
- Propón unha explicación a estas diferencias.
- Que estación sísmica está máis cerca do foco do seismo?

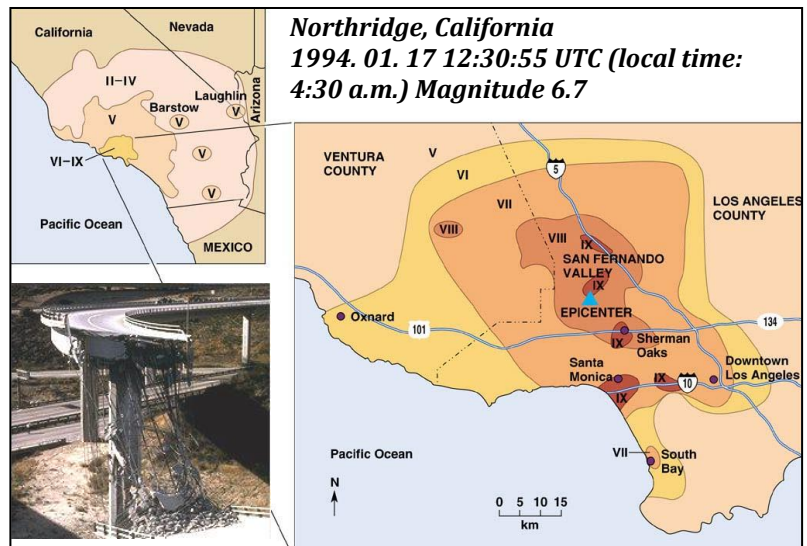


Para medir a forza dun seismo se utilizan dúas escalas: magnitude e intensidade. A **magnitude** mide a **enerxía liberada polo seismo** e se calcula a partir do sismograma. Ten un valor único para cada seismo e se mide utilizando a **escala de Richter**. A partir de magnitude 6 os seismos causan serios danos en edificios ben construídos e o terremoto máis grande rexistrado foi en Chile no ano 1960 cunha magnitude de 9,5.

Pola contra a **intensidade** é unha escala subxectiva e empírica que **se basea nos efectos dos seismos**. Orixinariamente se utilizou a **escala de Mercalli** que sufriu modificacións posteriores e hoxe en día a máis utilizada é a EMS-98 (escala macrosísmica europea do ano 1998) que consta de 12 graos expresados en números romanos para evitar o uso de decimais. Un terremoto de magnitude 6 na escala de Richter se corresponde aproximadamente cunha intensidade VIII.

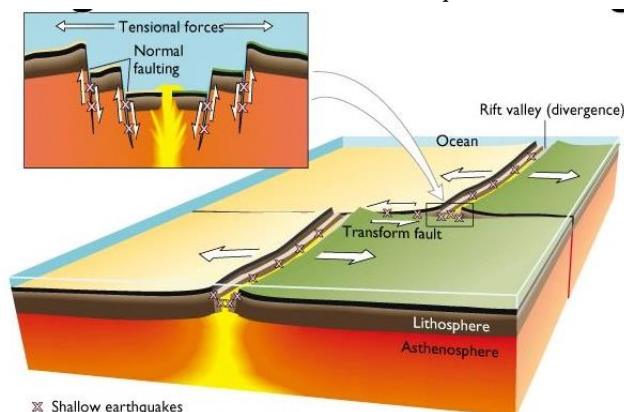
A intensidade non depende so da enerxía liberada polo seismo senón de outros factores, así canto máis lonxe estea unha zona do foco do seismo menor será a intensidade deste.

Na imaxe da dereita tes o exemplo do terremoto acontecido en 1994 en Northridge (California) cunha **magnitude de 6,7** na escala de Richter. No mapa podes ver como a intensidade máxima (IX) está nas proximidades do epicentro e vai diminuindo a medida que nos alonxamos del.



2.3- SEISMOS E TECTÓNICA DE PLACAS

Como xa vimos a maioría dos seismos se orixinan en zonas sometidas a esforzos de cizalla que adoitan estar asociadas aos bordes de placas. Vexamos un resumo:

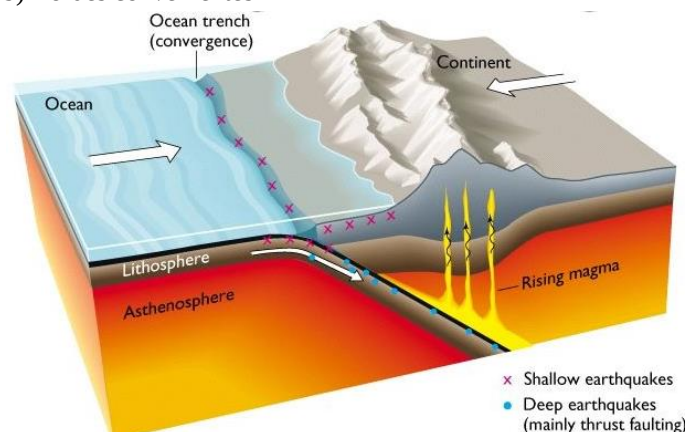


Tanto en zonas de subdución como de colisión continental. Nas zonas de subdución se producen abundantes seismos no plano de Benioff polo rozamento das placas. O foco vai de superficial a profundo podendo acadar os 700 km de profundidade. Nos oróxeos pericontinentais tamén se producen terremotos de foco superficial na zona da placa cabalgante polas fallas orixinadas pola colisión.

a) Bordes diverxentes

Tanto en dorsais oceánicas como en rift continentais se producen abundantes seismos de foco superficial. Como podes ver na imaxe nas dorsais se orixinan no rift axial polo desprazamento dos bloques e tamen nas fallas transformantes asociadas, no caso dos rift continentais so actúa o primeiro dos mecanismos. A profundidade dos focos non supera os 20 km nas dorsais podendo chegar aos 50 km no caso dos rift continentais.

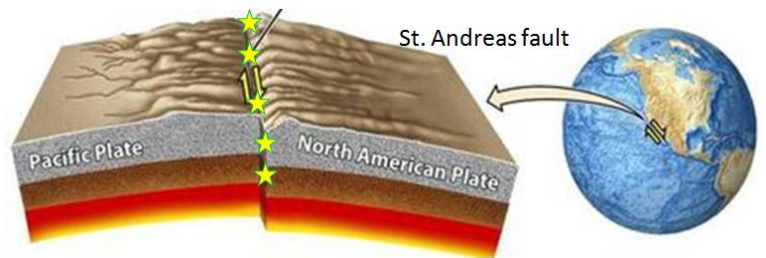
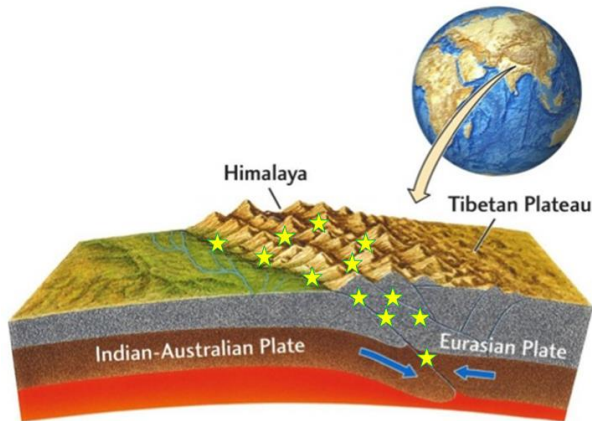
b) Bordes converxentes



No caso da colisión continental non hai subdución polo que a profundidade dos seismos non adoita sobrepasar os 80 km e se orixinan principalmente na zona de colisión das placas polo rozamento destas e a intensa fracturación.

c) Bordes deslizantes

Nestas situacións os seismos se orixinan polo rozamento das placas os focos non adoitan superar os 80 km en zonas continentais como a falla de Santo André en California.

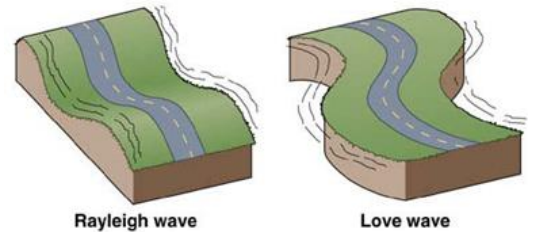


d) Terremotos intraplaca

O interior das placas é relativamente estable pero tamén poden acontecer seismos. Por exemplos nos puntos quentes están causados polas erupcións volcánicas e en zonas non volcánicas se poden orixinar asociados a fallas que ao moverse os bloques por distintas causas provocan terremotos, en xeral de baixa intensidade. É o que acontece en Galicia na provincia de Lugo onde son bastante frecuentes pequenos tremores causados pola falla de Viveiro.

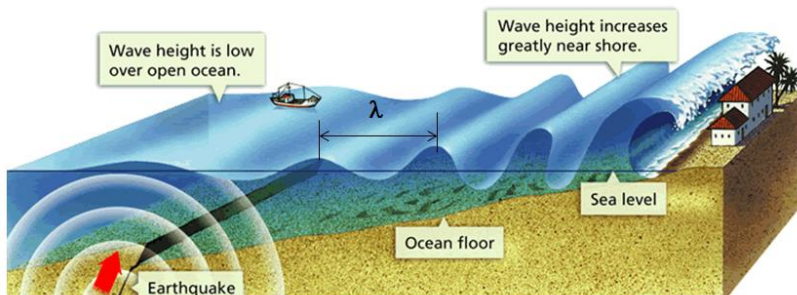
2.4- DANOS CAUSADOS POLOS SEISMOS

Os danos causados polos seismos se deben ás ondas superficiais (imaxe da dereita) que deforman a superficie terrestre provocando numerosos efectos que tes resumidos na figura inferior. Como ves esta deformación causa a destrución de construcións humanas, tanto de xeito directo como indirecto (deslizamentos de terras, inundacións, incendios) ca conseguinte perda de vidas e bens materiais.



Outro importante e destrutivo efecto dalgúns seismos son os **tsunamis** ou **maremotos**. Os tsunamis son ondas xigantes que poden acadar os 50 metros de altura e que xeralmente están provocados por seismos. Para que un seismo xenere un tsunami o

epicentro ten que estar no fondo do océano e o salto da falla que desencadea o seismo ten que ser na vertical. Nestas condicións cando se produce o salto, a auga situada enriba é desprazada e se xenera unha onda que en alta mar ten pouca altura e moita lonxitude de onda (λ) como podes ver na imaxe. A medida que se achega á costa e diminúe a profundidade, aumenta a altura da onda e diminúe a súa lonxitude. Cando



rompe a onda a auga se precipita sobre a costa causando inundacións e outros danos.

2.5- PREDICIÓN E PREVENCIÓN DOS SEISMOS

O coñecemento actual da xeodinámica interna terrestre permite predecir con bastante fiabilidade as zonas onde é máis probable que acontezan os seismos anque non é posible prever con antelación cando van acontecer. Se ven falando de certos indicios (precusores) que indicarían a proximidade dun seismo (emisións de gas radón, comportamento animal, micromovements nas placas) pero non existen datos que avalen a súa eficacia.

Coa rede de sismógrafos a nivel mundial se pode alertar da chegada

das ondas a certas zonas con décimas de segundo de antelación dado o tempo que tardan en chegar dende o foco do seismo. É o que se chama **sistema de alerta inmediata** que pode dar tempo a cortar a enerxía eléctrica e o gas evitando algúns danos.

Por outra banda tamén se pode alertar de certos tsunamis, xa que a velocidade das ondas mariñas é máis lenta ca das ondas sísmicas o que en certas situacións permite gañar unhas horas nas que poñen en marcha plans de evacuación. Para elo existe unha rede de estacións no Pacífico que mide a altura das ondas para detectar os tsunamis.

A **predición** pasa pola elaboración de **mapas de risco sísmico** como o que tes na imaxe que se refire á España cun periodo de retorno de 500 anos. Nel podes ver as zonas onde é máis probable que acontezan seismos de diferente intensidade no periodo de tempo considerado.

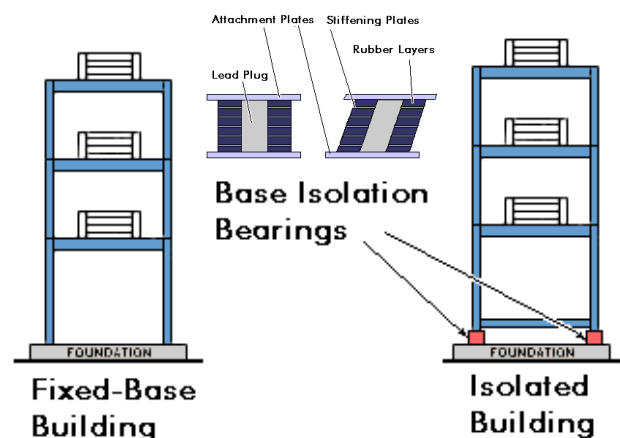
Partindo destes mapas se poden tomar **medidas**

preventivas para minimizar os danos en caso de seismo. Entre estas medidas están as de educación e entrenamento da xente para saber como actuar nestes casos, plans de emerxencia e evacuación, fornecemento de kits con alimentos e material de primeiros auxilios etc. Con todo a medida de prevención máis importante son as **medidas de construción antisísmica**.

A construción antisísmica

Inclúe medidas como as seguintes e das que tes imaxes ao final da páxina:

- Evitar construír en zonas xeoloxicamente inestables como en sedimentos pouco consolidados (areas, gravas) que en resposta ás vibracións non aguantan a cimentación dos edificios (imaxe da dereita)
- Reforzar os edificios con abrazadeiras para aumentar a súa estabilidade.
- Poñer marquesinas (viseras) para que os vidros e os cascotes caian nelas e non no chan onde vai a xente.
- Baixos dos edificios libres para que a xente teña acubillo no caso de seismos.
- Tuberías de auga e gas flexibles para que se deformen e non rompan.
- Nos casos máis extremos se utiliza a cimentación dinámica con amortiguación para que en caso de seismo absorba a vibración e se deforme o menos posible.



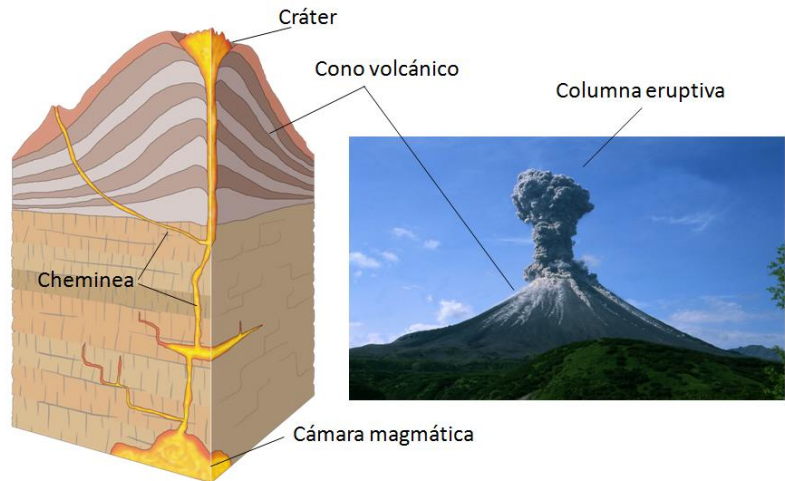
3- OS VOLCÁNS

Os volcáns son fenómenos que se orixinan cando o magma sae ao exterior. Normalmente o magma non está a saír de xeito continuo cara a supereficie senón que o fai en episodios máis ou menos longos chamados **erupcións** e separados por periodos de calma. Isto é debido a que o magma se acumula en cavidades situadas en profundidade chamadas **cámaras magmáticas** e das que xa falamos anteriormente. Cando a presión na cámara magmática é o suficientemente alta se produce a erupción ao saír o magma a través de fendas e condutos nas rochas.

3.1- PARTES DUN VOLCÁN

Nun volcán típico como o da imaxe adoitamos distinguir as seguintes partes:

- Cámara magmática: cavidade en profundidade onde se acumula o magma.
- Cheminea: condutos polos que sae o magma.
- Cono volcánico: acumulación de produtos expulsados polo volcán e que foman unha elevación. Con frecuencia son estruturas complexas e se lle da o nome de edificio ou **aparello volcánico**. No cumio poden presentar unha depresión chamada cráter.
- Columna eruptiva: material gasoso e sólido fino que é enviado a atmosfera polo volcán.



3.2- PRODUTOS EXPULSADOS POLOS VOLCÁNS

Recorda que o magma é unha mestura complexa e cando sae ao exterior e orixinan tres tipos de produtos: gasosos, líquidos e sólidos.

- Produtos gasosos. Son distintos tipos de gases contidos no magma se saen cara a atmosfera: vapor de auga, CO_2 , H_2S , etc. En ocasións se poden producir emisións destes gases anque o volcán non estea en erupción orixinando fenómenos como as **fumarolas** (ricas en vapor de auga) ou **solfataras** (ricas en H_2S).



- Produtos líquidos. Se chaman **lavas** e adoitan desprazarse polas ladeiras do volcán formando unha especie de ríos chamados **coadas**.
- Produtos sólidos. Son os denominados **piroclastos** e adoitan ter unha textura esponxosa debido aos gases que quedan atrapados no seu interior. Se clasifican segundo o seu tamaño: os máis grandes son as **bombas** e os **bloques** (as primeiras son redondeadas debido a que saen en estado plástico e ao xirar no aire adquiren esa forma), os de tamaño intermedio son **lapilli** (como unha graniña) e os máis finos son as **cinzas**. Nas fotos inferiores tes exemplos.



Cando se producen explosións volcánicas se xeneran grandes cantidades de piroclastos de distintos tamaños mesturados con gases que se desprazan a grandes velocidades rente ao chan. A este fenómeno se lle chama coada piroclástica, nube ardente ou fluxo piroclástico.

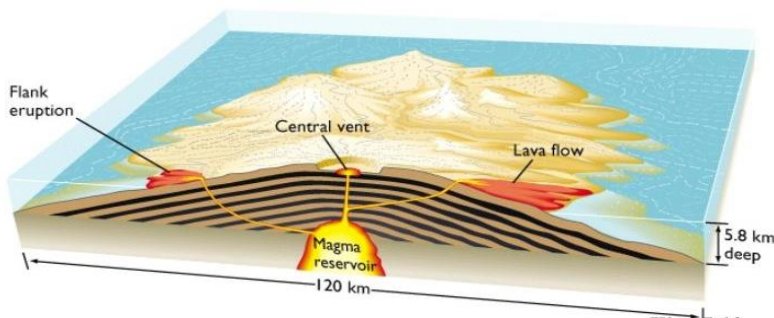
3.3- A PERIGOSIDADE VOCÁNICA: TIPOS DE ACTIVIDADE VOLCÁNICA

As características dunha erupción volcánica dependen das propiedades do magma, principalmente da súa **viscosidade** e contido en **gases**. A viscosidade é a resistencia dun líquido a fluír, dun xeito intuitivo sabes que a mel é mais viscosa ca auga.

En Xeoloxía as erupcións volcánicas se clasifican segundo a súa capacidade para xenerar explosións máis ou menos violentas e se define un parámetro chamado **índice de explosividade volcánica (IEV)** que mide esta capacidade. Canto máis alto sexa o IEV, máis violentas serán as explosións que se xeneren na erupción e polo tanto maior perigosidade presentarán.

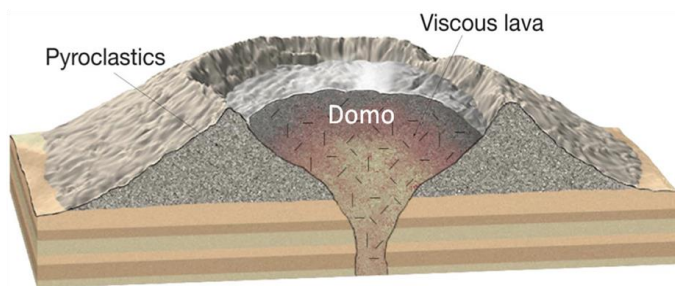
Cada tipo de erupción volcánica orixina un determinado cono volcánico aínda que é frecuente que nunha mesma zona se dean varios tipos distintos de erupcións e que se superpoñan conos volcánicos diferentes dando lugar a edificios máis complexos. Imos ver so tres exemplos de actividades volcánicas e os aparellos que xeneran.

- **Actividade hawaiana.** Está orixinada por magmas moi fluídos e o principal produto emitido son as lavas. Estas forman coadas que tardan en solidificar o que da tempo aos gases a escapar á atmosfera polo que non se provocan explosións. Os conos volcánicos son grandes, con pouca pendente e amplos cráteres que recordan a un escudo pousado no chan e de ahí o nome de **volcáns en escudo**. Son típicos das illas Hawai onde o Mauna Loa é o monte máis alto da Terra medido dende a súa base (figura inferior).



que acadan máis de 2.000 m (Teide, Fuji, Kilimanjaro, Aconcagua, etc) con pendentes bastante fortes.

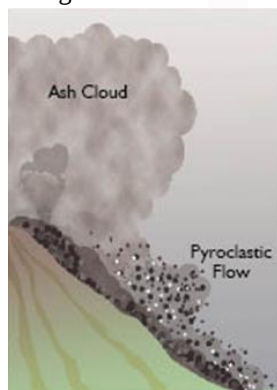
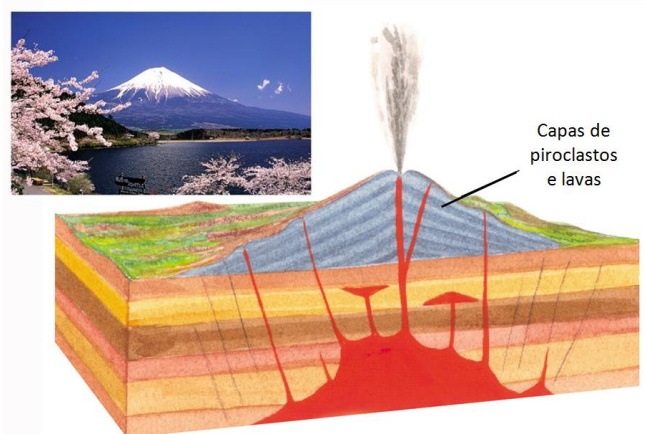
- **Actividade peleana.** Está orixinada por magmas moi viscosos que solidifican xusto ao saír formando un tapón que se chama **domo** se ten forma de cúpula ou **pitón** se



acaba en punta. Se o magma ten poucos gases estes aparellos crecen dende o interior e van rachando pola parte de fora. Pola contra se conteñen gases estes se expanden e provocan fortes explosións que desfán o tapón orixinando piroclastos a moi altas temperaturas mesturados con gases que forman as **coadas piroclásticas** descritas anteriormente e que podes ver na figura adxunta.

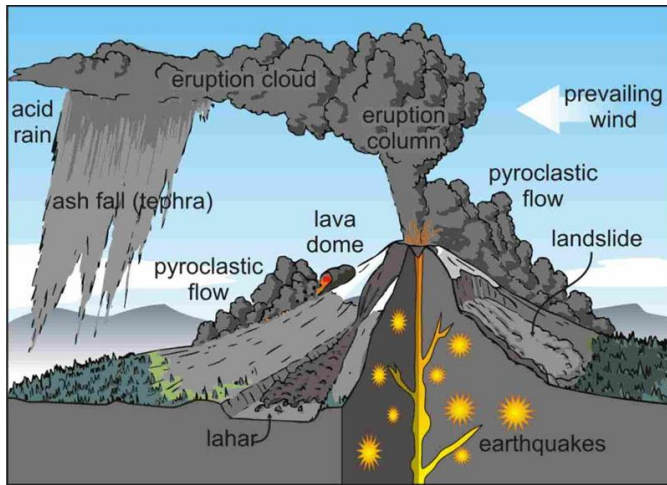
IEV	Clasificación	Descripción	Columna eruptiva	Volumen arrojado	Periodicidad
0	Hawaiana	No explosiva	< 100 m	> 1000 m ³	diaria
1	Hawaiana - Stromboliana	Ligera	100 - 1000 m	> 10.000 m ³	diaria
2	Stromboliana Vulcaniana	Explosiva	1-5 Km	> 10 ⁶ m ³	semanal
3	Vulcaniana Peleana	Violenta	5 – 15 Km	> 10 ⁷ m ³	anual
4	Peleana Pliniana	Cataclísmica	10 – 25 Km	> 0,1 Km ³	cada 10 años
5	Pliniana	Paroxística	> 25 Km	> 1 Km ³	cada 100 años
6	Pliniana Ultrapliniana	Colosal	> 25 Km	> 10 Km ³	cada 100 años
7	Ultrapliniana	Supercolosal	> 25 Km	> 100 Km ³	cada 1000 años
8	Krakatoana	Megacolosal	> 25 Km	> 1000 Km ³	cada 10000 años

- **Actividade vulcaniana.** Magmas de viscosidade e contido en gases intermedios. Adoitan alternar erupcións nas que predominan as lavas (magmas con poucos gases) que dada a súa viscosidade solidifican de xeito bastante rápido con outras máis explosivas con moitos piroclastos (magmas con máis gases). O resultado son uns aparellos volcánicos chamados **estratovolcáns** onde alternan as capas de piroclastos cas de lava solidificada que actúa como un cemento. Son elevacións



3.4- DANOS CAUSADOS POLOS VOLCÁNS

Na figura tes resumidos algúns dos danos que poden causar as erupcións volcánicas:



- A **columna eruptiva** inxecta na atmosfera cantidades variables de gases e cinzas o que pode ocasionar contaminación, por exemplo choiva ácida. Se a cantidade de cinzas é moi grande pode interferir co tráfico aéreo xa que se introduce nos motores dos avións producindo avarías.
- **Lahares** son coadas de barro que se forman ao mesturarse as cinzas das ladeiras dos volcáns con auga procedente da choiva ou do desxeo. Se desplazan a grandes velocidades causando grandes destrozos por onde pasan. Asemade cando este barro sedimenta e seca forma unhas costras moi difíciles de limpar. Se estima que a metade das mortes causadas polos volcáns se deben a este fenómeno.
- **Coadas piroclásticas ou nubes ardentes.** Son a segunda causa de mortalidade provocada polos volcáns. Como xa vimos son masas de piroclastos a elevadas temperaturas

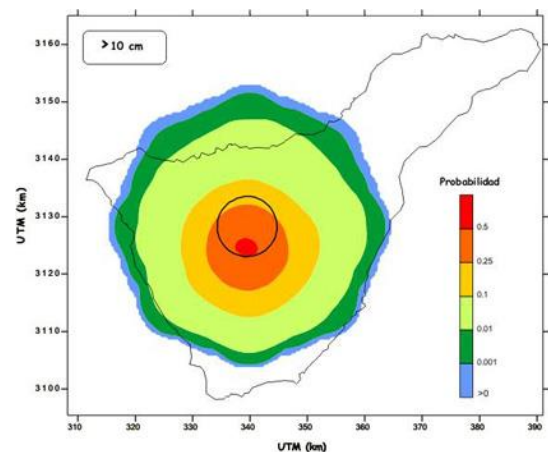
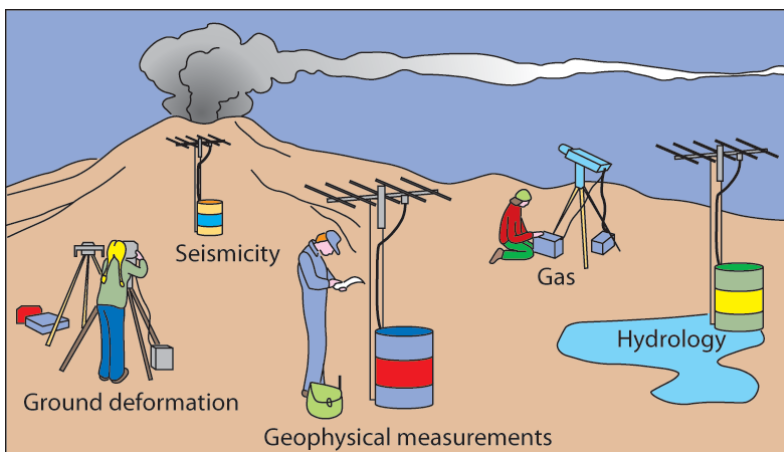
que se desplazan a grande velocidade pola superficie ou moi cerca queimando todo ao seu paso.

3.5- PREDICIÓN E PREVENCIÓN DAS ERUPCIÓNS VOLCÁNICAS

Como no caso dos seismos o coñecemento da dinámica interna terrestre e dos fenómenos volcánicos permite coñecer os sitios onde é máis probable que acontezan erupcións volcánicas así como a súa gravidade. Con esta información se elaboran distintos mapas de risco volcánico que permiten establecer medidas de prevención como a prohibición de construír en certas zonas, preparación de plans de evacuación, etc.

Na imaxe tes un mapa da illa de Tenerife onde se sitúa a probabilidade de que despois dunha erupción volcánica se acumule unha capa de cinza de máis de 10 cm de espesor.

A diferenza dos seismos, as erupcións volcánicas se poden predecir con certa antelación xa que antes da erupción se producen unha serie de acontecementos (precursores) que o indican. Na figura inferior tes resumidos algúns destes **precursores**:



- Seismos, provocados polo movemento do magma no interior do volcán.
- Deformación do terreo.
- Variación na temperatura e composición da auga da zona.
- Emisións de gases.

Nas zonas volcánicas se dispoñen aparellos para medir estes parámetros de xeito continuo (monitorización) e cando se advirten cambios importantes se poñen en marcha as medidas preventivas como plans de evacuación.

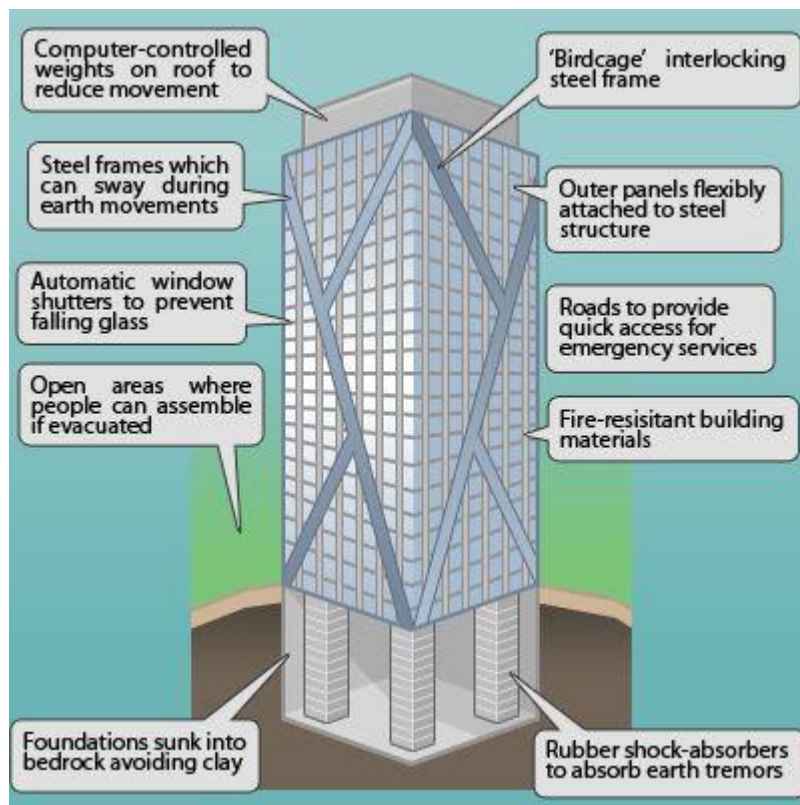
EXERCICIOS

1. Contesta as seguintes cuestións relacionadas cos riscos xeolóxicos.

1.1. Que explicación ten o feito de que os focos sísmicos a nivel mundial se localicen en áreas concretas? Cite dúas desas áreas xeográficas.

1.2. Que efectos producen os tsunamis e en que rexións do planeta é frecuente que se produzan?

1.3. Cales son as diferenzas entre a intensidade e a magnitude dun sismo?



1.4. Explica o significado dos tres grandes factores de risco xeolóxico (perigosidade, exposición e vulnerabilidade) aplicado ó caso de risco sísmico

2. Considera o mapa de riscos da páxina 5.

a) Que tres aspectos se representan nestes mapas?
b) Onde se concentra o maior risco sísmico en España?

c) Que entendemos por período de retorno?

d) Que diferenza existe entre magnitude e intensidade dun terremoto?

3. A figura da esquerda é unha edificación con medidas de construción antisísmica. Traduce os textos.

4. Define os seguintes conceptos:

Lahar - Tsunami

5. O seguinte texto está sacado dun xornal xeneralista de difusión nacional. Leo con atención e responde ás cuestións que aparecen a continuación.

El año sin verano

El estío de 1816 fue un prolongado invierno que dejó tras de sí nieves y cosechas arruinadas. Mejor no olvidar el episodio

El 5 y el 10 de abril de 1815, el monte Tambora, un volcán situado en Sumbawa, en el archipiélago indonesio, entró repentinamente en erupción. El estallido arrojó inmensas nubes de polvo y cenizas a la atmósfera. Más de 12.000 personas murieron en las primeras 24 horas, sobre todo por la lluvia de ceniza y las coladas piroclásticas. Otras 75.000 personas murieron de hambre y enfermedad después de la mayor erupción en más de 2.000 años. Millones de toneladas de cenizas volcánicas y 55 millones de toneladas de dióxido de azufre se elevaron a más de 32 kilómetros en la atmósfera. Las fuertes corrientes de viento arrastraron hacia el oeste las nubes de gotas en dispersión, de forma que dieron la vuelta a la tierra en dos semanas. Dos meses más tarde estaban en el Polo Norte y el Polo Sur. Las finísimas partículas de azufre permanecieron suspendidas en el aire durante años. En el verano de 1815-1816, un velo casi invisible de cenizas cubría el planeta. El manto traslúcido reflejó la luz del sol, enfrió las temperaturas y causó estragos climáticos en todo el mundo. Así nació el tristemente famoso "año sin verano": 1816.

Habrà otra gran erupción que volverà a engendrar un año sin verano: es cuestión de tiempo. El Tambora ha mostrado indicios de actividad en meses recientes, pero los expertos creen que no hay muchas probabilidades de que vuelva a provocar un gran cataclismo. Sin embargo, nunca debemos olvidar que esa misma montaña es la que estalló en una erupción apocalíptica hace 73.000 años. No hay la menor duda de que esa catástrofe llegará, como llegará un gran terremoto, el que los californianos llaman *The Big One*.

Brian Fagan es catedrático emérito de Antropología en la Universidad de California en Santa Bárbara y autor de *La Pequeña Edad de Hielo* (Gedisa).

a) Localiza a zona da erupción no mapa de placas e indica a causa do vulcanismo.

b) Que son as coadas piroclásticas?

c) Cos datos do artigo estima o IEV da erupción?

d) A que se deben os cambios climáticos acontecidos no ano 1816?

6. O artigo da páxina seguinte foi publicado no xornal El País e se refire ao terremoto acontecido en Nepal o 25 de Abril de 2015 e causou 1800 mortos. Leo con atención e responde ás cuestións do final.

Trágica combinación de factores

El terremoto se ha producido en una de las regiones con mayor actividad tectónica de la Tierra

José J. Martínez-Díaz 27 ABR 2015

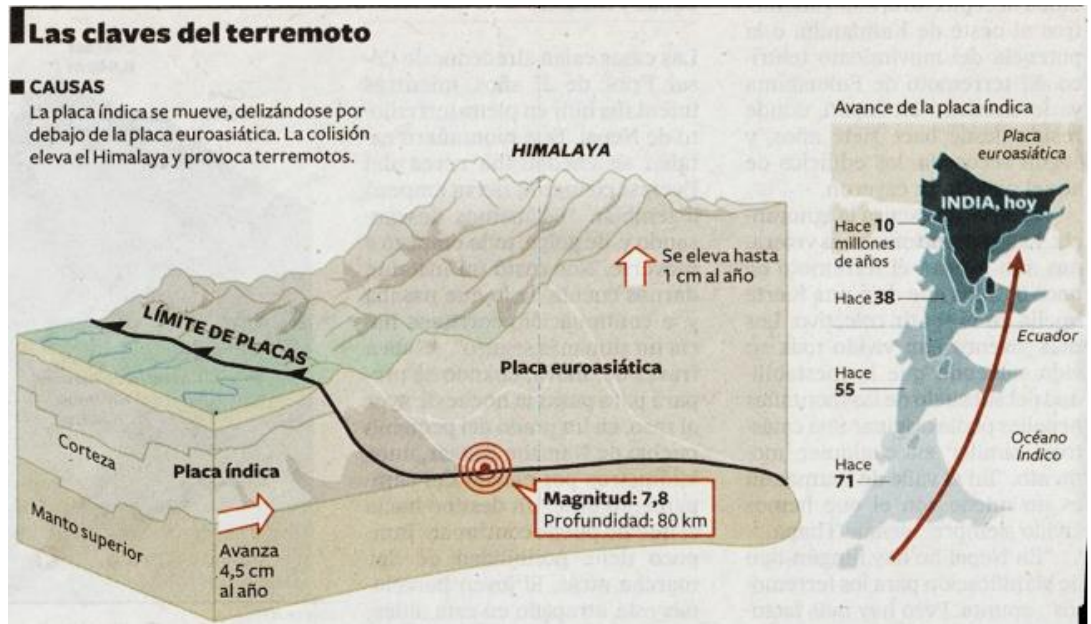
El reciente terremoto de Nepal, con una magnitud de 7.8 y **epicentro** localizado al noroeste de Katmandú, se ha producido en una de las regiones con mayor actividad tectónica de la Tierra como es el frente de deformación tectónica del Himalaya. En el último siglo se han producido en esta zona tres terremotos de magnitudes entre 7.8 y 8.5, y estudios paleosismológicos muestran la ocurrencia de uno de magnitud 8.8 (30 veces mayor que el aquí tratado) en el año 1100.

El cinturón del Himalaya se localiza en la zona de contacto entre dos grandes placas tectónicas, la Placa India al sur, que colisiona con la placa Euroasiática situada al norte. Esta colisión, que funciona desde hace unos 50 millones de años, actualmente se produce con una velocidad de unos 45 milímetros/año, según indican los datos GPS. Ello provoca una enorme concentración de **esfuerzos** y, por tanto, una intensa **deformación** de la corteza en la región, que ha dado lugar a la existencia del cinturón de deformación del Himalaya, así como el levantamiento de la meseta del Tíbet. La deformación de la corteza se produce a través de la formación de innumerables **pliegues** y grandes **fallas**.

El terremoto de Nepal, según los datos de localización preliminar, ha sido producido por una de esas grandes **fallas compresivas** que en geología se denominan **cabalgamientos**. El **hipocentro** del terremoto no es más que el punto concreto de la falla donde se inicia el movimiento repentino de esta, lo que denominamos el proceso de ruptura de la falla. Dura más de un minuto, la ruptura se propaga lateralmente y hacia arriba (semejante a como se propaga una grieta en un parabrisas). Cuanto mayor es la superficie de falla reactivada, mayor es la magnitud del terremoto.

En este caso, los primeros modelos de ruptura apuntan a que este terremoto se ha producido por el movimiento de un área de unos 140 por 60 kilómetros del cabalgamiento frontal del Himalaya. Los mecanismos focales calculados a partir de datos sísmicos indican que el **plano de la falla** presenta una inclinación muy baja. Ello unido a que se trata de un cabalgamiento activo situado a relativamente poca profundidad, ha propiciado que buena

Terremoto en Nepal



José J. Martínez-Díaz es profesor del departamento de Geodinámica de la Universidad Complutense

Cuestionés:

1. Sitúa o terremoto no contexto da tectónica de placas e indica a súa causa.
2. Define os conceptos resaltados en negriña
3. Explica a diferencia entre magnitud e intensidade e indica con que escalas se mide. Por que un mesmo terremoto ten so unha magnitud e non acontece o mesmo ca intensidade?
4. A que trágica combinación de factores se refire o artigo?

EXERCICIOS ABAU

Define: epicentro – hipocentro

Explique onde se dá a maior perigosidade sísmica na Península Ibérica e as súas causas. (ABAU 23)

Explique que son os terremotos, e describa as medidas de tamaño e forza que normalmente se utilizan. (ABAU 21)

Explique brevemente o tipo de risco xeolóxico que pode sufrir a poboación. (Nun exercicio de corte xeoloxico que amosaba un volcán). (ABAU 24)