

# TORMENTA EN LA RAMBLA



## Guía pedagógica sobre INUNDACIONES y TORMENTAS

Las **inundaciones** y las **tormentas** son fenómenos relacionados con la meteorología que provocan pérdidas materiales y humanas cada año. En consecuencia es necesario conocerlas y prevenirlas. La información que encontrarás a continuación te será muy útil sobre todo ante una situación de peligro.



## ÍNDICE

### LA ATMÓSFERA Y SU OBSERVACIÓN

<b>1. EL REGALO DE LAS NUBES</b>	<b>3</b>
◦ El ciclo del agua	3
◦ El clima mediterráneo	5
<b>2. OBSERVANDO LA ATMÓSFERA</b>	<b>6</b>
◦ Estación meteorológica	7
◦ Satélite	8
◦ Globo sonda	9
◦ Radar	9
◦ Mapas de rayos	9
<b>3. PREDICIENDO EL FUTURO</b>	<b>10</b>
◦ Métodos meteorológicos tradicionales	10
◦ Métodos meteorológicos e hidrológicos actuales	11

### FENÓMENOS EXTREMOS Y RIESGOS

<b>4. EL RÍO SE DESBORDA: INUNDACIONES</b>	<b>13</b>
◦ Las inundaciones	13
◦ Causas	15
• Los factores naturales	15
• La influencia humana	16
◦ Tipos de inundaciones	17
• Según su origen	17
• Según su duración	18
• Según su impacto	19
◦ Prevención	20
◦ ¿Qué puedes hacer?	22
<b>5. EL CIELO SE ROMPE</b>	<b>24</b>
◦ Les tormentas	24
◦ Prevención	26
◦ ¿Qué puedes hacer?	28

### INUNDACIONES Y SU ENTORNO

<b>6. HÁBITATS NATURALES</b>	<b>31</b>
◦ Dinámica fluvial	31
◦ Ventajas ¿Qué ventajas?	32





## LA ATMÓSFERA Y SU OBSERVACIÓN

<b>1. EL REGALO DE LAS NUBES</b>	<b>3</b>
◦ El ciclo del agua	3
◦ El clima mediterráneo	5
<b>2. OBSERVANDO LA ATMÓSFERA</b>	<b>6</b>
◦ Estación meteorológica	7
◦ Satélite	8
◦ Globo sonda	9
◦ Radar	9
◦ Mapas de rayos	9
<b>3. PREDICIENDO EL FUTURO</b>	<b>10</b>
◦ Métodos meteorológicos tradicionales	10
◦ Métodos meteorológicos e hidrológicos actuales	11



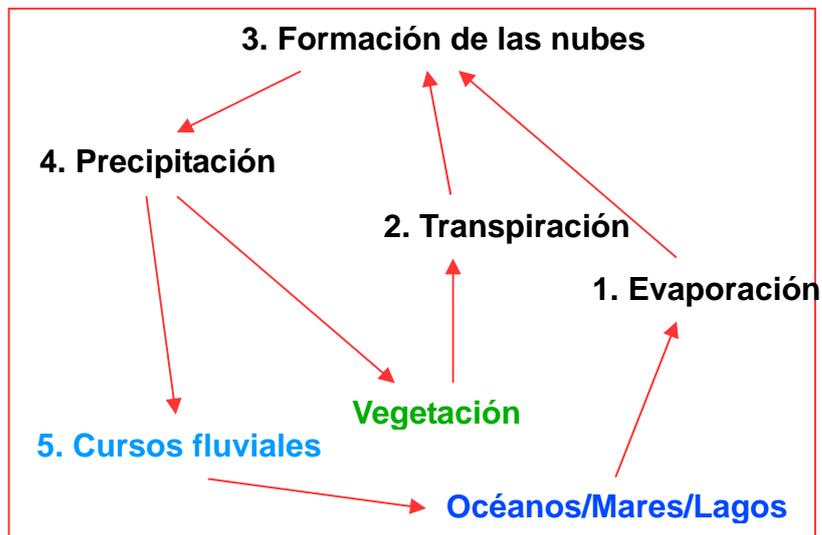
## LA ATMÓSFERA Y SU OBSERVACIÓN

### 1. EL REGALO DE LAS NUBES

En la atmósfera tienen lugar los **fenómenos meteorológicos** o **meteoros**, es decir, cualquier manifestación aérea, luminosa o eléctrica como el viento, la lluvia, la nieve, la niebla, el arco iris, los halos, el rayo, el trueno, etc.

Aunque se considera su límite a 10.000 km de altitud, es en la primera de las capas de la atmósfera donde se dan los meteoros que nos afectan más directamente. Esta capa, conocida como troposfera, tiene un grosor de unos 10 – 13 km. Es dónde se forman las nubes que pueden provocar lluvia, tormentas, rayos, inundaciones, etc. La formación de las nubes forma parte del ciclo del agua.

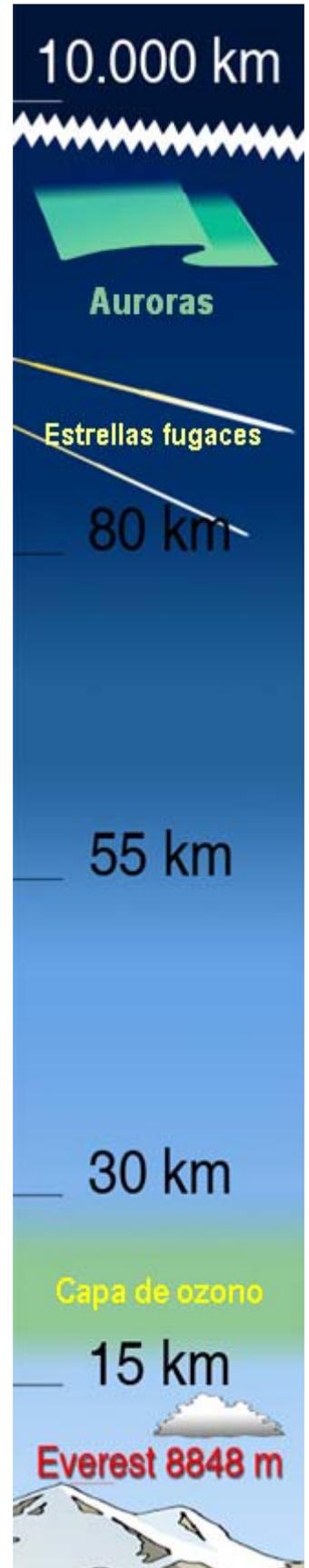
### EL CICLO DEL AGUA



**1. Evaporación:** proceso en el que el agua pasa de estado líquido a gaseoso gracias al calor del Sol. El agua en forma gaseosa (vapor de agua) forma parte de la atmósfera y proviene sobretodo de mares, lagos, ríos, etc.

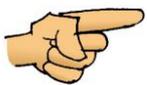
**2. Transpiración:** la vegetación absorbe agua del suelo a través de las raíces. Ésta se traslada hasta las hojas donde se realiza la fotosíntesis. Este proceso implica la pérdida de agua por las hojas en forma de vapor. Este vapor se incorpora a la atmósfera en cantidades proporcionales a la cubierta vegetal. La evapotranspiración es la suma de la transpiración y la evaporación.

**3. Formación de las nubes:** las nubes son grupos de minúsculas gotitas de agua o cristales de hielo que, a causa de su pequeño tamaño (0,01 mm), se sostienen y flotan en el aire. Cuando el vapor de agua de la atmósfera asciende, éste se enfría y pasa de estado gaseoso a líquido. Este proceso llamado **condensación** es el que forma las nubes. A veces el aire puede ascender dentro de la nube a gran velocidad (más de 10 m/s), arrastrar las gotitas y cristales y llegar a formar nubes muy grandes.



**4. Precipitación:** Las gotitas de agua o cristales de hielo suspendidos en las nubes (hasta 1000 gotas/cm<sup>3</sup>) pueden llegar a unirse entre sí hasta adquirir suficiente peso para que se produzca su caída. Según las temperaturas en el interior de la nube y a nivel del suelo, la precipitación será de agua o nieve. Los Cumulonimbus (gruesas nubes que se extienden desde la parte baja de la troposfera hasta alturas de 8000 metros o más) pueden también producir granizo.

**5. Cursos fluviales:** El agua precipitada en el suelo se desplaza por la fuerza de la gravedad hacia las cotas más bajas. Este proceso puede darse directamente sobre el suelo (**escorrentía**), en los cursos fluviales (ríos) o bajo tierra (cursos subterráneos y **acuíferos**). Toda la superficie de terreno que drena agua hacia un río es conocida como **cuenca fluvial**. La gran mayoría de este agua desemboca en mares y océanos, si bien una parte se evapora, otra es absorbida por los seres vivos y otra queda atrapada bajo tierra.

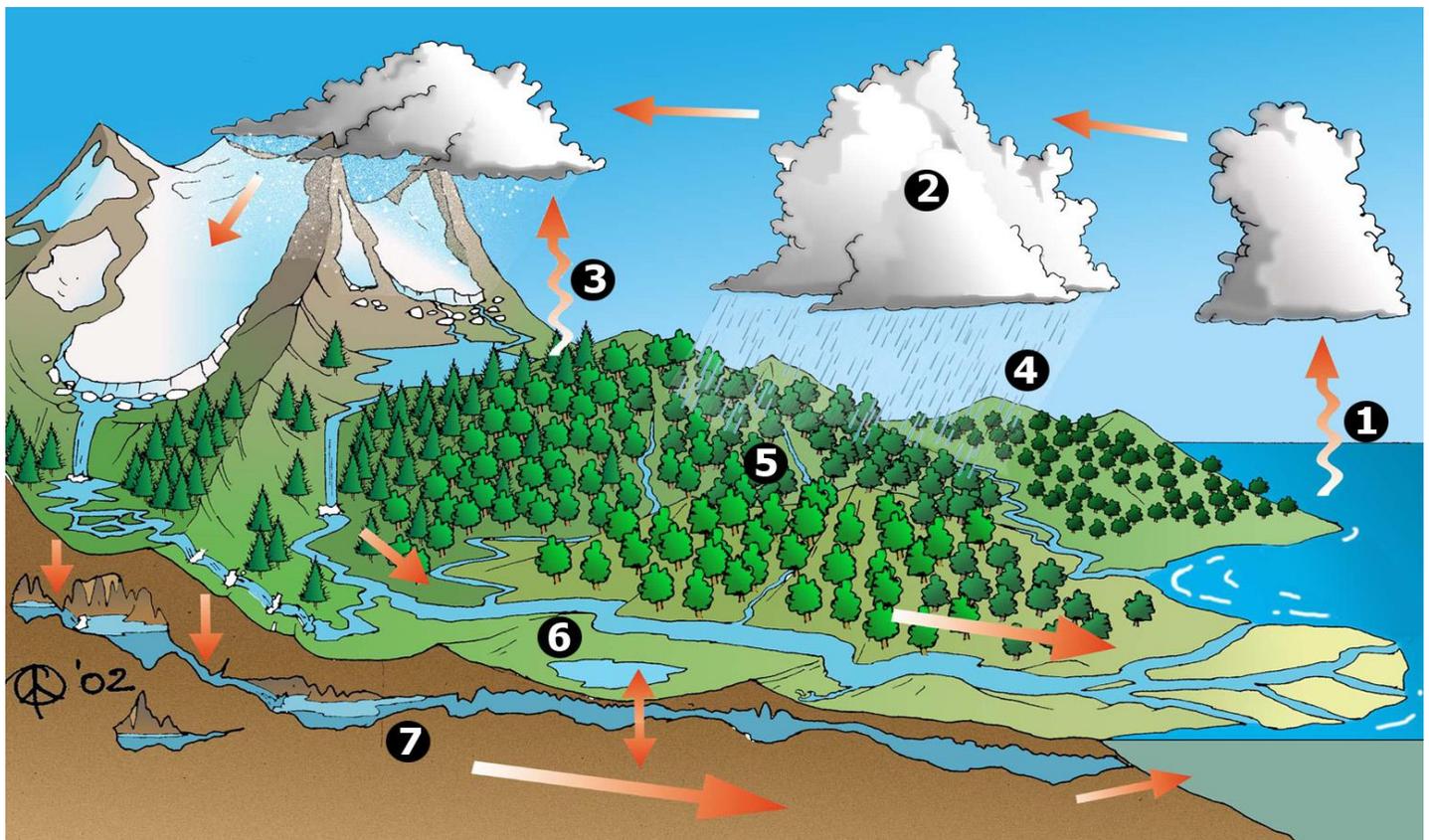


**Según el texto, indicar a qué corresponden los números del esquema:**

EVAPORACIÓN  
LLUVIA  
ACUÍFERO

TRANSPIRACIÓN  
ESCORRENTÍA

NUBES  
CURSO FLUVIAL



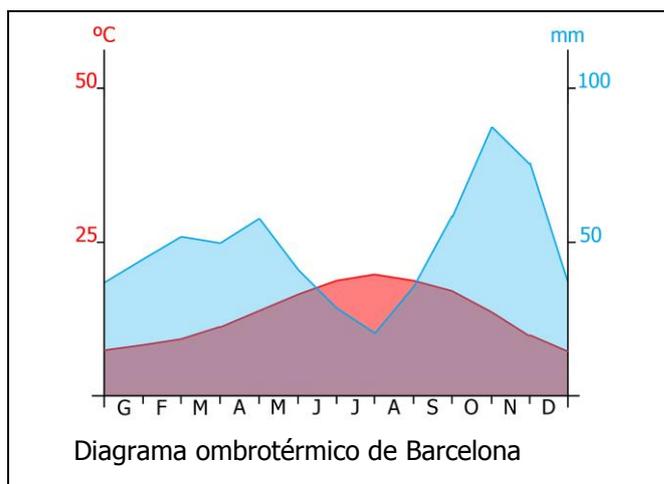
## EL CLIMA MEDITERRÁNEO

El **clima** es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Es importante diferenciar entre el clima de una región y el tiempo de un día concreto (en un clima húmedo también hay días calurosos y secos)

El clima mediterráneo se caracteriza por la presencia de una estación seca y cálida en verano e inviernos con temperaturas suaves. Es el clima típico de las tierras próximas al mar Mediterráneo, si bien no es exclusivo de esta zona. Así pues, se pueden encontrar climas mediterráneos en África, América y Australia.

### PARTICULARIDADES DEL CLIMA MEDITERRÁNEO:

- Veranos secos y cálidos
- Inviernos suaves y húmedos
- Lluvias irregulares, con periodos secos
- Lluvias cortas e intensas
- Temperaturas medias anuales entre los 15-20 °C
- Pluviometría media entre 300 y 800 mm anuales



Cabe destacar la **irregularidad pluviométrica** en el clima mediterráneo. Por ejemplo, la precipitación media anual de París (clima atlántico, húmedo) y Barcelona (clima mediterráneo) es en ambos casos de unos 600 mm. Sin embargo, en Barcelona, esta precipitación anual se distribuye de forma irregular durante el año e incluso en diferentes años. En París se distribuye uniformemente.



Estas ciudades están en zonas de clima mediterráneo. ¿Sabrías ubicarlas?

1. Adelaida (Australia)
2. Barcelona (España)
3. Ciudad del Cabo (Sudáfrica)
4. Jerusalén (Israel)
5. Marrakech (Marruecos)
6. Perth (Australia)
7. San Diego (USA)
8. Santiago (Chile)

## 2. OBSERVANDO LA ATMÓSFERA

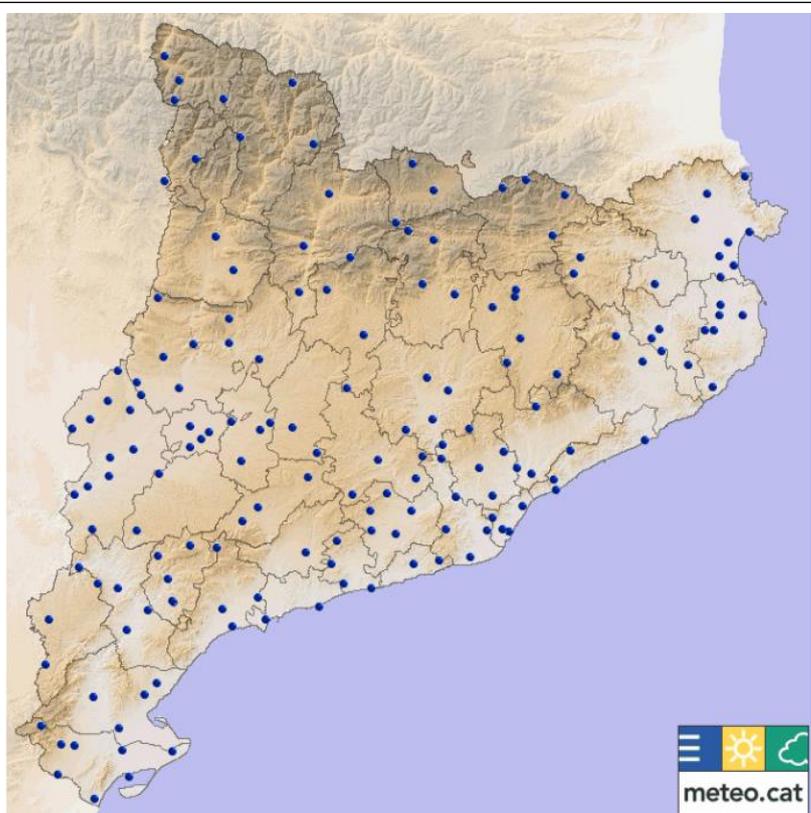
El conocimiento del clima ha sido fundamental para el desarrollo histórico de las sociedades humanas. Aún hoy, su vinculación con muchas actividades al aire libre provoca un gran interés en la sociedad actual y puede prevenir importantes pérdidas humanas y materiales.

Para conocer el clima y predecirlo se utilizan, actualmente, diferentes instrumentos que recogen datos meteorológicos, los cuáles son interpretados y procesados en conjunto y se encuentran en las estaciones meteorológicas.

Las estaciones automáticas contienen sofisticados sensores que registran las variables meteorológicas que, de forma automática, se archivan y se envían a ordenadores donde se revisarán y procesarán.



Estación meteorológica. Se aprecian dos anemómetros a distintas alturas y la torre que aloja el termómetro. (Sant Pau de Segúries, Catalunya). Foto: CEA Alt Ter – [www.alt-ter.org](http://www.alt-ter.org)



Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas automáticas del Servicio Meteorológico de Catalunya (SMC). Fuente: Servei Meteorològic de Catalunya.

## ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Las estaciones meteorológicas recogen distintas variables meteorológicas mediante sendos instrumentos. Muchas de ellas son automáticas y recogen los datos sin intervención de personal, otras son manuales. En general, los instrumentos que se pueden encontrar en una estación son:

**Termómetro:** Mide la temperatura del aire. Para realizar una medición correcta, el termómetro se instala en un *armario* elevado que permite el paso del aire pero no de la insolación.

**Barómetro:** Registra los cambios de presión atmosférica, es decir, el peso del aire sobre el suelo.

**Pluviómetro:** Recipiente en el que se acumula el agua de lluvia o nieve. En lugares con temperaturas menores a 0°C disponen de resistencias para fundir la nieve. Permite medir la precipitación caída.

**Higrómetro:** Mide la humedad relativa del aire (cantidad de vapor de agua presente en el aire)

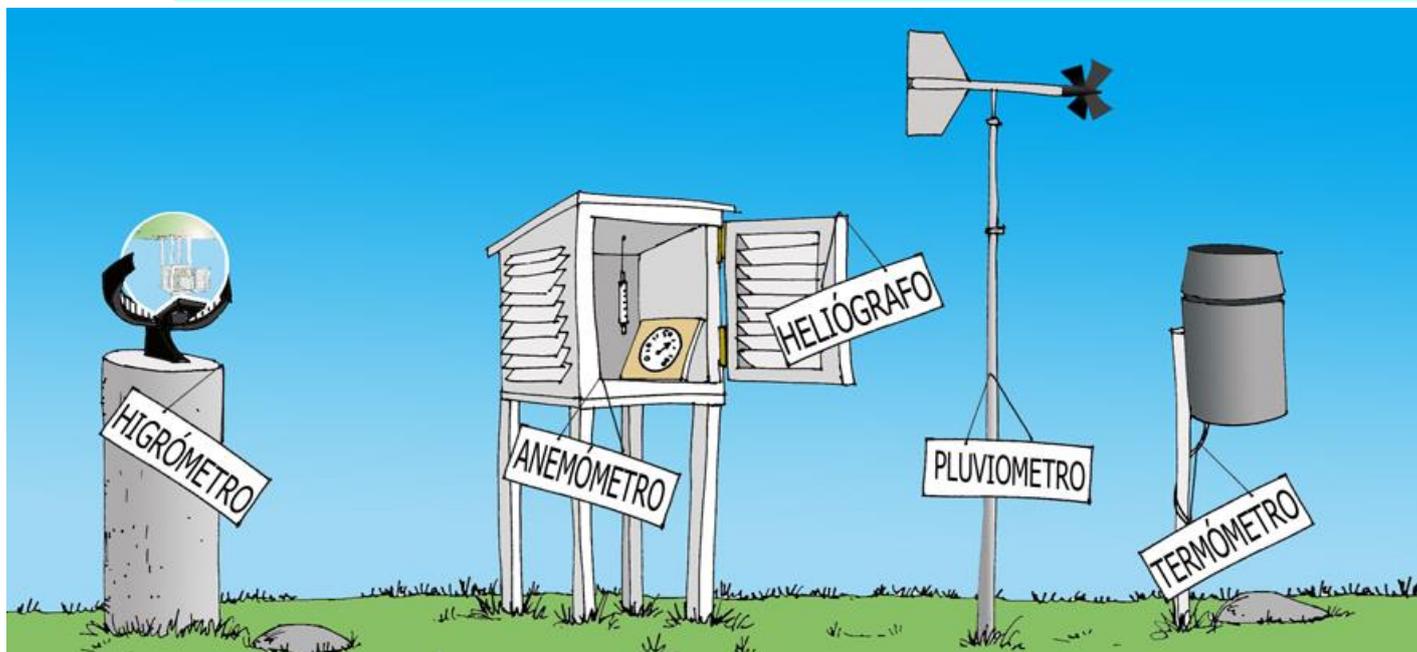
**Heliógrafo:** Esfera de cristal que concentra los rayos solares quemando un punto de un papel graduado. Mide la insolación solar, es decir, las horas de luz solar y su intensidad según el trazo quemado.

**Anemómetro:** Pequeña *hélice* que gira con la fuerza del viento. Permite medir la velocidad del viento.



**Después de un fuerte vendaval, los carteles de esta estación están desordenados.**

**¿Puedes colocarlos correctamente?**



## SATÉLITE METEOROLÓGICO

Orbitando alrededor del planeta hay satélites artificiales que permiten recoger diversos datos atmosféricos como la temperatura, distribución y espesor de las nubes. También permite la observación de superficies nevadas, las tormentas de arena, la contaminación, los fuegos forestales o las nubes de cenizas volcánicas.

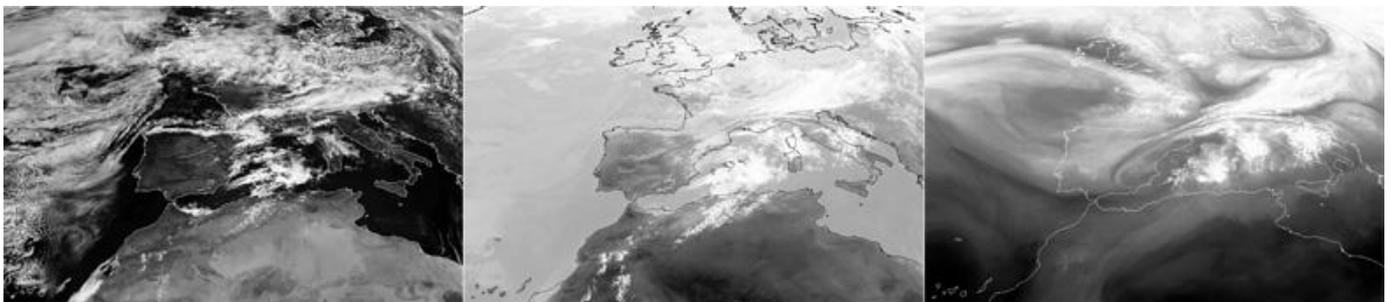
Los satélites meteorológicos se pueden clasificar según su órbita y movimiento. Los de **órbita polar** o **heliosincrónicos** como el NOAA o LANDSAT, situados a 1000 km, suelen pasar sobre un punto determinado a la misma hora y periódicamente.

Los **geostacionarios** (o **geosíncronos**) como el METEOSAT, o los de comunicaciones (televisión, etc.) se mantienen siempre sobre una misma área de la superficie y se mueven a la misma velocidad de la Tierra, a unos 36.000 km de altura. Las principales misiones son para la observación meteorológica: cobertura de la nieve, contenido de vapor de agua de la atmósfera, etc.

Sobre la zona mediterránea orbita el Meteosat que recoge imágenes en distintos canales (distintas longitudes de onda) como el visible, el de infrarrojos y el de vapor de agua. Este último permite conocer la cantidad de vapor de agua de una masa de aire. El canal infrarrojo permite discriminar entre nieve o hielo y nubes.



## LAS IMÁGENES DESDE LOS SATÉLITES



De izquierda a derecha, imágenes en los canales visible, infrarrojo y vapor de agua (© EUMETSAT, 12:00 h del 17-07-2008)

El **canal visible** muestra lo que veríamos si nosotros mismos estuviésemos mirando desde arriba, ya que captan la radiación solar reflejada. Las imágenes brillarán más si tiene más contenido de agua que de hielo, y según su espesor.

El **canal infrarrojo** detecta la temperatura, un cuerpo frío se ve muy brillante y un cuerpo caliente más oscuro. Permite discriminar, entre otros, temperaturas y alturas de las nubes.

El **canal de vapor** de agua estima el contenido de vapor de agua, a más vapor de agua, más brillante.

## GLOBO SONDA

La troposfera, dónde tienen lugar la mayoría de los meteoros, tiene una altura de unos 10-13 km. Las condiciones atmosféricas de la parte alta de la troposfera influenciarán a las de la parte baja.

Para estudiar las condiciones meteorológicas de altura se liberan globos que suben hasta una altura de unos 10 km y de los cuales cuelga un *dataloger* o unidad de control, con un sensor de temperatura, otro de humedad y otro de presión. El seguimiento se realiza a través de GPS, y a partir de su trayectoria se obtiene la velocidad y la dirección del viento.

A partir de la información que proporciona el globo sonda se analiza el perfil vertical de temperatura, humedad y viento sobre la zona de lanzamiento. Estos datos son fundamentales para la construcción modelos meteorológicos.



GLOBO SONDA

Globo sonda de observación aerológica, del SMC, lanzado desde el tejado de la Facultad de Física de Barcelona. (Fuente: M.C. Llasat)

## RADAR METEOROLÓGICO

El radar es un aparato que emite y recibe impulsos de ondas electromagnéticas. Estas ondas rebotan en los objetos que se encuentran en su camino. Estos ecos, que son proporcionales a la densidad y tamaño del objeto con el que rebotan, son medidos por el mismo radar. Estas ondas también rebotan en las gotas de lluvia, hecho por el que se puede medir la intensidad de precipitación en la zona de alcance del radar.

## MAPA DE RAYOS

Las descargas eléctricas atmosféricas (rayos) emiten diferentes formas de radiación: lumínica, sonora y de radio. Instalando un tipo de receptores de ondas de radio se pueden detectar los rayos formados en las tormentas ya sea en el interior de las nubes o los que se descargan en tierra. Esto permite seguir las tormentas desde el momento en que se forman.



RADAR METEOROLÓGICO

Mapa de la Península Ibérica y alrededores con las bandas de precipitación detectadas por la red de radares meteorológicos (16 de julio de 2008)

## 3. PREDICIENDO EL FUTURO

Las predicciones meteorológicas permiten hacer una aproximación al tiempo que hará en un futuro próximo. Para su realización actualmente se usan métodos basados en ecuaciones matemáticas y calculadas con potentes ordenadores, los **modelos meteorológicos**. No obstante, hasta la existencia de éstos era necesario el uso de métodos basados en la observación de los cambios de la naturaleza frente a los cambios atmosféricos (útiles localmente y a corto plazo): los **métodos tradicionales**.

### MÉTODOS METEOROLÓGICOS TRADICIONALES

- Las **nubes**: la forma, ubicación y aspecto de las nubes. Unas nubes voluminosas y oscuras suelen provocar lluvia, tormentas e incluso granizo.
- El **viento**: según de donde sople o los giros que realice. En algunas zonas costeras, el viento de mar a tierra viene cargado de humedad y favorece la formación de nubes que descargarán lluvia.
- **Golondrinas**: habitualmente se relaciona el vuelo bajo de este tipo de aves a lluvias muy próximas.
- **Migraciones**: una migración prematura de las aves hacia el sur, se asocia a un verano corto y una llegada pronta, con buen tiempo. Por otro lado, en inviernos crudos llegan al Mediterráneo, con más abundancia de lo habitual, aves típicas de zonas nórdicas huyendo del frío. Esta conducta incluso ha dado nombre a algunas especies como el avefría (*Vanelus vanellus*)
- Las flores de las **carlinas** (*Carlina acanthifolia*) secas reaccionan ante la humedad cerrándose (asociándose a lluvia). Por este motivo y otros mitológicos se ponían en las puertas de las casas.
- **Dolores**: algunas personas sufren dolores en antiguas fracturas o lesiones del sistema músculo-esquelético ante los cambios de tiempo. Este dolor se asocia a los cambios de presión atmosférica.
- **Refranes**: la memoria popular almacena la información respecto a los fenómenos meteorológicos con frases bien conocidas como "Sale marzo y entra abril, nubecitas a llorar y campitos a reír"
- **Fraile del tiempo**: sencillo higrómetro que se basa en un haz de cabellos que se alarga o encoge según la humedad ambiental.



Según los indicios que aparecen en la ilustración

¿Qué tiempo crees que hará?



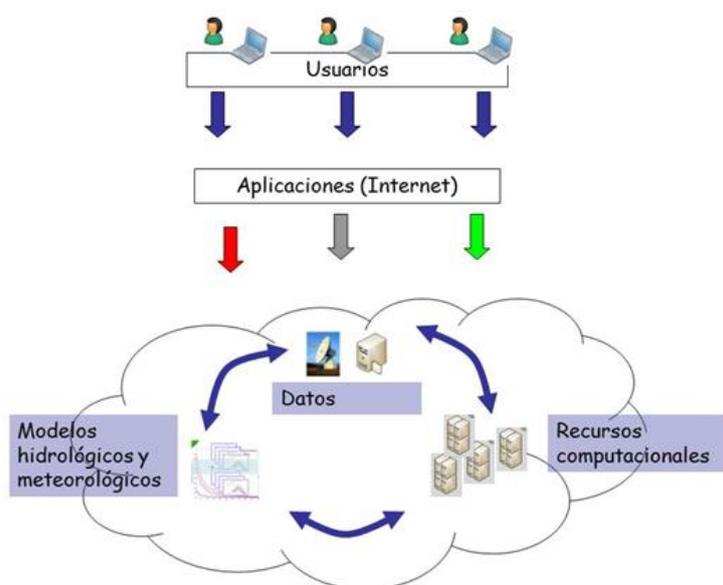
## MODELOS METEOROLÓGICOS E HIDROLÓGICOS ACTUALES

Para poder predecir el tiempo atmosférico de los próximos días es necesario partir de los datos actuales proporcionados por los sistemas de recogida de información meteorológica (estaciones, satélites, globos sonda, etc.). Estos datos son introducidos en un programa informático que simula el comportamiento atmosférico: son modelos numéricos de pronóstico y trabajan con una enorme cantidad de variables por lo que es necesario usar ordenadores de gran potencia.

Un modelo hidrológico describe, mediante ecuaciones matemáticas, los procesos fundamentales que pueden tener lugar en una cuenca hidrográfica. Los modelos se utilizan principalmente para estimar el caudal a partir de la precipitación, y pueden ser ejecutados en tiempo real (por ejemplo, para dar avisos de avenidas).

Investigadores de diferentes países trabajan conjuntamente y de forma continua para perfeccionar estos modelos. Uno de los grandes retos consiste en intentar facilitar el acceso a la comunidad científica a todos estos datos y herramientas. Así, con el objetivo de que investigadores, expertos o personas interesadas en estos campos puedan hacer uso de forma sencilla y directa de los datos y modelos en un entorno virtual (Internet) diversos proyectos europeos tratan actualmente de desarrollar entornos ICT (Tecnología de Comunicaciones e Información, según las siglas en inglés) y estructuras en red (Grid) que simplifiquen la transmisión de conocimientos y de la investigación.

**DRIHM** es un Proyecto de la UE (FP7) que consiste en la creación de una plataforma tecnológica interactiva para la mejora del conocimiento y previsión hidrometeorológica. Dirigido sobre todo a estudiantes, científicos y profesionales, permite combinar distintos modelos meteorológicos e hidrológicos. En la figura se puede ver un esquema simplificado de este entorno virtual.



Desde un ordenador, el usuario puede acceder a unas aplicaciones que están en red y que le permitirán ejecutar modelos hidrológicos y meteorológicos para obtener la lluvia y el caudal de un río.

Fuente: Producción propia a partir de DRIHM ([www.drihm.eu](http://www.drihm.eu))



## FENÓMENOS EXTREMOS y RIESGOS

<b>4. EL RÍO SE DESBORDA: INUNDACIONES</b>	<b>13</b>
◦ Las inundaciones	13
◦ Causas	15
• Los factores naturales	15
• La influencia humana	16
◦ Tipos de inundaciones	17
• Según sus orígenes	17
• Según su duración	18
• Según su impacto	19
◦ Prevención	20
◦ ¿Qué puedes hacer tú?	22
<b>5. EL CIELO SE ROMPE</b>	<b>24</b>
◦ Las tormentas	24
◦ Prevención	26
◦ ¿Qué puedes hacer tú?	28



## FENÓMENOS EXTREMOS Y RIESGOS

### 4. EL RÍO SE DESBORDA: las inundaciones

#### DINÁMICA FLUVIAL

El carácter de las precipitaciones conlleva una dinámica irregular en los ríos mediterráneos. Algunos de estos ríos no llevan agua (o muy poca) en su **cauce** (terreno por donde corren las aguas del río. Lecho del río) durante gran parte del año, especialmente durante los períodos de sequía estival. Sin embargo, una lluvia intensa hace que en muy poco tiempo estos cursos se llenen mucho de agua. Esto provoca unas variaciones de **caudal** (cantidad de agua que corre o mana en un tiempo determinado) muy bruscos.

El **peligro** principal de esta irregularidad es olvidar que los cauces de estos ríos, torrentes y rieras temporales tarde o temprano se volverán a llenar de aguas impetuosas que pueden llevarse por delante todo lo que se encuentren (personas, coches o edificios)

#### INUNDACIONES

Las **inundaciones** son ocupaciones por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran libres de ella como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que puede drenar el lecho del río.

Las inundaciones se desarrollan en terrenos donde este fenómeno es recurrente. A pesar de esta recurrencia, causan pérdidas que se pueden **prevenir** con la predicción meteorológica y una buena planificación urbanística. Para entender dónde se producen estas inundaciones se deben diferenciar algunos conceptos:

**Riera o rambla:**

Lecho natural de las aguas pluviales, habitualmente seco, que se llena con lluvias copiosas.

**Riada:**

Avenida, inundación, crecida de los ríos.

**Cauce:**

lecho de los ríos.

**Orilla o margen:**

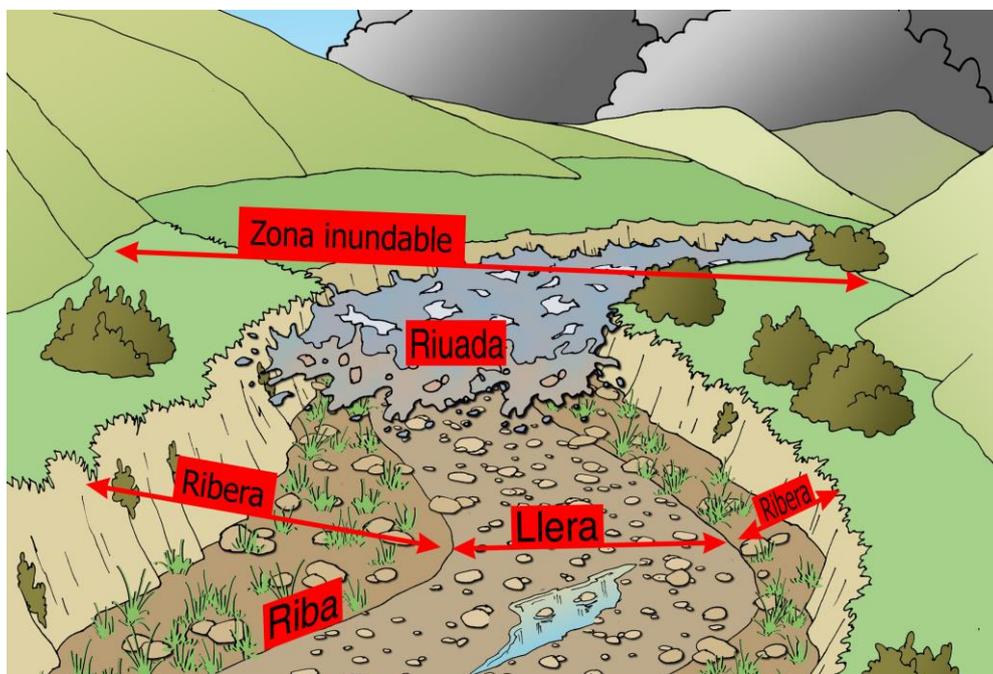
Zona de tierra que está más inmediata al agua.

**Riberas:**

Tierra cercana a los ríos aunque no esté a su margen.

**Zona inundable:**

Extensión de tierra a ambos lados del río que puede inundarse en grandes riadas.



En las inundaciones se deben tener en cuenta los **factores naturales** y **la influencia humana**.

Los factores naturales se relacionan con la **PELIGROSIDAD**, esto es, la probabilidad que se produzca un determinado fenómeno natural, de cierta intensidad, extensión y duración, con consecuencias negativas.

- Ejemplo: lluvias persistentes y con gran volumen de precipitación en una zona determinada.

La influencia humana se relaciona con la **VULNERABILIDAD**, esto es, el impacto de un fenómeno sobre la sociedad.

- Ejemplo: la urbanización en zonas inundables.

El **RIESGO** es producto de vulnerabilidad y peligrosidad. El incremento de la vulnerabilidad aumenta el riesgo de los fenómenos naturales.



Vols conèixer més sobre les inundacions? Amb aquest codi QR podràs visionar un vídeo sobre aquestes.



**Este riachuelo es casi inapreciable en la foto, pero en una reciente crecida por lluvias primaverales ha arrastrado restos de vegetación**

**¿Sabrías identificar los conceptos explicados antes?  
¿Podrías marcar la línea de la zona inundable?**



## CAUSAS DE LAS INUNDACIONES

**FACTORES NATURALES:** Las inundaciones son fenómenos naturales y recurrentes. Tierras próximas a ríos se inundan periódicamente de forma histórica, contribuyendo, de forma natural, a aumentar el aporte de sedimentos y materia orgánica que las fertilizaba. Un ejemplo clásico es el desbordamiento del río Nilo hasta la construcción de la presa de Asuán, levantada para controlar estas crecidas periódicas.

Causas naturales:

- **Meteorológicas:** Aquellas causadas por la formación de tormentas y situaciones que provocan lluvias torrenciales (Ej. por acumulación de calor y humedad durante el verano o la llegada de aire frío sobre un mar caliente en otoño...). También por lluvias persistentes y por deshielo o temporales marinos.
- **Geológicas y geográficas:** Se incluyen aquí aquellas relacionadas con fenómenos geológicos (Ej. deslizamientos de ladera). Conviene, sin embargo, considerar los aspectos geográficos de la cuenca como en el caso de los cauces de ríos temporales o las tierras bajas cercanas a ríos, que se inundan con más frecuencia. También se inundan más a menudo las tierras bajas próximas a sistemas montañosos que bloquean el paso de tormentas y obligan a descargar localmente con intensidad.
- **Biológicas:** Las cuencas fluviales desprovistas de vegetación (ya sea natural o por explotación forestal) tienen una capacidad de infiltración menor, por lo que en episodios de importantes lluvias el volumen que se desplaza por escorrentía superficial y el aporte a los cauces es mayor.



Fotografía de un rial del Maresme con *motas* a cada lado. Las *motas* son elevaciones de terreno realizadas por los agricultores para evitar que el agua inundase sus campos de cultivo. El conocimiento del comportamiento natural de las rieras permite a la población convivir con ellas correctamente. (Fuente: M. Carme Llasat)

**LA INFLUENCIA HUMANA:** Las actividades humanas han intervenido en el medio natural ya sea modificándolo (Ej. canalizando cauces fluviales) u ocupándolo (Ej. construyendo en zonas inundables).

- **Canalizaciones:** A menudo se canalizan cauces fluviales con la intención de conducir las aguas y evitar que lleguen a zonas no deseadas. Sin embargo, a menudo estos mismos canales provocan un aumento de la velocidad del agua, así como una menor **infiltración** (capacidad del terreno de absorber el agua. Es mayor en un suelo con cobertura vegetal) bajo tierra, favoreciendo un movimiento de más volumen y más velocidad del agua con más capacidad destructiva río abajo.
- **Urbanizaciones:** El crecimiento de zonas urbanas e industriales a costa de terrenos inundables se produce muy a menudo. Si bien buena parte del año (y años) los terrenos ganados están libres de agua, en caso de aguaceros importantes la dinámica fluvial prevalecerá sobre los intereses humanos.
- **Puentes:** Entre los pilares de un puente puede llegar a formarse una presa en caso de que una avenida arrastre materiales sólidos (desperdicios, restos de vegetación). Esta presa impide el paso del agua provocando una subida del nivel del agua que inunda los terrenos (o calles) colindantes.
- **Desperdicios:** El uso de los cauces fluviales secos (rieras) como vertederos, especialmente los de pequeño caudal, acaban provocando el efecto presa en caso de riada (como en el caso de los puentes). Esto ocurre especialmente en aquellos lugares donde el cauce circula por tuberías enterradas (bajo carreteras, edificios, etc.).



**En este paisaje hay distintas actuaciones que aumentan el riesgo de inundaciones**

**¿Sabrías encontrar los 6 riesgos ilustrados?**

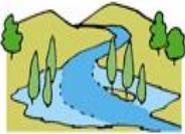


## TIPOS DE INUNDACIONES

Según su ORIGEN:



- Por **precipitaciones "in situ"**: abundantes en el mismo lugar donde se da la inundación. La lluvia caída es mayor que la capacidad del terreno de infiltrarla y canalizarla.
  - Ej. inundaciones en ámbito urbano, como en la plaza Cerdà en Barcelona o en Atenas en octubre de 1994 (en el caso de Atenas cayeron 68 mm en una hora y se produjeron daños valorados en 14 millones de €)



- Por **avenidas o desbordamientos**: por salida de aguas del cauce de los ríos, lagos o marismas a causa de una crecida (ya sea por precipitaciones, deshielo u obstrucción de cauces)
  - Ej. La crecida de del río Arno en Toscana (Italia) el noviembre de 1966 a causa de lluvias intensas. El nivel del agua en la ciudad de Toscana superó los 5 metros.



- Por **rotura u operaciones incorrectas** de infraestructuras hidráulicas.
  - Ej. Rotura de presa de Tous en Valencia (España) el octubre de 1982 a causa de muros deficientes ante unas lluvias muy abundante. Provocó 30 muertos y algunos pueblos quedaron bajo más de 8 metros de agua.



Inundaciones en Tortosa. 20 Noviembre 2011. Fuente: meteotortosa

Según su DURACIÓN:



- **Inundaciones muy rápidas (*flash-floods*):** Lluvias muy intensas (más de 3 mm/min) en un tiempo muy corto (menos de 1 día) La cantidad de lluvia caída puede no ser muy elevada, pero la rapidez de la precipitación provoca problemas de drenaje con inundaciones locales. Típicas de verano y principio de otoño.

- Ej. Inundaciones en Arenys de Mar (España) el agosto del 2004 a causa de una precipitación de 50 mm en 25 minutos. Las canalizaciones previstas para desaguar no pudieron drenar la lluvia caída. Se tuvieron que rescatar vehículos y alguna persona atrapada dentro.



Graves *flash-floods* en Genova, Italia, el 4 de noviembre de 2011; en menos de 6 h cayeron unos 450 mm de lluvia. Se produjeron 6 víctimas mortales. (Fuente: DRIHM Project)



- **Inundaciones por lluvias moderadas de unas horas a varios días:** son causadas por lluvias de intensidad moderada (más de 1 mm/min) pero de larga duración (1 a 4 días), provocando una gran acumulación de agua (usualmente más de 200 mm). En las cabeceras de los ríos, con fuerte pendiente, las inundaciones tienen una conducta más súbita, mientras que en la parte media y baja de los ríos, las crecidas pueden llegar hasta un día después. Típicas de otoño, aunque históricamente se han dado también en primavera.

- Ej. Inundaciones en los Pirineos que afectaron España, Francia y Andorra en noviembre de 1982 debidas a intensas lluvias que duraron 3 días. Se registró en Py (Francia) un total de 610 mm de lluvia. Murieron más de 20 personas y algunos pueblos fueron parcialmente destruidos.



- **Inundaciones por lluvias débiles durante varios días:** son causadas por lluvias de intensidad débil pero de larga duración (más de 5 días) acumulando cantidades de agua normalmente superiores a los 200 mm.

- Ej. Dinámica típica de las lluvias al centro de Europa. En Catalunya (España) se dio un episodio entre el 20 y 30 de enero del 1996 con lluvias acumuladas de 300 mm en una semana.

## Según su IMPACTO:

Este tipo de clasificación es la más usada cuando se quieren realizar estudios de inundaciones históricas, como por ejemplo la evolución de las inundaciones de Catalunya desde el siglo XV.

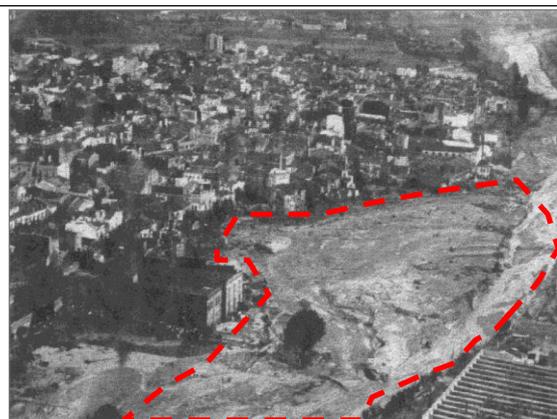
- **Inundación o avenida ordinaria:** es la que se produce cuando el caudal del río aumenta de tal forma que puede alterar el ritmo de vida cotidiano, afectar infraestructuras no permanentes situadas en un río (Ej.: pasarelas) o invadir pasos para el cruce del río. Sin embargo, no se producen daños materiales mayores.
- **Inundación extraordinaria:** se produce cuando el río se desborda y aunque afecta el desarrollo de la vida ordinaria y produce algunos daños, no se genera la destrucción completa de infraestructuras. Estas mismas inundaciones pueden ser locales o muy extensas.
- **Inundación catastrófica:** aquella que produce pérdidas materiales graves, como la destrucción total o parcial de puentes, molinos u otras infraestructuras, pérdidas de ganado y cosechas.



Imagen de una **avenida ordinaria** en la riera d'Arenys. (Foto: M.C. Llasat)



Las inundaciones del 9 y 10 de octubre de 2002 en el Baix Llobregat tuvieron un gran impacto socioeconómico y en los medios de comunicación. Según la clasificación histórico-climática, se trataron de **inundaciones extraordinarias**. (Fuente: La Vanguardia)



Las inundaciones del Vallés de 1962 son un ejemplo de lo que son las **inundaciones catastróficas**. La línea roja muestra el área destruida totalmente por la avenida en Rubí (Fuente: La Vanguardia)

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LAS INUNDACIONES

### CARTOGRAFÍA:



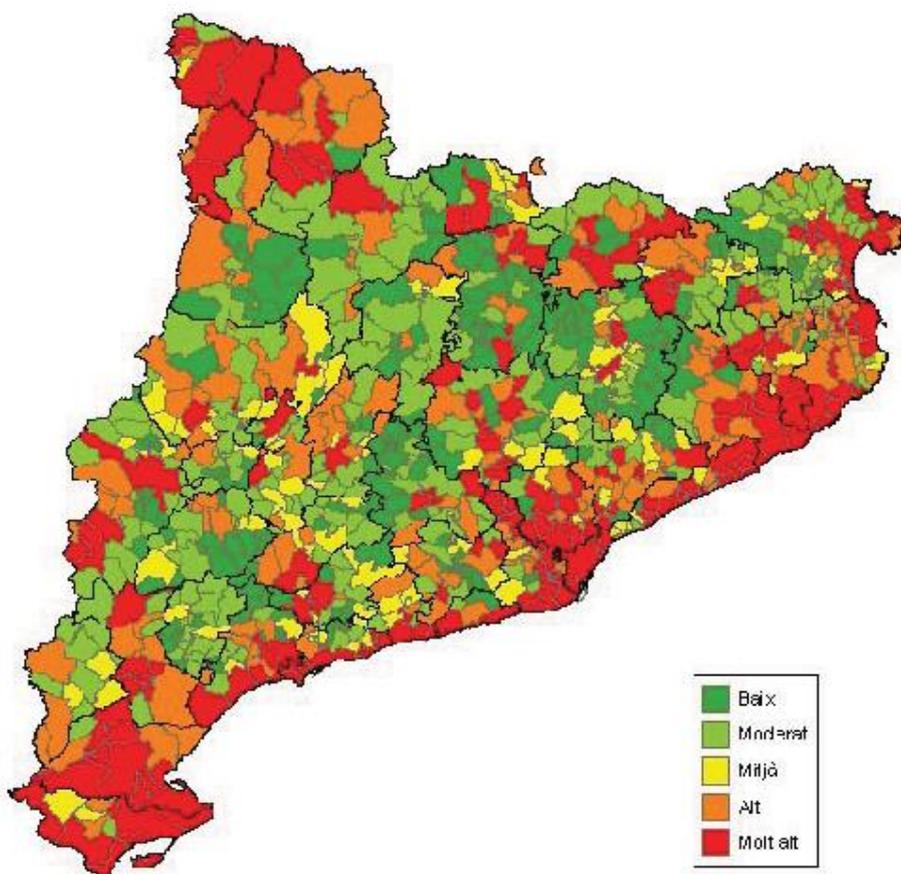
Disponer de una cartografía detallada con información de las zonas potencialmente inundables, así como su magnitud, permite conocer la **PELIGROSIDAD** (probabilidad a sufrir un tipo de inundación) y la **VULNERABILIDAD** (posibles daños materiales y personales) y, en definitiva el **RIESGO**, es decir el análisis de la población, edificios, servicios imprescindibles e infraestructuras potencialmente afectadas, elementos naturales en zona de peligro y los efectos de los posibles fenómenos geológicos asociados, tales como deslizamientos de ladera.



En este mapa se pueden identificar todos los municipios de Cataluña con el correspondiente riesgo de inundación.

¿Encuentras tu municipio?

¿Qué riesgo tiene?



Mapa de RIESGO de inundación por municipios en Catalunya (España) Este mapa, elaborado el 2012, está basado en criterios de población afectada, pérdidas económicas e infraestructuras dañadas. (Riesgo elevado: rojo; bajo: verde) ([www.gencat.cat](http://www.gencat.cat) – INUNCAT)



### ALERTA:

Las alertas se establecen según la cantidad de lluvia precipitada y ésta depende mucho de la zona/país en cuestión. Habitualmente se usan 2 intervalos de tiempo de referencia: precipitaciones caídas en 1 hora (para lluvias cortas e intensas) y las caídas en 12 o 24 h (para las continuadas). A partir de ciertos valores críticos se activará la alarma por riesgo de inundación.

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN:

- **Infraestructuras hidráulicas:** canales, presas, desvío de ríos, etc. Son útiles pero conviene saber que no dan una protección absoluta pero sí dan una sensación de seguridad a la población, y en consecuencia en caso de inundación, ésta puede llegar a ser más catastrófica. Tienen un gran impacto ambiental.
- **Corrección hidrológico-forestal:** restauración forestal y otras actuaciones como diques fluviales para favorecer la infiltración y reducir la escorrentía.
- **Regulación del uso del suelo:** evitar o reducir las actividades y los bienes en zonas potencialmente inundables. Depende del planteamiento territorial y urbanístico y la voluntad política y social para llevarla a cabo.



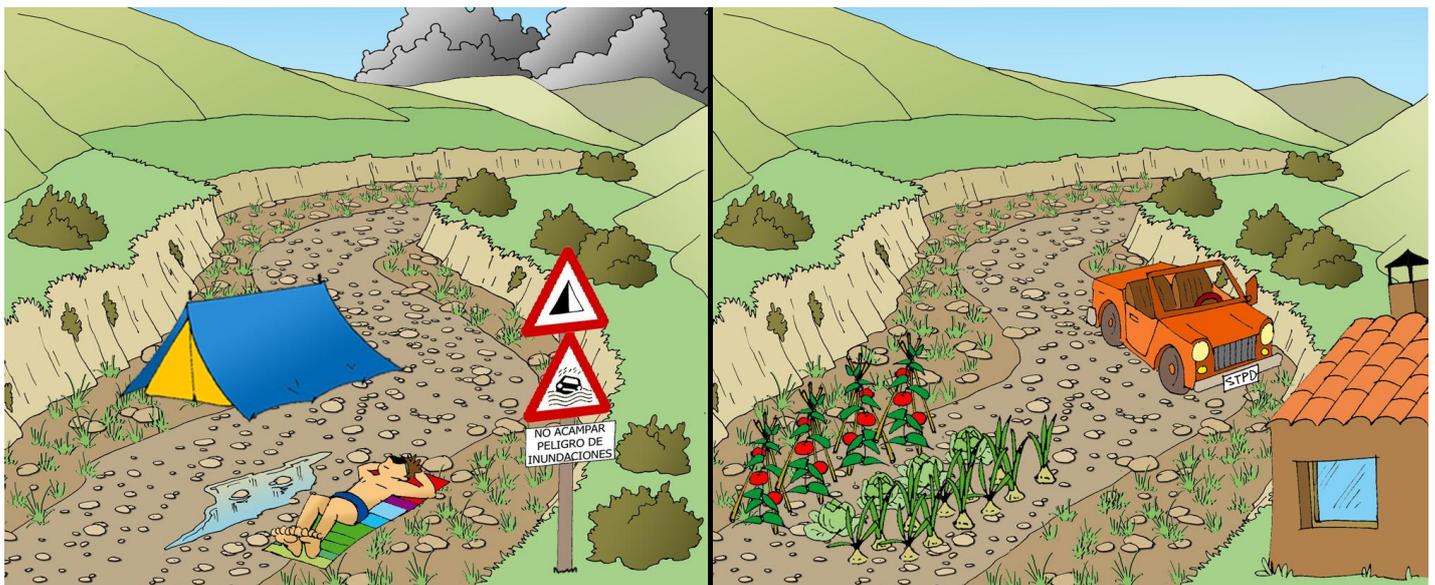
Corrección hidrológica en el torrente de la Font Roja del municipio de Campelles (Ripollès)  
(Fotografía: CEA Alt Ter/ Pau Ortiz)



Señal de aviso de inundaciones.  
(Fotografía: M.C. Llasat)



Busca las 7 diferencias.



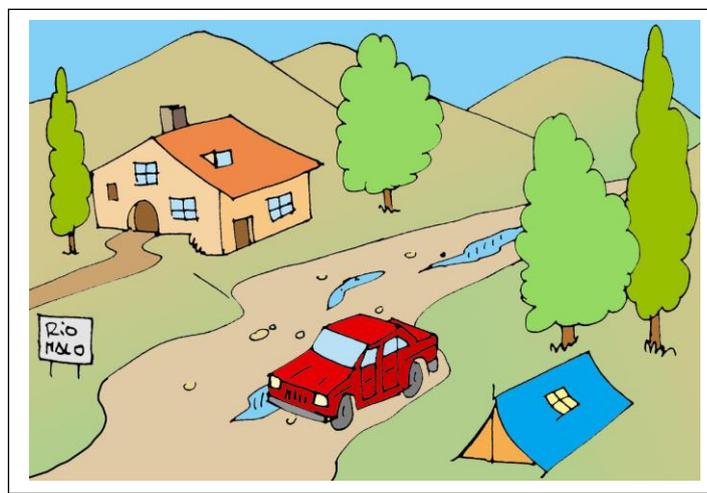
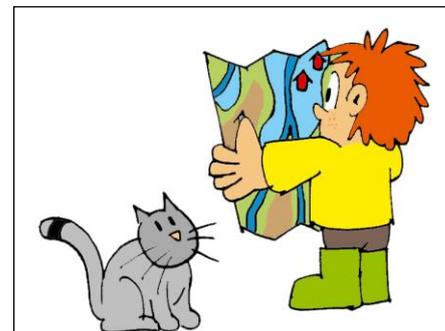
## MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LAS INUNDACIONES

### ¿QUÉ PUEDES HACER TÚ?



#### PARA PREVENIR:

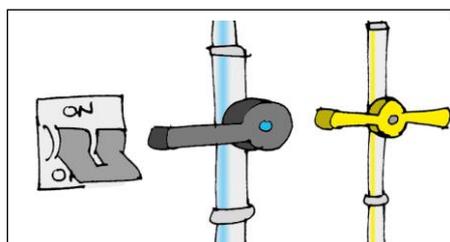
- Conocer el riesgo de inundaciones de la zona.
- Mantener limpios los alrededores de tu casa de materiales que pueda arrastrar el agua.
- Revisar periódicamente, el estado de la casa, en especial de los desagües.
- No aparcar el coche en rieras secas.
- No acampar cerca del río o en rieras secas.
- No construir en una zona dónde haya el riesgo de inundaciones.



#### DURANTE LA INUNDACIÓN:

##### EN CASA:

- Subir a la parte alta del edificio.
- Cerrar puertas y ventanas. Desconectar luz y gas y cerrar el paso del agua.
- Conservar secos la documentación y el teléfono móvil. Resguardarse con ropa de abrigo, agua, comida, linterna.
- Mantenerte informado por radio.

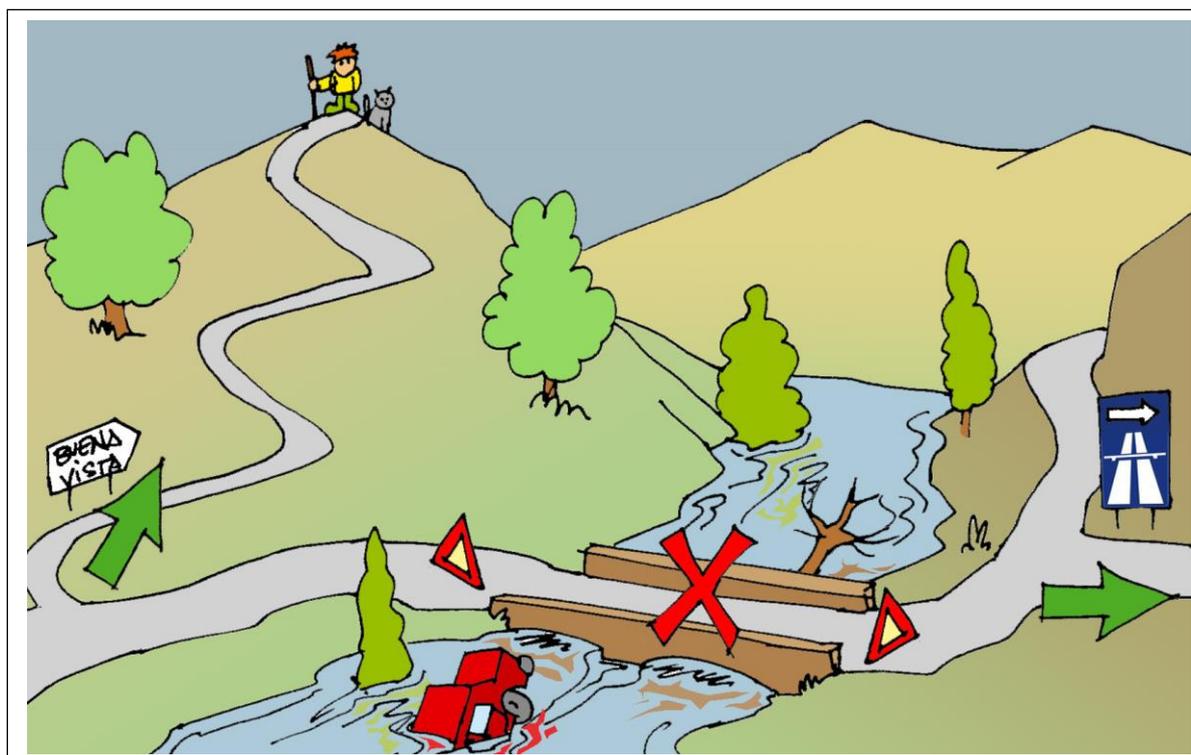


## ¿QUÉ PUEDES HACER TÚ?

DURANTE LA INUNDACIÓN:

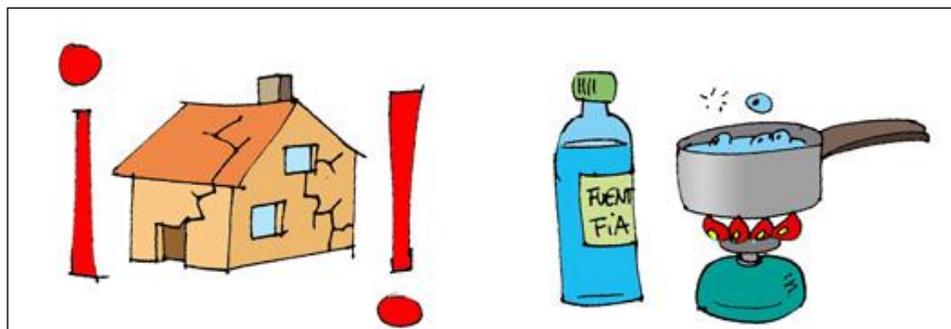
FUERA DE CASA:

- Alejarte de cauces fluviales, dirigirte al punto más alto de la zona.
- Evitar cruzar puentes aunque parezca que están en buen estado.
- No cruzar ríos ni rieras, ni a pie NI EN COCHE: los vehículos flotan y muchas veces los ocupantes no sobreviven. En este caso: abandonar el vehículo lo antes posible.
- En coche circular por las vías principales. Descartar carreteras secundarias.



AL VOLVER:

- Revisar el edificio ante el riesgo de desplomarse.
- Si el agua no tiene garantías de potabilidad, beberla envasada o hervirla antes.
- Retirar cuanto antes los animales muertos.



## 5. EL CIELO SE ROMPE: TORMENTAS

Las **tormentas** son fenómenos meteorológicos locales con viento fuerte, lluvia intensa o granizo y rayos asociados a **cumulonimbos**. Los cumulonimbos son nubes grandes, densas, de elevado crecimiento vertical, achatadas en la parte superior, globulosas por la parte media y llanas por la inferior. Este tipo de nube se forma habitualmente en verano, duran entre 20 min. y unas horas. Se pueden desplazar de 15 a 30 km según la dirección de los vientos dominantes.

Los **rayos** son descargas eléctricas masivas que se producen en el interior de las nubes de tormenta, entre nube y nube o entre la nube y el suelo.

**¿Pero cuál es el origen de las tormentas?** Veamos cómo se forma una tormenta de verano:

**1. El cálido Sol veraniego calienta con eficiencia la superficie del suelo o del agua** (mar, lago) y a su vez, esta superficie calienta el aire que se encuentra en contacto con ella. El calor, además, facilita la evaporación del agua de la superficie, que pasa al aire en forma de vapor.

**2. El aire caliente tiende a ascender** (es más ligero): así se forma la corriente de aire ascendente y cálida. Esta ascensión arrastra el vapor de agua que contiene el aire (humedad) a cotas más altas y frías.

**3. A medida que el aire asciende se enfría**, hasta que llega a un nivel (entre unos 1000 y 3000 metros) en el que el vapor de agua se condensa y forma gotitas pequeñas. Se pueden formar cristales de hielo si la temperatura es suficientemente baja. **Se forma el cúmulo.**



Cúmulo. Ripoll (Ripollès) (Fotografía: CEA Alt Ter / Pau Ortiz)

4. Las diferencias de temperatura entre el aire que asciende y el aire que hay en el entorno permitirán que continúe la convección (ascensión del aire más cálido) provocando **el crecimiento del cúmulo hasta formar el cumulonimbo**. En su interior las gotas y los cristales van creciendo y se forma el granizo. Cuando debido a su peso precipitan y abandonan la base de la nube, se produce la **precipitación** (lluvia o granizo). Se dice que la tormenta ha llegado a su **fase de madurez**.

5. El cumulonimbo suele llegar hasta el límite superior de la troposfera, la **tropopausa**. A partir de ésta la temperatura aumenta con la altura y dificulta que la nube siga creciendo verticalmente. Por ello, el cumulonimbo se extiende de forma achatada en su parte superior y forma el **yunque**. Se forman las corrientes descendentes que arrastran el aire frío (más denso) de la parte superior de la nube. La lluvia es muy intensa.

6. Las corrientes ascendentes y descendentes de aire arrastran **gotas de agua, granizo y cristales de hielo** en el interior de la nube, que **chocan y se rozan provocando transferencias de cargas eléctricas**. Las cargas se distribuyen en las nubes: positivas en la superior y negativas en la inferior (un dipolo, como una pila).

7. La **diferencia de polaridad** (diferencia de cargas positivas y negativas) **permite el flujo eléctrico** entre ambas zonas, **produciéndose rayos** en el interior de las nubes, entre diferentes nubes y entre nubes y tierra.

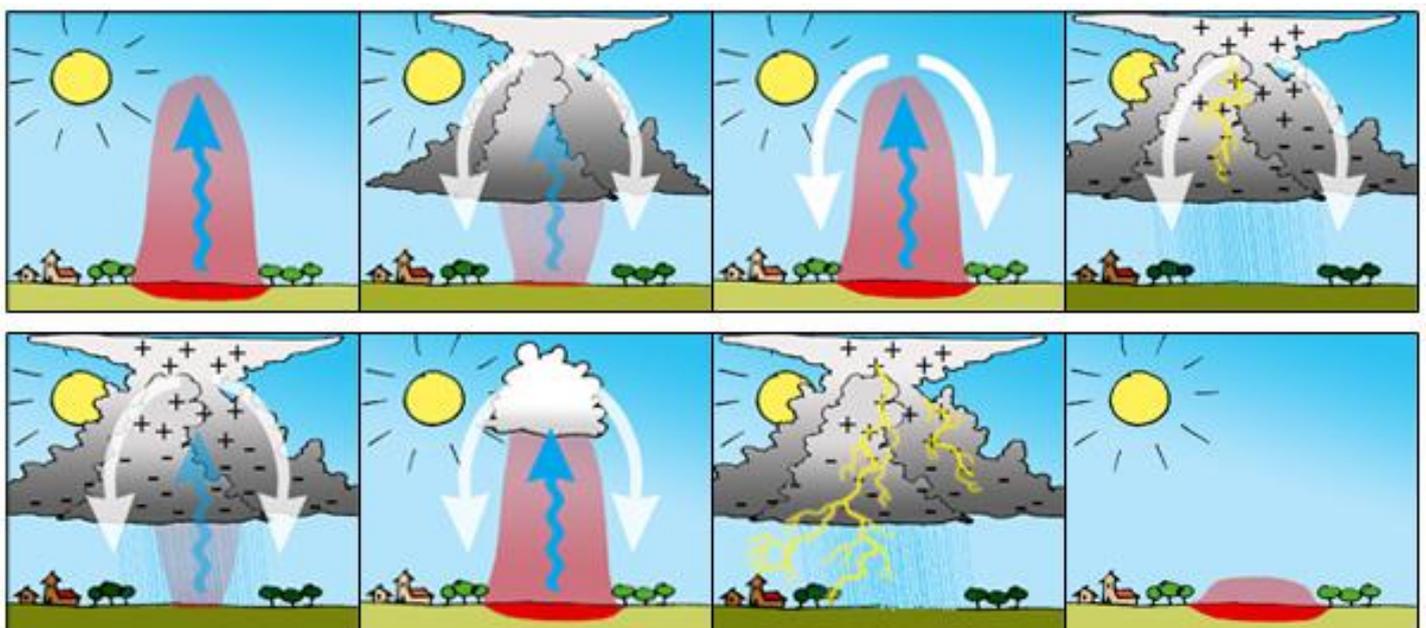
8. Cuando las corrientes descendentes dominan toda la nube, ésta deja de crecer y empieza a disiparse. Ha llegado a su **fase de disipación**. La intensidad de la lluvia y los rayos disminuyen.



¿Quieres conocer más sobre las tormentas? Mira, mediante este código QR, un vídeo sobre les tormentas.



**¿Sabrías ordenar las imágenes según lo que cuenta el texto?**



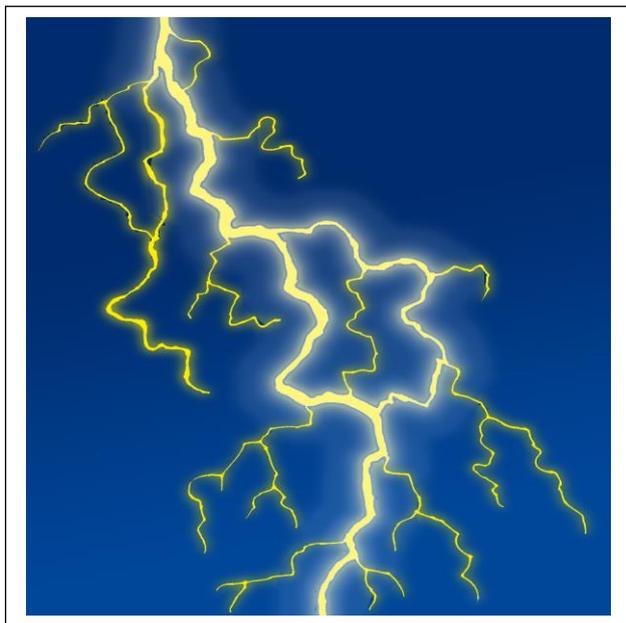
## CARACTERÍSTICAS DEL RAYO

**Velocidad:** 300.000 km/s.

**Temperatura:** 8.000 a 30.000 °C (hasta cinco veces mayor que la de la superficie del Sol).

**Intensidad:** de 10.000 a 200.000 amperios (un ordenador portátil consume sólo 3,4 A).

**Potencial:** de 1 a 1.000 millones de voltios (si la corriente eléctrica se comparase con una cascada de agua, los voltios serían los metros de altura de este salto de agua y la intensidad, la fuerza con que golpearía el suelo).



**Rayo:** Descarga eléctrica de gran intensidad.

**Relámpago:** Resplandor (luz) vivísimo e instantáneo del rayo.

**Trueno:** Ruido producido por la súbita expansión del aire al calentarse cuando el rayo lo atraviesa.

Los rayos nube-tierra se inician con pequeñas descargas desde la nube que forman un conjunto de ramificaciones (llamado **guía escalonada**) que se dirigen hacia el suelo (sólo una o dos llegan hasta él). Cuando estas descargas se aproximan al suelo, se genera un flujo ascendente de cargas positivas que van hacia su encuentro (**guía ascendente**). Cuando se conectan las cargas negativas descendentes con las positivas ascendentes se cierra el circuito produciéndose el rayo de retorno. La siguiente descarga baja directamente (**guía rápida**) siguiendo el camino ionizado formado al encontrarse la guía escalonada con la ascendente. El proceso se repite de 5 a 10 veces por término medio siguiendo la misma guía, sin embargo, el ojo humano observa todo como un único destello o rayo.

El rayo sigue la ruta más rápida hasta elementos con carga positiva que permitan descargar la diferencia de tensión (el potencial) entre el suelo y la nube. Estos elementos, si son metálicos y/o sobresalen del suelo tienen tendencia a atraer los rayos. Por ese motivo los **pararrayos** se instalan en puntos elevados donde puedan atraer a los rayos.



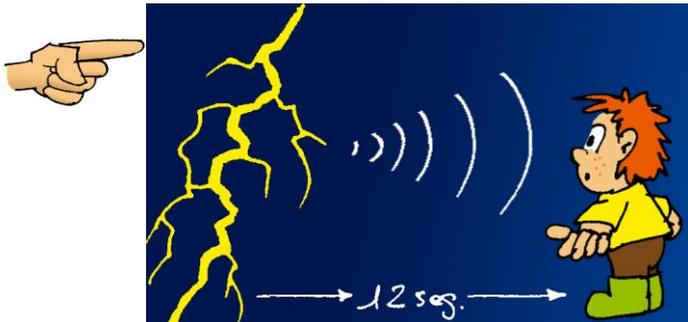
## LA PELIGROSIDAD DE LOS RAYOS

**Cada día hay más de 40.000 tormentas eléctricas.** De los rayos que se desencadenan en estas tormentas un 20 % llegan al suelo. En Cataluña el día en que se registraron más rayos entre 2003 y 2007 fue el 15 de agosto del 2006, con 27.800 rayos nube-tierra. **En la montaña, uno de los accidentes mortales más frecuentes es el producido por rayos.**

**El rayo provoca daños al cuerpo humano** a causa de la descarga eléctrica directa o indirecta, las quemaduras del aire supercalentado y la onda de choque.

efectos sobre la salud de la electricidad se evalúan en miliamperios (0,001 amperios):

Intensidad	Efectos sobre la salud	
1 a 3 mA	Umbral de sensibilidad. Se nota el paso de corriente. No hay peligro.	
3 a 10 mA	Cosquilleo. Puede provocar movimientos reflejos.	
10 mA	Contracciones musculares. Si la fuente de electricidad está en la mano, puede provocar que ésta se cierre haciendo muy difícil dejarla.	
25-30 mA	Asfixia por contracción de los músculos respiratorios	Si la corriente afecta al tórax
60-80 mA	Alteración del ritmo cardíaco con arritmias que pueden provocar la muerte.	Si la corriente atraviesa el corazón.



**La luz es inmediata. El sonido viaja a 1 km cada 3 segundos.**

**¿A qué distancia ha caído el rayo?**

¿Si el trueno llega 12 segundos después del verse el relámpago?



Los pararrayos son una importante medida de protección frente al posible impacto de los rayos. (Fuente: Torrente Tecnoindustrial)

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LAS TORMENTAS

### ¿QUÉ PUEDES HACER TÚ?

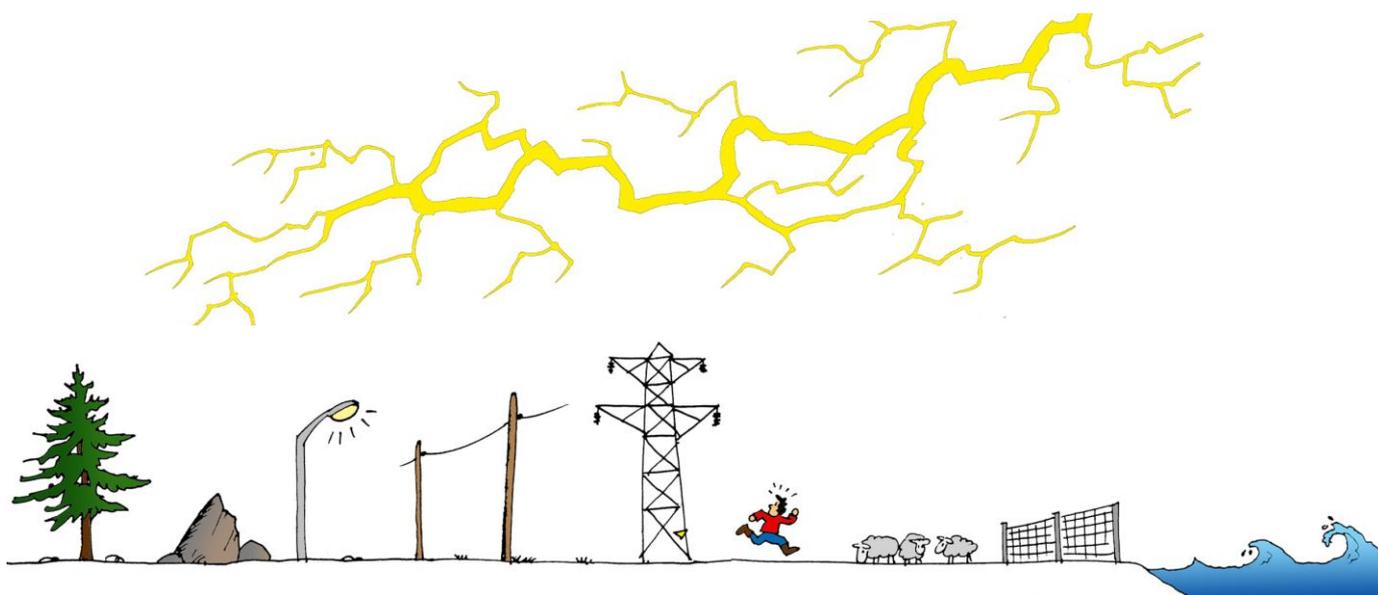


#### EN EL EXTERIOR:

- La altura (y la humedad) atraen las cargas eléctricas: atraen los rayos. **Nunca buscar refugio bajo un árbol o quedarte cerca de una farola o palo de electricidad** (tampoco en la ciudad). En un bosque extenso el riesgo disminuye. Alejarte o descender de las cumbres o colinas.
- Si te encuentras en un descampado, tú eres el elemento sobresaliente (actúas como un pararrayos) **Nunca marcharte corriendo** para huir de la tormenta. Tratar de buscar refugio y si no es posible y en última instancia **ponerte de cuclillas en el suelo**: así se minimiza la posibilidad de ser atrapado por un rayo.
- Si sois **un grupo: dispersarse y separarse**. Si estáis cerca y el rayo alcanza a uno, todos quedaréis afectados. Por el mismo motivo alejarse de rebaños.
- **No acercarte al agua** (río, lago y mar. La salinidad del mar lo convierte en un excelente conductor).
- **No usar herramientas u objetos metálicos** durante la tormenta. Los excursionistas deben alejarse (unos 30 metros) de las herramientas metálicas que lleven (piolets, mosquetones, etc.).
- **Alejarte de las rejas metálicas**: Transmiten con eficiencia la energía del rayo. Pueden provocar la muerte aún sin estar en contacto.
- **No usar el teléfono móvil.**

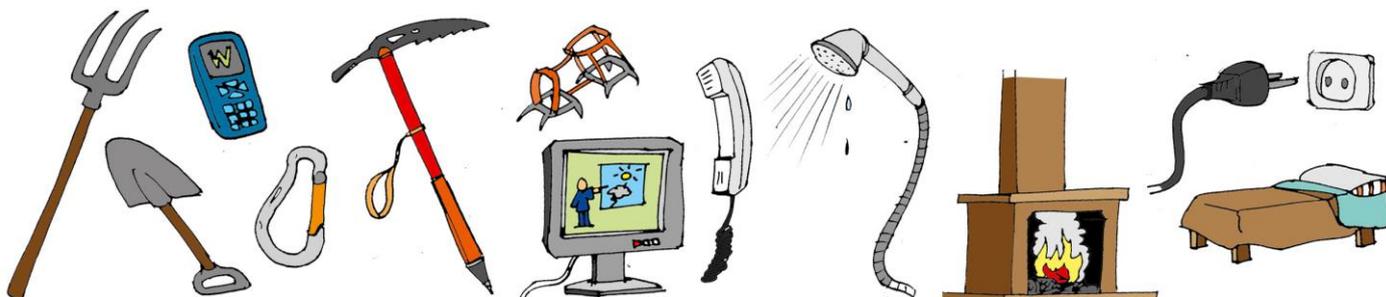


¿Quieres conocer más sobre la formación de tormentas y rayos? Mira, mediante este código QR, un vídeo sobre las tormentas.



## EN CASA:

- **Cerrar puertas y ventanas. No pisar suelos mojados ni llevar calzado húmedo. No acercarse a una chimenea encendida:** El humo y la misma chimenea provocan corrientes de aire que atraen las descargas eléctricas. Lo mejor es apagar el fuego y alejarse de la chimenea.
- **Desconectar de la corriente los electrodomésticos:** Frecuentemente el rayo entra por la red eléctrica o por la antena del televisor y quema todos los aparatos.
- El lugar más seguro es sobre la cama, especialmente si esta es de madera.
- **No usar el teléfono** (sea por línea o por ondas).
- **No ducharte ni bañarte: El agua es buena conductora.**



## EN UN VEHÍCULO:

- **Cerrar todas las ventanas y entradas de aire. Desconectar la calefacción. Bajar las antenas.** Si el vehículo es alcanzado por un rayo este se transmitirá por la carcasa metálica y luego, a través de los neumáticos llegará al suelo sin afectar a los ocupantes. Las ventanas abiertas permiten el acceso del rayo a las estructuras metálicas interiores (hebillas de cinturones, relojes, elementos decorativos, etc.)



## SI ALGUIEN RESULTA ALCANZADO:

- En caso de sobrevivir, la persona alcanzada quedará inconsciente y con dificultades respiratorias y cardíacas: **ayudar inmediatamente con asistencia respiratoria (boca a boca) y masaje cardíaco.** Posteriormente se pueden tratar las quemaduras. Trasladarlo al centro médico más próximo. La persona afectada NO queda cargada de electricidad: Se puede tocar sin peligro.



**Las imágenes de esta página corresponden a elementos que atraen a rayos. Todas menos una... ¿Cuál?**



## INUNDACIONES Y SU ENTORNO

6. HÁBITATS NATURALES	31
◦ Dinámica fluvial	31
◦ Ventajas. ¿Qué ventajas?	32



## INUNDACIONES Y SU ENTORNO

### 6. HÁBITATS NATURALES

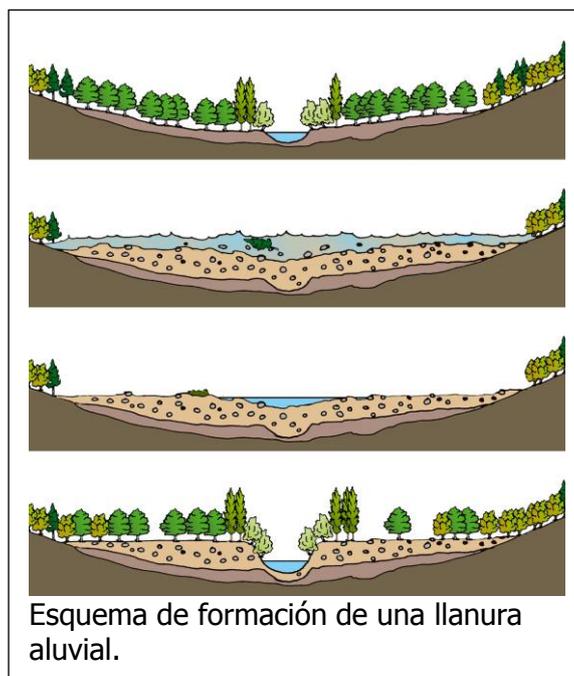
Las **inundaciones y las tormentas** son fenómenos habituales, naturales e históricos. Conocer un poco la dinámica de la naturaleza nos permite prever acontecimientos que nos puedan suponer un riesgo. Por otro lado, hay una parte de estos fenómenos que nos benefician.

#### LA DINÁMICA FLUVIAL

Los ríos han excavado los valles por los que corren sus aguas. En estos valles han acontecido inundaciones extraordinarias que han permitido la formación, por ejemplo, de las **llanuras aluviales**.

Por otro lado, la erosión y el transporte de sedimentos por parte del río son el origen de los **deltas**. En ambos casos se trata de tierras llanas y fértiles que se han aprovechado activamente desde la antigüedad para la agricultura así como para edificar ciudades.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que los hechos que han permitido su formación pueden volver a darse. Así pues, la mejor prevención ante fenómenos de riesgo, como las inundaciones, es conocer sus dinámicas y los **terrenos inundables**, y reducir al mínimo las actividades que se desarrollen en ellos.



Alrededor de las zonas con abundante agua (ríos, lagos, lagunas, etc.) crece un bosque adaptado a este tipo de ambiente. Se lo conoce como **bosque de ribera** y tiene varias características beneficiosas:

- La vegetación de ribera con sus raíces fija el suelo **y evita la erosión de las riberas**.
- A su vez, en caso de riada, el bosque en galería ayuda a **canalizar las aguas** en el interior del cauce a la vez que **frena la velocidad de la avenida**.
- Es capaz de **filtrar las aguas** y ejercer función depuradora.
- Por otro lado, favorece a la fauna ofreciendo refugio, vías de paso (corredores biológicos), proporcionado alimento, etc.



**Un río al que se le respete los terrenos inundables y el bosque de ribera es un ambiente que proporcionará muchos más beneficios que daños.**

## Ventajas ¿qué ventajas?

Ya se han descrito las ventajas que proporciona el respeto a los terrenos inundables y el bosque de ribera. Sin embargo, los ríos y las tormentas nos proporcionan otros beneficios.



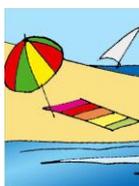
- El río y las precipitaciones **nos proporcionan agua** (para beber, lavar, cocinar, etc.). En Europa, el consumo medio de agua por habitante en un piso es de unos 160 l por día. Si se vive en una vivienda con jardín, el consumo aumenta a más de 200 l por persona y día.



- También son fuente de **agua para el consumo agrícola e industrial**. El consumo para la agricultura varía mucho según los sistemas de riego, la eficiencia en el transporte, etc. En España, el consumo de la agricultura está alrededor del 77 % del total, el consumo urbano es el 13% y el industrial un 6%. También hay una importante parte del agua que se pierde sin ser consumida, es el 4 %, que equivale a 802 Hm<sup>3</sup>, es decir, 8.200 millones de litros de agua (8.200.000.000 litros de agua). (Datos del Instituto Nacional de Estadística)



- Las instalaciones hidráulicas (presas, embalses) ubicadas en los ríos constituyen las principales reservas de agua de las áreas mediterránea. A su vez, este tipo de instalaciones proporcionan **energía eléctrica** renovable y limpia (es un recurso sin fecha de caducidad y su producción no genera contaminación).



- La dinámica fluvial, con el arrastre de materia orgánica (restos vegetales y animales) que se depositan regularmente en las áreas inundables, proporcionan **terrenos fértiles para la agricultura**.



- Los ríos también transportan sedimentos: materiales en suspensión en las aguas mayoritariamente formados por restos de roca de distinto tamaño y tipo. Los sedimentos que encontramos en las cabeceras de los ríos son de tamaño grande, mientras que la erosión provocada por el arrastre de las aguas los reduce a arenas en los tramos bajos de los ríos. Estas arenas se acumulan en las desembocaduras (los **deltas**) pero también son arrastradas por las corrientes marinas hasta depositarlas en el litoral constituyendo las **playas**.



- Los ríos con sus cascadas, charcas, meandros, etc. proporcionan paisajes de belleza única y **espacios lúdicos** como playas interiores.

- Los rayos son **fertilizantes naturales** ya que la descarga eléctrica produce ozono, amoníaco y óxido nítrico que reaccionan con el agua de la lluvia y forman nutrientes solubles para las plantas.



© 2013

**Diseño, implementación y adaptación:**

Centre d'Educació Ambiental Alt Ter (CEA Alt Ter)  
Grupo GAMA, Universidad de Barcelona

**Contenidos y texto:**

Centre d'Educació Ambiental Alt Ter (CEA Alt Ter)  
M<sup>a</sup> Carmen Llasat Botija y Montserrat Llasat-Botija (GAMA, Universidad de Barcelona)

