Tema 11: GEODINÁMICA EXTERNA

⇒ INTRODUCCIÓN Y ESTRUCTURA DEL TEMA

- **Geodinámica externa**: estudia los procesos que modelan la superficie terrestre.
- Vamos a estudiar el tema en tres bloques:
  1. Importancia + ODS (Objetivos Desarrollo Sostenible) + dinámica fluvial
  2. Geodinámica fluvial
  3. Geodinámica eólica

→ Idea clave

La Tierra no es estática: **la superficie cambia continuamente** por acción de agentes externos (agua, viento, hielo, gravedad).

⇒ SITUACIÓN ACTUAL (IMAGEN SIMBÓLICA)



Aquí vemos una imagen de políticos "sumergidos" que tiene un significado claro:

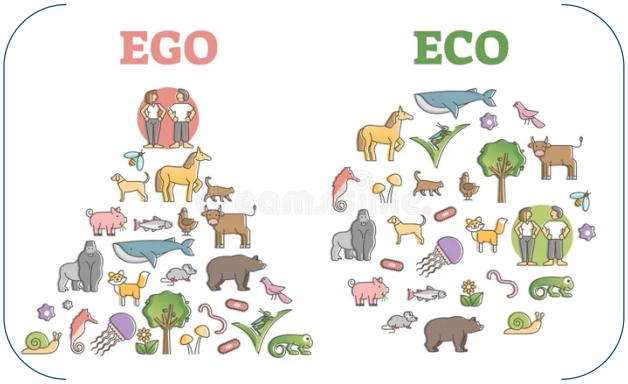
- **Crítica al inmovilismo frente al cambio climático**
- Representa:
  - Negación del problema
  - Lentitud en la toma de decisiones
  - Consecuencias reales (inundaciones)

→ Interpretación geológica

Los fenómenos naturales **no son solo naturales**:

- Se agravan por la acción humana
- La geodinámica externa se ve alterada (más erosión, más inundaciones)

⇒ EGO VS ECO (VISIÓN FILOSÓFICA)



Se plantea una oposición fundamental:

- **EGO** → el ser humano como centro (visión clásica dominante). (ego) significa "yo".
- **ECO** → el ser humano como parte del sistema natural. (eco) es un apócope de "oikós" que significa "casa".

La **"teoría U"** propone **pasar del ego-sistema al eco-sistema** para asegurar verdaderos procesos de transformación social.

¿De qué sirve amasar dinero contaminando el ambiente si luego ese mismo ambiente se vuelve irrespirable y una buena parte del dinero hay que gastarlo en descontaminar? **Lo que, a primera vista, parece una ganancia, acaba revelándose como una gran pérdida.** ¿Qué sentido tiene expoliar los recursos naturales de los países del tercer mundo invirtiendo muy poco en ellos, y tener a sus habitantes sumidos en la pobreza y luego quejarnos de la presión que los emigrantes de esos países ejercen sobre el primer mundo?

Jacques Yves Cousteau hizo una advertencia clara sobre el futuro en la conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, (1992):

"*Las futuras generaciones no nos perdonarán por haber malgastado su última oportunidad y su última oportunidad es hoy*".

→ **Todo esto nos trasmite una idea profunda**

Esto no es solo ética:

- En geología implica:
  - **Cómo usamos el suelo**
  - **Cómo construimos**
  - **Cómo alteramos los procesos naturales**

⇒ **<u>CONSECUENCIAS ACTUALES</u>**

Aquí vemos noticias reales:



Todas ellas hablan de:

- Sequías
- Pobreza ligada al clima
- Contaminación
- Impactos sociales

→ **Interpretación**

Y es que los procesos geológicos:

- Antes eran **naturales**
- Ahora están **amplificados por el ser humano**

Ejemplo:

- Una lluvia intensa → fenómeno natural
- Una inundación catastrófica → mala gestión del territorio

⇒ **<u>¿POR QUÉ IMPORTA?</u>**



Principalmente:

- Porque todo está conectado (red de personas)
- La geología afecta directamente a:
  - Vivienda
  - Economía
  - Seguridad

→ **Conclusión**

La geodinámica externa **no es teórica**:
→ tiene consecuencias directas en la vida cotidiana

⇒ EJEMPLOS REALES EN MADRID

Antes de entrar en ejemplos reales, es conveniente recordar los tipos de terrenos que existen y en los que se construye, así como los problemas o beneficios de cada uno de ellos:

◈ TIPOS DE SUELO

1. **Arenoso**
   Está compuesto principalmente por arena y se encuentra cerca a las costas, ríos y quebradas. La ventaja de construir en este tipo de suelo es que por su textura es fácil de excavar y no retiene agua. Como desventaja, presenta poca cohesión lo que hará que la obra sea inestable.
   Para construir en estos tipos de suelo es necesario estabilizarlo por medio del agregado de materiales como cemento, arcilla o cal.

2. **Limoso**
   Compuesto por un material mucho más fino o delgado que la arena. Este tipo de suelo es de textura suave y retiene gran cantidad de agua, lo que le hace propenso a la erosión.
   Si se desea construir en este tipo de suelo, es necesario realizar una cimentación de hormigón profundo.

   Arcilloso
3. El suelo arcilloso es altamente cohesivo gracias a las pequeñas partículas que lo componen. Al encontrarse en áreas húmedas es posible que presente alteraciones que pueden ocasionar daños e inestabilidad a la estructura.
   Para construir en estos tipos de suelo es necesario realizar una buena compactación del terreno y tener en cuenta que los tiempos de asentamiento de la estructura serán mucho mayores para llegar a una posición de equilibrio.

4. **Húmedo**
   Estos tipos de suelo se caracterizan por una coloración negra, aportada por la descomposición de materiales orgánicos. Son difíciles de compactar y son ideales para usos agrícolas.
   Al construir sobre suelos húmedos pueden presentarse hundimientos y filtraciones en paredes, que a su vez crearán grietas y desestabilizarán la estructura.
   En caso de encontrar este tipo de suelo, deben realizarse excavaciones profundas, retirar las capas de suelo húmedo y rellenar con grava y agregados.

5. **Calizo**
   Los suelos calizos contienen un alto porcentaje de cal y son ideales para la construcción ya que retienen la humedad de manera rápida y fácil.
   Al construir en estos tipos de suelo no es necesario realizar excavaciones profundas para cimentación.

6. **Pedregoso**
   El suelo pedregoso está compuesto por rocas o piedras sólidas que pueden brindar un buen soporte y gran estabilidad para el levantamiento de una estructura.
   Es un suelo ideal para la construcción, pero puede presentar grandes retos en el momento de la excavación, en especial si se encuentran grandes rocas.

◈ Pasamos a analizar situaciones concretas, en este caso en Madrid.

→ **PARLA (SUELO SECO Y EROSIONADO)**

Observación del paisaje:



- Suelo:
  - Seco
  - Compactado
  - Poco vegetal

→ Un suelo que combina estas tres características se encuentra en un estado avanzado de degradación que dificulta gravemente la vida vegetal, la construcción de viviendas y la salud del ecosistema.

→ **Interpretación geológica**

- Problemas:

1. Barrera física para las raíces: La compactación elimina los poros grandes del suelo, volviéndolo extremadamente denso y duro.

- **Crecimiento limitado:** Las raíces tienen dificultades mecánicas para profundizar, lo que resulta en plantas débiles y con escaso anclaje.
- **Falta de oxígeno:** Al reducirse el espacio poroso, disminuye el intercambio de gases, provocando asfixia radicular.

2. Incapacidad de gestionar el agua: Un suelo seco y compactado pierde su función de "esponja" natural.

- **Escorrentía y erosión:** El agua de lluvia no se infiltra y corre por la superficie (escorrentía), arrastrando la poca capa fértil que quede.
- **Baja retención:** Al no tener materia orgánica ni estructura porosa, el suelo no puede almacenar humedad para épocas de sequía.

3. Degradación biológica y nutricional: La falta de vegetación y materia orgánica rompe el ciclo de vida del suelo.

- **Muerte de microorganismos:** Sin humedad ni residuos vegetales, los microorganismos beneficiosos (bacterias, hongos) mueren, deteniendo la liberación de nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo.
- **Infertilidad:** El terreno se vuelve un medio inerte que requiere un uso excesivo de fertilizantes químicos para producir algo.

4. Vulnerabilidad ambiental: Sin una cubierta vegetal que lo proteja, el suelo queda expuesto directamente a los elementos.

- **Desertificación:** La pérdida continua de estructura y biología puede llevar a que el paisaje se vuelva irreversiblemente árido.
- **Cambios químicos:** Pueden aparecer problemas de salinización o acidificación al perderse el equilibrio que aporta la materia orgánica.



→ Consecuencia:

Cuando llueve:

- El agua no se infiltra
- Se acumula → inundaciones

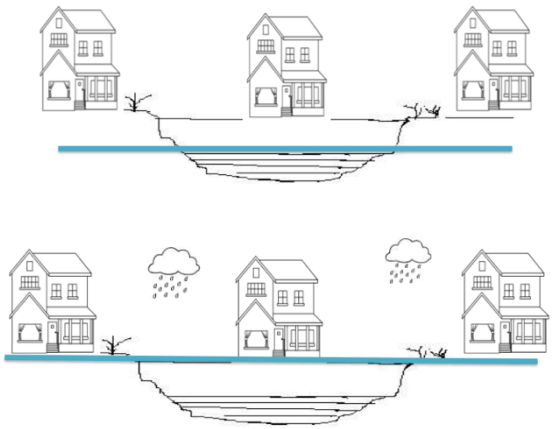
→ **Urbanización e inundaciones en Parla**

Vamos a ver en detalle el problema que ha ocasionado:

- Construcción sobre zonas:

- deprimidas
- antiguas cuencas de drenaje

- Resultado:
  - Inundaciones. Alrededor de 700 viviendas del barrio Laguna Park de **Parla** se ven afectadas por inundaciones cada vez que las lluvias torrenciales sacuden al municipio.



→ **Explicación técnica**

Cuando se urbaniza:

1. Se impermeabiliza el suelo (con asfalto y hormigón)
2. Produce un aumento de la escorrentía
3. Y en los sitios menos deseado se concentra el agua

→ Se produce **inundación rápida**

→ **Idea clave**

No es culpa de la lluvia

→ es culpa de **dónde y cómo construimos**

⇒ **<u>GETAFE (SUELO Y ARCILLAS EXPANSIVAS)</u>**

Aquí entramos en un concepto fundamental:



→ **Arcillas expansivas**

Características:

- Se hinchan con el agua
- Se contraen al secarse

Problema estructural

En este post hablaremos de las **arcillas expansivas**, sus efectos sobre las estructuras y cómo mitigar dichos efectos.

Las arcillas pueden presentar distintos grados de expansividad, dependiendo su respuesta a las variaciones de humedad a las que se vean sometidas. Al ganar humedad, presentan un incremento de volumen o hinchamiento según su grado de expansividad y al desecarse, justo lo contrario, el volumen disminuye produciéndose un agrietamiento del suelo.

Peligro en las reformas de viviendas del Sector 3 de Getafe

Madrid. S. L.

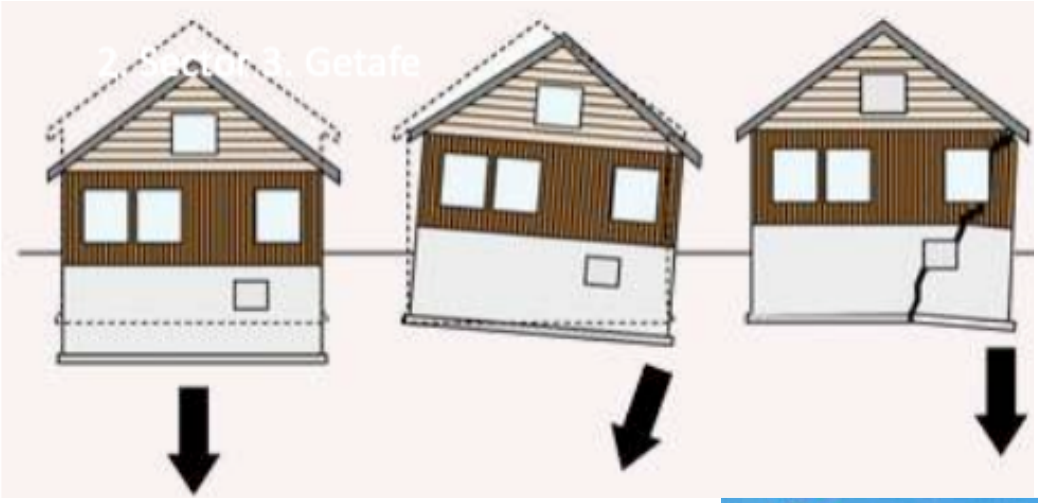
La realización de sótanos y reformas en las viviendas particulares que llevan a cabo algunos vecinos del Sector 3 de Getafe pueden suponer, según fuentes municipales, un serio peligro para la estabilidad de los edificios.

La causa de esta presunta peligrosidad se encuentra en que las casas están construidas sobre un terreno de arcillas expansivas.

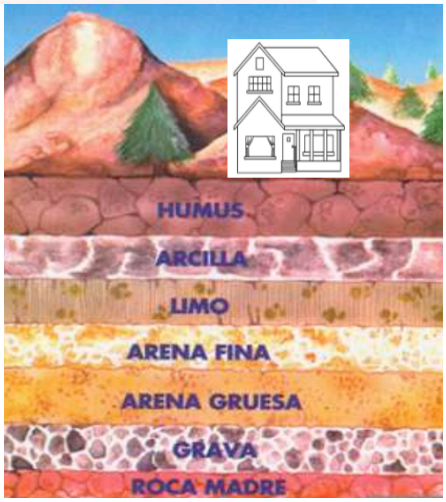


- Esto provoca en los edificios:
  - grietas
  - inclinación de edificios
  - fallos en cimentación





→ **Esquema del suelo**



Capas:

- Humus
- Arcilla
- Limo
- Arena
- Grava
- Roca madre

→ **Idea clave**

El comportamiento del terreno depende de:
→ su **composición y estructura**

⇒ **<u>VICÁLVARO (RELLENOS Y ANTROPIZACIÓN)</u>**



Aquí aparece un concepto moderno que es clave: **Antropización**

- La antropización es la modificación del terreno que ejerce el ser humano sobre un medio.

Ejemplo: Rellenos artificiales.

→ **Problema:**

- Los rellenos artificiales hacen que los suelos estén:
  - heterogéneos
  - poco compactos
  - deformables



Consecuencia:
→ Hundimientos y grietas

Dato importante:

Según un estudio encargado por el **Ayuntamiento de Madrid y realizado por la Facultad CC. Geológicas-Universidad Complutense, el Instituto Geológico y Minero, el Instituto de Geología de Madrid-CSIC, Eniepsa (Empresa Nacional de Investigación y Explotación de Petróleo SA) y el instituto de Geología Económica-CSIC.,**

publicada en marzo de 1989 en El País, aproximadamente el 11% del subsuelo de Madrid (incluido Vicálvaro) estaba compuesto por depósitos de basuras y escombreras. Esta cifra reflejaba la acumulación de residuos durante décadas, especialmente en las zonas periféricas que fueron cubiertas para el desarrollo urbano de la ciudad.



El 11% del subsuelo de Madrid está formado por depósitos de basuras y escombreras



El subsuelo de Madrid está plagado de trampas. Un 11% del terreno que no se ve, pero que soporta el peso de los edificios, está compuesto por escombreras y basureros como los que causaron el hundimiento de la avenida de la Ilustración, los que han paralizado el aparcamiento de General Álvarez de Castro o los que reposan en los solares de la plaza de Castilla donde se levantarán las torres de KIO. La acción humana y la composición del subsuelo hacen de Madrid un lugar "no óptimo" para las construcciones, según el libro Geología de Madrid, editado por el Ayuntamiento.

27/03/1989 - 00:00 CEST

EL PAÍS

→ **Conclusión**

Construir sobre rellenos tiene un **alto riesgo geotécnico**



⇒ CIEMPOZUELOS (KARST Y COLAPSOS)

En las diapositivas se muestran:

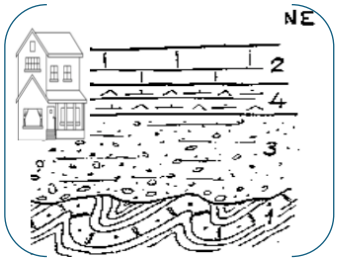
- Estratos sedimentarios
- Procesos de disolución



Concepto clave: karstificación

Karst es un relieve modelado por la disolución química de rocas solubles, principalmente calizas, yesos o dolomías, causado por el agua de lluvia. Esta agua de lluvia absorbe el CO_2 del aire, creando un ácido débil (ácido carbónico) que disuelve el carbonato cálcico de la caliza.

Este es un proceso lento que dura millones de años, y que va haciendo que el agua superficial y subterránea penetre en las grietas, disolviéndolas paulatinamente.



→ **Todo esto va formando:**

- Cavidades o surcos
- dolinas (depresiones circulares)
- hundimientos (formando valles)
-

→ **Consecuencia:** El terreno, en algún momento, puede llegar colapsar de forma súbita.



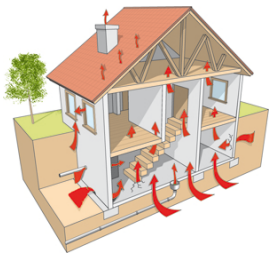
⇒ RADÓN

→ Este es un tema muy importante y poco conocido.

El **Radón** es un gas radiactivo **incoloro e inoloro** que se libera de cierto tipo de suelos y que puede filtrarse a las casas que se encuentren encima a través de grietas, poros en suelos, paredes, conductos de saneamiento de baños, uniones entre paredes, etc.

El gas Radón **se origina** principalmente en el **suelo y las rocas subterráneas** que contienen uranio y otros elementos radiactivos, lo que suele ocurrir en suelos graníticos.

Hay que tener en cuenta que **su presencia no se limita únicamente a las casas construidas sobre suelos ricos en radón.** También puede encontrarse en espacios subterráneos como sótanos, garajes y trasteros.



Además, las **aguas subterráneas** también pueden contener niveles significativos de este gas por lo que también sería peligroso si usamos agua de un pozo contaminado por Radón.

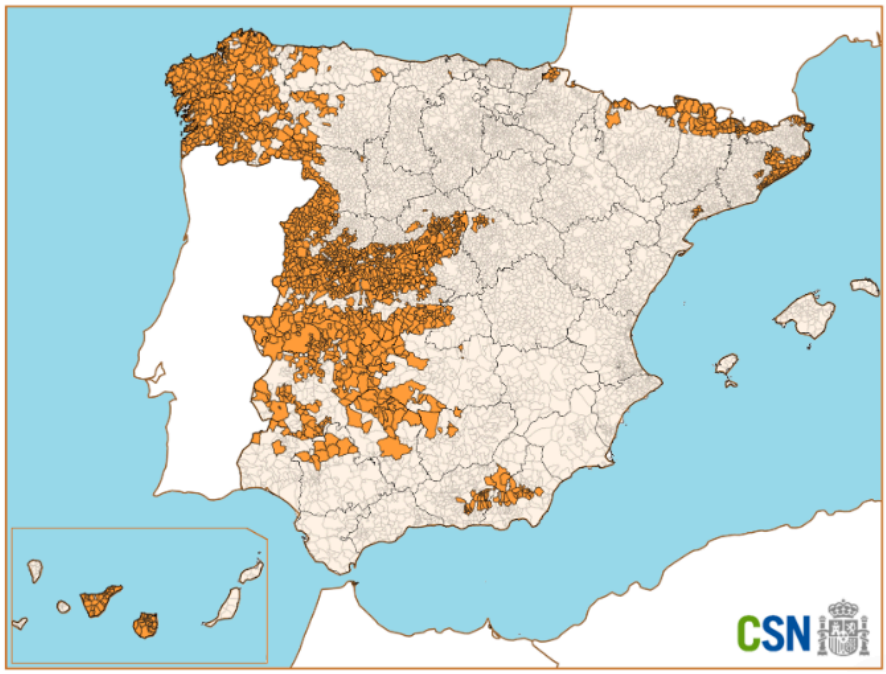
→ Problema

Cuando se inhala, el Radón introduce material radiactivo en los pulmones, incrementando el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. La exposición continua a niveles elevados de Radón es extremadamente peligrosa para las personas. Los efectos del gas Radón suelen manifestarse después de un largo periodo de exposición y, además, al ser un gas que es invisible e inoloro, se puede estar expuesto a sus efectos y no saberlo.


≡ EL PAÍS MADRID

Las concentraciones de radón en la sierra de Madrid superan tres veces el nivel medio de toda España

→ Donde se puede encontrar



Las altas concentraciones de radón se pueden encontrar por casi toda la península y también en las islas canarias, según se refleja en este mapa. En él podemos ver que las zonas de mayor riesgo se encuentran en la sierra de Madrid, Segovia, Ávila, Cáceres, Salamanca y gran parte de Galicia.

Según el **Consejo de Seguridad Nuclear de España**, todos los edificios contienen radón en concentraciones bajas. No obstante, existen zonas geográficas en las que, debido a su geología, es más probable encontrar edificios con niveles elevados.

Esta cartografía del potencial de radón en España, está desarrollada por el Consejo de Seguridad Nuclear, en ella, categoriza las zonas del territorio español en función de sus niveles de radón y, en particular, identifica aquellas en las que un porcentaje significativo de los edificios residenciales presenta concentraciones superiores a 300 Bq/m^3.

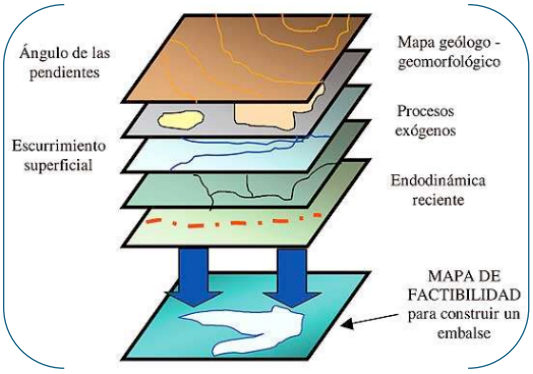
El potencial de radón de una zona es el percentil 90 (P90) de la distribución de niveles de radón de los edificios de esa zona.

Por ejemplo, '300 Bq/m^3' significa que:

- El 90% de los edificios tienen concentraciones inferiores a 300 Bq/m^3.
- El 10% supera este nivel.

⇒ VISIÓN INTEGRADA DEL MEDIO

La política y gestión ambiental basadas en un enfoque de "servicios al ecosistema" buscan tener una visión integral de los ecosistemas y del medio ambiente. La importancia de la geología y la **geosera** (*se llama así a la parte sólida del planeta, formada por rocas y minerales. Si pudiéramos cortar la Tierra como una naranja, podríamos comprobar que está formada por tres capas básicas: la CORTEZA, el MANTO y el NÚCLEO)* en la protección del medio ambiente y en la provisión de esos servicios es a menudo ignorada, si bien conforman el paisaje, interactúan con la atmósfera y la hidrosfera, y sostienen los ecosistemas.



→ Aquí se introduce una idea moderna:
- No se puede estudiar:
  - el suelo
  - el agua
  - ni el clima

por separado, ya que todo está interrelacionado.

⇒ PENSADORES CLAVE

Vamos a ver los precursores de la visión integral de la tierra: las ciencias ambientales



Alexander Humboldt; Berlín, 1769 – 1859

Naturalista y explorador alemán. Durante los últimos veinticinco años de su vida se concentró principalmente en la redacción de un tratado de múltiples volúmenes llamado ***Kosmos***, con una visión global de la estructura del universo, publicando cuatro volúmenes. Está considerado uno de los últimos grandes ilustrados, con una vasta cultura enciclopédica, con un trabajo que abarcaba campos tan dispares como los de las ciencias naturales, la geografía, la geología y la física.

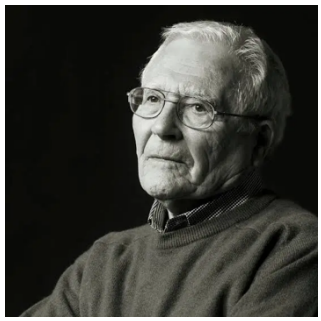
James Lovelock (Hipótesis Gaia) Hertfordshire, Gran Bretaña, 1919 - 2022

James Ephraim Lovelock científico, meteorólogo, escritor, inventor, químico atmosférico, y ambientalista.

Contrario al armamentismo nuclear, promueve un uso pacífico de la energía nuclear como único recurso para disminuir el abuso de los combustibles fósiles y evitar que el sistema atmosférico llegue a un punto sin retorno que lo desestabilice.

La **Hipótesis de Gaia**, formulada por él en 1969, consideró que la Tierra funciona como un **sistema complejo y autorregulado** que mantiene las condiciones físicas y químicas necesarias para la vida. En lugar de ver el planeta como una roca inerte donde la vida simplemente se adapta, planteó que la biosfera, la atmósfera, los océanos y la tierra están integrados en un solo sistema interactivo que busca un equilibrio óptimo o **homeostasis** (capacidad para mantenerse un entorno estable y equilibrado.

→ **Aspectos clave de la teoría**



- **Autorregulación**: La vida interactúa con su entorno inorgánico para regular aspectos críticos como la **temperatura global**, la **salinidad de los océanos** y la **composición de la atmósfera**.
- **Origen en la NASA**: Lovelock concibió la idea mientras trabajaba para la NASA, comparando la atmósfera de Marte (en equilibrio químico y sin vida) con la de la Tierra (en desequilibrio dinámico mantenido por la actividad biológica).
- **Colaboración con Lynn Margulis**: La microbióloga Lynn Margulis fue fundamental para desarrollar la base biológica de la

teoría, destacando el papel de los microorganismos en la regulación de gases y ciclos biogeoquímicos.

- **El nombre "Gaia"**: Fue sugerido por el novelista William Golding, en honor a la diosa griega de la Tierra.

Evolución y críticas

Inicialmente, la comunidad científica fue escéptica, calificándola de mística o teleológica (que implica una intención consciente del planeta). Para responder a estas críticas, Lovelock creó el modelo matemático de **Daisyworld** (Mundo de Margaritas), que demostraba cómo la autorregulación puede emerger de forma automática sin necesidad de conciencia.

Con el tiempo, la hipótesis ha evolucionado hacia la **Ciencia del Sistema Tierra**, ganando una aceptación generalizada en su forma "débil" (la vida influye en el entorno) frente a la interpretación "fuerte" (el sistema busca activamente un propósito). Su legado transformó el pensamiento ecológico moderno.

Rachel Carson; Springdale, Estados Unidos, 1907 - 1964



Carson estudió biología y zoología. Comenzó a investigar los efectos de los contaminantes mientras escribía artículos de divulgación para suplementos y revistas, y a través de su libro "*Primavera Silenciosa*" (1962) denunció el uso indiscriminado de pesticidas sintéticos, como el DDT. Alertó sobre cómo estos químicos se acumulaban en la cadena alimentaria, matando aves y amenazando la salud humana.

- **Impacto político:** Su trabajo llevó directamente a la prohibición del DDT para uso agrícola en EE. UU. y a la creación de la Agencia de Protección Ambiental.
- **Visión ética:** Popularizó la idea de que la humanidad no es dueña de la naturaleza, sino parte integrante de ella, y que dañarla es, en última instancia, dañarnos a nosotros mismos.
  A pesar de enfrentarse a duras campañas de desprestigio por parte de la industria química, que la acusaba de "histérica" o poco científica, su rigor prevaleció y hoy se le rinden honores en todo el mundo.
- Con ella nació la **visión ambiental moderna.**

Además de estos ha habido muchos otros más..... Pero,

⇒ ¿EN QUÉ SITUACIÓN NOS ENCONTRAMOS AHORA?

Hasta ahora hemos visto ejemplos concretos (Parla, Getafe, Vicálvaro…), pero aquí se pretende dar un salto:

- De lo local → a lo global
- De lo descriptivo → a lo interpretativo

→ ¿Cuál es realmente la situación?

Nos encontramos en una **crisis de equilibrio entre tres sistemas**:

1. **Sistema natural (geológico y ecológico)**
   Tiene unos ritmos propios:
   - formación de suelos → miles de años
   - recarga de acuíferos → décadas
   - erosión → procesos lentos (en condiciones naturales)

2. **Sistema humano (económico y urbano)**
   Funciona a otra velocidad:
   - urbanización → años
   - consumo de recursos → inmediato
   - generación de residuos → continua

3. **Sistema climático (cada vez más alterado)**
   Introduce:
   - eventos extremos (lluvias torrenciales, sequías)
   - mayor irregularidad

→ **Conclusión profunda**

El problema no es que existan procesos naturales → el problema es que **los hemos desincronizado.**

Y eso es clave en geología:

Cuando los ritmos naturales y humanos no coinciden → aparecen los riesgos.

→ **De los ODM (Objetivos del Milenio) a los ODS (Objetivos Desarrollo Sostenible)**

Aquí entramos en una pretendida **evolución del pensamiento global** en el terreno de la **política internacional aplicada al medio ambiente**.



Etapa 1: ODM (2000–2015)

Los **Objetivos del Milenio** nacen con una mentalidad muy concreta:

- Reducir la pobreza y lograr el acceso mundial a los alimento
- Mejorar la educación
- Aumentar el acceso a sanidad

Pero tenían una limitación importante: → trataban los problemas **de forma aislada**

Por ejemplo:

- combatir pobreza sin considerar el suelo o el agua
- mejorar agricultura sin analizar la degradación del terreno

Etapa 2: ODS (desde 2015)

Aquí hay un cambio de paradigma:

En la conferencia de RÍO +20 (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible), se desarrolla el documento: "**El Futuro Que Queremos**", con los **Objetivos del Desarrollo Sostenible**, ya no se entiende el mundo como compartimentos, sino como un sistema interconectado.

Por ejemplo:

- No se puede hablar de agricultura sin hablar de suelo
- No se puede hablar de agua sin hablar de clima
- No se puede hablar de ciudades sin hablar de riesgos geológicos

→ **Importancia geológica**

Los ODS incorporan expresamente la geología en aspectos como:

- la gestión del suelo
- el uso sostenible del territorio
- la prevención de desastres naturales

→ **Idea de fondo**

Se pasa de: → "resolver problemas" a → "gestionar sistemas complejos"

⇒ **<u>DIAGNÓSTICO GLOBAL: EL DESEQUILIBRIO PLANETARIO</u>**

Aquí aparece un texto de gran densidad conceptual de **Ban Ki-Moon** secretario general de las Naciones Unidas. En su informe promueve una vida digna para todos.

No es solo una descripción política, es un **diagnóstico sistémico**.

"*La prolongación de la crisis económica mundial y los conflictos violentos de años recientes han exacerbado la pobreza, la desigualdad y la exclusión. La pérdida de diversidad biológica, la degradación del agua, las tierras secas y los bosques y el aumento de los riesgos del cambio climático amenazan con anular los logros que hemos conseguido hasta la fecha y socavar los avances que se podrían producir en el futuro".*



⇒ **Analicemos los elementos uno a uno:**

1. Crisis económica

Implica:

- explotación intensiva de recursos
- reducción de inversión en sostenibilidad

2. Conflictos

Provocan:

- migraciones
- sobreexplotación de territorios
- destrucción de ecosistemas

3. Pérdida de biodiversidad

Tiene implicaciones geológicas indirectas:

- pérdida de vegetación → mayor erosión
- degradación del suelo

4. Degradación del agua y del suelo

Este es el núcleo geológico:

- desertificación
- salinización
- contaminación

5. Cambio climático

Multiplica todos los anteriores:

- lluvias más intensas → erosión
- sequías → degradación del suelo

Conclusión

No son problemas independientes → forman un **sistema de retroalimentación negativa**

⇒ JEFFREY SACHS: TEORÍA EN BASE A LA REALIDAD



Jeffrey Sachs, economista y profesor estadounidense, destacado por su trabajo en el campo del desarrollo sostenible, la macroeconomía global y la lucha contra la pobreza, representa la visión del **desarrollo sostenible globalizado**. Es el director del Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas.

⇒ **Su planteamiento**

- El mundo puede coordinarse
- Se pueden diseñar estrategias globales
- Se pueden reducir desigualdades

Análisis crítico (importante tenerlo claro)

Desde el punto de vista geológico:

- Las soluciones globales son necesarias pero…
- **los problemas son locales**

Ejemplo:

- Las arcillas expansivas de Getafe no se resuelven con políticas globales
- Las inundaciones de Parla requieren estudios geomorfológicos concretos

⇒ **De modo que, el desarrollo sostenible tiene dos escalas:**

ESCALA	FUNCIÓN
Global	Define objetivos
Local	Resuelve problemas reales

⇒ CREATIVIDAD APLICADA A SISTEMAS COMPLEJOS

La frase del ingeniero químico, bioquímico y activista estadounidense. **Linus Pauling, 1901 – 1994**, no es casual: "*La mejor forma de tener buenas ideas es tener muchas ideas*".

En geología ambiental:

- No hay soluciones simples
- No hay recetas universales

¿Por qué?

Porque cada territorio es único:

- tipo de suelo
- clima
- relieve
- uso humano

Consecuencia

Se requiere:

- pensamiento multidisciplinar
- múltiples hipótesis
- ensayo y error

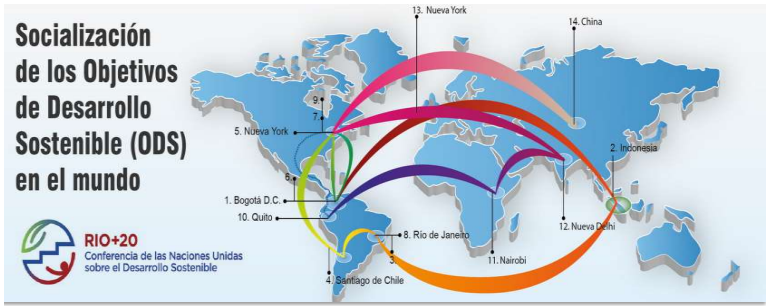
◈ Esto es muy importante para nuestra formación: **LA GEOLOGÍA NO ES MEMORIZAR → ES INTERPRETAR**

⇒ PARTICIPACIÓN GLOBAL: UN CAMBIO HISTÓRICO

Aquí hay un cambio muy profundo respecto al pasado.

LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

¿Cómo se formularon?



Antes:

- Las decisiones se tomaban desde arriba

Ahora:

- Se consulta a:
  - científicos
  - ciudadanos
  - países pobres
  - empresas

¿Por qué es importante esto?

Porque los problemas ambientales:

- afectan a todos
- dependen de todos

Pero hay una realidad que se debe entender

Participación no es solución

- Se puede consultar mucho
- Pero si no hay ejecución real → no cambia nada

⇒ LOS CINCO GRANDES CAMBIOS DEL SIGLO XXI

Así pues y visto lo anterior, nos enfrentamos a nuevos retos y no nos sirven los avances de los últimos 15 años porque:

Desde la adopción de la Declaración del Milenio y los ODM el mundo ha cambiado profundamente. En particular, cinco cambios harán que el próximo periodo de 15 años 2015-2030 sea diferente del periodo ODM que terminó en 2015:

Y este es uno de los puntos más importantes del tema por los desafíos a los que nos enfrentamos.

Vamos a interpretarlo bien:

1. Fin de la pobreza extrema (posible técnicamente)

Pero:

- implica mayor presión sobre recursos
- más consumo → más impacto geológico

2. Impacto humano sin precedentes

Este es el punto clave:

Por primera vez en la historia: → el ser humano es un agente geológico, responsable del problema si no actúa bien.

Ejemplos que tiene que desechar:

- modificación de ríos
- excavaciones masivas
- urbanización global

3. Cambio tecnológico rápido

Esto provoca:

- una mayor explotación
- y mayor transformación del terreno

4. Desigualdad

Si no se soluciona provoca:

- zonas sobreexplotadas
- zonas abandonadas

5. Creciente difusión y complejidad en la manera de gobernar

Eso dificulta:

- la gestión del territorio
- la prevención de riesgos

⇒ **PRINCIPIOS DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL**

Aquí nos encontramos con una idea muy moderna:

No basta con proteger el medio ambiente

Hay que integrar:

- economía
- sociedad
- salud

- **Concepto clave: RESILIENCIA** (ser capaz de hacer frente a acontecimientos difíciles)

En geología, esto es fundamental:

Un sistema resiliente:

- soporta las perturbaciones
- se recupera

Ejemplo:

- un bosque sano → se regenera
- un suelo degradado → no

⇒ **LOS ODS (VISIÓN GEOLÓGICA)**

Aunque los objetivos parecen sociales, muchos dependen directamente de la geología:

- el agua limpia → depende los acuíferos
- la agricultura → está supeditada al estado del suelo
- las ciudades → están condicionadas a la estabilidad del terreno
- el clima → está directamente influenciado por los procesos geológicos y atmosféricos



- **Conclusión:** La geología está en la base de la mayoría de los ODS, aunque no se mencione explícitamente.

⇒ LAS TRES DIMENSIONES DEL DESARROLLO

Aquí tenemos una idea fundamental que conviene entender bien.

- **No son tres cosas separadas:**

- medio ambiente
- sociedad
- economía

Son tres dimensiones del mismo sistema.



- **Ejemplo claro:**

Construir viviendas:

- Dimensión económica → genera riqueza
- Dimensión social → proporciona alojamiento
- Dimensión ambiental → puede destruir el suelo

Si uno de ellos falla: → el sistema se rompe

⇒ MODELO LINEAL: ORIGEN DEL PROBLEMA

El modelo económico tradicional funciona así:

1. Extraer
2. Transformar
3. Consumir
4. Tirar

- **Pero vamos a profundizar**

1. EXTRAER → El punto de partida: la Tierra

Aquí comienza todo.

¿Qué significa extraer?

Tomar recursos directamente de la naturaleza:

- Minerales (hierro, cobre, litio…)
- Rocas (caliza, granito…)
- Combustibles (petróleo, carbón)
- Agua
- Suelo fértil

Visión geológica

Estos recursos:

- **no se generan a escala humana**
- han tardado:
  - millones de años (petróleo)
  - miles de años (suelos)
  - procesos geológicos complejos

Problema

Estamos extrayendo: → **como si fueran infinitos**

Cuando en realidad → son **limitados y lentos de regenerar**

2. TRANSFORMAR → La industria

Una vez extraído el recurso:

- se transporta
- se procesa
- se convierte en producto

Ejemplo sencillo:

- petróleo → plástico
- mineral de hierro → acero
- arena → vidrio

Qué ocurre aquí realmente

- Se consume energía (muchísima)
- Se generan residuos
- Se contamina:
  - aire
  - agua
  - suelo

No existe transformación "limpia" → toda transformación implica **impacto geológico y ambiental**

3. CONSUMIR → El uso humano

El producto llega al consumidor:

- ropa
- tecnología
- viviendas
- alimentos procesados

Problema actual

El consumo ya no es:

- necesario → es **masivo**
- duradero → es **rápido y desechable**

Ejemplo claro:

- antes un electrodoméstico duraba 20 años
- ahora → 5 o poco más

Consecuencia
Aumenta: → la velocidad del ciclo
4. TIRAR → El gran fallo del sistema
Aquí está el punto crítico.
Una vez usado el producto:
- se convierte en residuo
- se desecha

¿Dónde va?
- vertederos
- océanos
- atmósfera (CO_2, gases)
- suelo (contaminación)

Problema geológico profundo
El sistema natural:
- **no puede absorber ese volumen de residuos**

Porque:
- los residuos modernos (plásticos, químicos):
  - no son biodegradables
  - no existían en la naturaleza

LA CLAVE DEL PROBLEMA

Este modelo supone algo que es falso, que la Tierra puede:
- proporcionar recursos infinitos
- absorber residuos infinitos

Y ninguna de las dos cosas es cierta.

VISIÓN GEOLÓGICA GLOBAL

Si lo miramos desde la geología:
Este modelo rompe dos equilibrios fundamentales:

1. Ritmo de extracción vs ritmo de formación

RECURSO	TIEMPO DE FORMACIÓN	TIEMPO DE CONSUMO
Petróleo	millones de años	décadas
Suelo fértil	siglos	años
Minerales	millones de años	décadas

→ Estamos consumiendo **más rápido de lo que la Tierra puede crear**

2. Ritmo de residuos y capacidad de absorción
- La naturaleza recicla:
  - materia orgánica
  - minerales naturales

Pero no puede reciclar bien:
- plásticos
- metales pesados
- químicos industriales

Esto hace que se acumulen degradando el medio

CONCLUSIÓN

El modelo lineal es:
- eficaz económicamente a corto plazo
- **insostenible geológicamente a largo plazo**

Porque:
- agota recursos
- degrada el entorno
- genera riesgos

Acabamos con un ejemplo muy directo:

Una botella de plástico precisa:

1. Extraer → petróleo
2. Transformar → plástico
3. Consumir → beber agua
4. Tirar → residuo durante siglos

- Tiempo de uso: minutos. Tiempo de impacto: siglos

Todo este modelo que hemos visto no es un error técnico, es un error de planteamiento. Hemos organizado la economía **sin tener en cuenta cómo funciona la Tierra**.

Y eso es exactamente lo que intenta corregir la geodinámica externa aplicada.

⇒ TIEMPO DE RENOVACIÓN: CONCEPTO CRÍTICO

Este es un concepto de los más importantes de todo el tema.

Definición

Tiempo que necesita un sistema natural para regenerarse.

Ejemplos:

- Formación de suelo → siglos
- Recuperación de acuífero → décadas
- Regeneración de bosque → años

Problema actual

Desde la Revolución industrial nuestra economía ha estado creciendo ininterrumpidamente. El ser humano consume tan rápido que al Medio Ambiente no le da tiempo a regenerarse, alcanzando los límites del planeta.

Consecuencia

- degradación irreversible
- pérdida de recursos
- aumento de riesgos

⇒ ECONOMÍA CIRCULAR: INTENTO DE SOLUCIÓN

Se ha visto necesario intentar cambiar el modelo para lograr:

- reutilizar
- reciclar
- reducir



Pero conviene ser crítico

La economía circular:

- Puede mejorar el sistema
- pero no lo soluciona completamente

Porque:

- sigue habiendo consumo
- sigue habiendo impacto



⇒ "HISTORIA DE UNA ZAPATILLA": VISIÓN SISTÉMICA

"... La alta tecnología del diseño y de los materiales fue enviada vía satélite a una empresa de diseño asistido por ordenador en Taiwan.

La parte superior de una zapatilla deportiva tiene 20 partes diferentes y se obtiene a partir de cuero de vaca.

La vaca fue criada, sacrificada y desollada en Texas. La piel se apila en un contenedor de tren hasta Los Ángeles y de allí se exportó a Corea del Sur, donde los costes laborales del curtido del cuero son menores. Durante el proceso, la planta de curtidos descargó pelos, epidermis y numerosos productos químicos en el río *Naktong*. Excepto el cuero, las zapatillas están hechas con productos químicos procedentes del petróleo. La suela exterior está hecha de caucho de estireno-butadieno, sintetizado a partir de petróleo procedente de Arabia Saudí y benceno local (obtenido a partir del carbón), en una fábrica en Taiwan. La fábrica taiwanesa obtuvo su electricidad de una de las tres centrales nucleares de la isla. Finalmente, en la fábrica de Indonesia, una máquina japonesa de bordado cosió a toda velocidad el logotipo central. La línea de montaje manual está compuesta por mujeres jóvenes que cortan, cosen y encolan el calzado en pésimas condiciones laborales. Si ellas mismas quisieran adquirir un par de esas zapatillas tendrían que trabajar algo más de un mes para obtener el dinero necesario."

Extraído de "*Materiales: Las vidas secretas de los objetos cotidiano"*.

- Este ejemplo es extraordinario.

Demuestra que:

Un objeto cotidiano implica:

- múltiples países
- múltiples recursos
- múltiples impactos

- **Lectura geológica**

Cada fase implica:

- extracción de materiales
- alteración del terreno
- contaminación

https://www.youtube.com/watch?v=uZucclsuKaU

⇒ **LAGO TITICACA: EJEMPLO REAL DE DEGRADACIÓN**

- El lago Titicaca está siendo contaminado por residuos de la explotación minera de la región peruana de Puno. Además, se añaden al lago, en el lado boliviano, desechos sólidos y aguas vertidas de las poblaciones de Copacabana, de la bahía de Cohana y Tiquina. En estas poblaciones no existe un sistema de alcantarillado y los desechos desembocan en el Titicaca.



- Bolivia y Perú promueven la nominación del Lago Titicaca como una de las maravillas naturales del planeta y, en ese marco, han desarrollado varias iniciativas para mejorar su imagen. Entre ellas destaca el proyecto gubernamental denominado "Desarrollo Sostenible del Lago Titicaca".

Aquí se ve el resultado final:

- contaminación del agua
- degradación del entorno
- impacto social

- **Idea clave**

Cuando se gestiona mal el territorio: → los sistemas naturales colapsan.

⇒ PREGUNTA CENTRAL DEL TEMA

¿Por qué es importante estudiar la dinámica terrestre?

Porque permite:

- entender los procesos
- anticiparse a los riesgos
- para tomar decisiones correctas

⇒ GEOMORFOLOGÍA: QUÉ ESTUDIA REALMENTE

- La **geomorfología** estudia el origen, estructura, evolución y dinámica actual del relieve terrestre, tanto en la superficie continental como en el fondo oceánico. Analiza las formas del terreno —montañas, valles y costas— moldeadas por procesos endógenos (tectónica) y exógenos (clima, agua, viento, actividad humana). El término proviene del griego: ge, es decir, geos (Tierra), morfeé (forma) y logos (estudio, conocimiento.

- **Tiene dos partes inseparables:**

1. Las formas (lo que vemos)

- Montañas
- Valles
- llanuras
- acantilados
- cauces de ríos

2. Los procesos (lo que no vemos directamente)

- erosión
- transporte
- sedimentación
- movimientos de ladera
- acción del agua, viento, hielo

- **ALGUNOS EJEMPLOS**

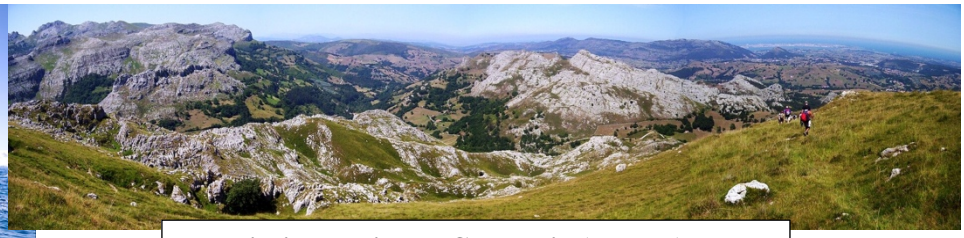


El árbol de Piedra o los cerros de atrás en el Altiplano andino



Cono de Arita, Salar de Arizaro Argentina





Paisaje kárstico en Cantabria (España) con estructuras superficiales como lapiaces y dolinas

El Gran Cañón, ejemplo de modelado fluvial



Erosión por olas resaltan fallas en rocas



Durdle Door al sur de Inglaterra



Los Encantados y el lago de San Mauricio, ejemplos de modelado glacial (Pirineo Catalán)

- **Idea fundamental**

El relieve no es algo "dado" → es el resultado de una **historia dinámica**

Cada forma del terreno es: una consecuencia de procesos que han actuado durante mucho tiempo

- **Relación con el ser humano**

En lo que se refiere a los riesgos Naturales y la relación del Hombre con el medio, la Geomorfología está totalmente relacionada.

- Geografía física → formas naturales y riesgos
- Geografía humana → ocupación del territorio por el hombre

Y aquí está el punto crítico:
Cuando el ser humano ignora los procesos geomorfológicos → aparecen los problemas.
Ejemplo:

- construir en una ladera inestable
- urbanizar una zona inundable



⇒ **PELIGROSIDAD Y RIESGO: NO SON LO MISMO**

Estos dos términos son básicos y suelen confundirse.

→ **PELIGROSIDAD**



Es un concepto **natural**.

Está sujeto a la probabilidad de que ocurra un fenómeno geológico.

Ejemplos:

- probabilidad de inundación en un río
- probabilidad de deslizamiento en una ladera
- probabilidad de sequía en una zona

La peligrosidad depende de:

- clima
- geología
- relieve

No depende del ser humano directamente

→ **RIESGO**

Es un concepto **mixto (natural + humano)**.

Posibilidad de que ese fenómeno cause daños.

Aquí entra en escena:

- la población
- las infraestructuras
- la vulnerabilidad

Diferencia clara e importante

SITUACIÓN	PELIGROSIDAD	RIESGO
Inundación en zona deshabitada	Alta	Bajo
Inundación en ciudad	Alta	Muy alto

→ **Idea clave que se debe interioriza**

El ser humano no puede eliminar la peligrosidad, pero sí puede reducir el riesgo.

¿Cómo?



- no construyendo en zonas peligrosas
- adaptando infraestructuras
- gestionando el territorio

→ **Pero, veamos qué es realmente el riesgo natural**

- **Definición profunda**

El riesgo es:

- una **probabilidad**
- de que ocurra un fenómeno
- que afecte a una sociedad vulnerable

- **Elementos del riesgo**

Para entenderlo bien:

1. **Peligro (fenómeno natural)**
2. **Exposición (personas o bienes presentes)**
3. **Vulnerabilidad (qué sensibles son)**

→ **Ejemplo completo**

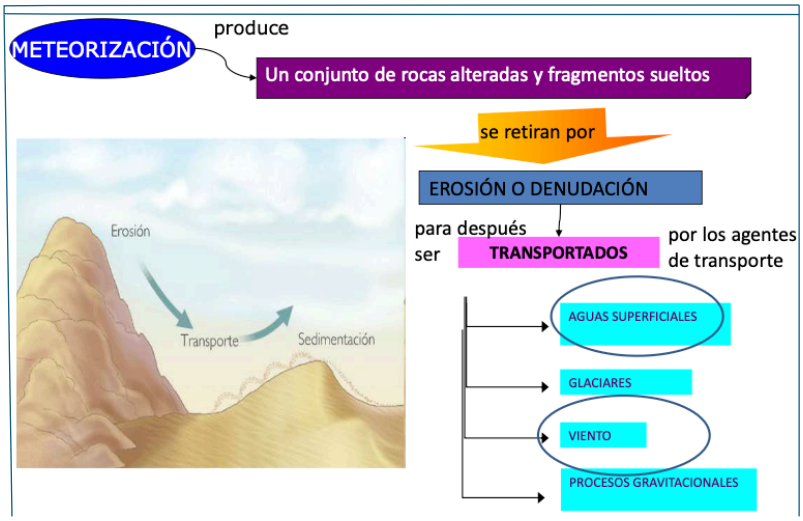
Deslizamiento de tierra:

- zona sin población → no hay riesgo real
- zona con viviendas mal construidas → riesgo alto

→ **Conclusión clave**

El riesgo no es solo natural es, en gran parte, una consecuencia de decisiones humanas.

⇒ **<u>PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS: EL MOTOR DEL MODELADO TERRESTRE</u>**



Aquí entramos en el núcleo de la geodinámica externa.

El esquema de la diapositiva resume un **ciclo fundamental** que es importante comprender perfectamente.

1. METEORIZACIÓN (inicio del proceso)

¿Qué es?

La **descomposición de las rocas en el lugar donde están**.

No hay transporte todavía.

Tipos que actúan:

- Física → rotura (cambios de temperatura, hielo)
- Química → disolución, alteración (agua, CO_2)
- Biológica → raíces, organismos

Resultado:

- fragmentos sueltos
- suelo incipiente

2. EROSIÓN (arranque del material)

Aquí ya hay movimiento.

La roca o el sedimento es arrancado del lugar.

Agentes:

- agua (el más importante)
- viento
- hielo
- gravedad

3. TRANSPORTE

Los materiales se desplazan:

- ríos → arrastran sedimentos
- viento → mueve arena
- glaciares → arrastran rocas
- gravedad → deslizamientos

→ **Importante**

Durante el transporte:

- los materiales se desgastan
- y se seleccionan por tamaño

4. SEDIMENTACIÓN

El material se deposita cuando:

- disminuye la energía del agente que lo mueve

Ejemplo:

- un río que pierde velocidad → deposita sedimentos

→ **VISIÓN GLOBAL DEL PROCESO**

Esto forma un ciclo continuo:

- la roca se rompe
- se transporta
- se deposita
- vuelve a transformarse

→ Este ciclo modela toda la superficie terrestre.

→ **IDEA FUNDAMENTAL DEL TEMA**

Todo lo que vemos en el paisaje:

- no es estático
- es el resultado de este ciclo actuando durante miles o millones de años

Relación con el ser humano (muy importante)

Cuando intervenimos:

- aceleramos la erosión
- alteramos el transporte
- cambiamos la sedimentación

Ejemplo claro:

- deforestación → aumenta la erosión
- urbanización → cambia el drenaje
- presas → alteran sedimentos

⇒ **<u>CAMBIO CLIMÁTICO Y EVENTOS EXTREMOS</u>**

El cambio climático está modificando o acelerando la dinámica natural del planeta.

→ **¿Qué significa esto desde el punto de vista geológico?**

Los procesos que ya conocemos (erosión, transporte, sedimentación) **no cambian de naturaleza**, pero sí cambian en:

- **intensidad**
- **frecuencia**
- **distribución**

→ **Ejemplo clave: lluvias**

Antes:

- lluvias moderadas → infiltración → equilibrio

Ahora:

- lluvias torrenciales → escorrentía → erosión → inundaciones

→ **Ejemplo: sequías**

- pérdida de vegetación
- suelo desprotegido
- aumento de erosión cuando vuelve la lluvia

→ **Idea fundamental**

El cambio climático no crea nuevos proceso → **desestabiliza los existentes**

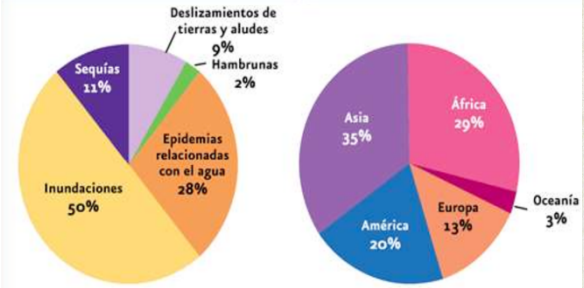
⇒ **EVIDENCIAS VISUALES (IMPACTOS REALES)**

Japón intensifica operaciones de rescate por devastadoras inundaciones

Equipos de rescate en Japón intensificaban este lunes las operaciones de búsqueda de sobrevivientes en un escenario de casas devastadas por inundaciones y deslizamientos de tierra en el fin de semana, y que ya dejaron por lo menos 34 personas muertas.



Figura a Tipos y distribución de los desastres naturales relacionados con el agua, 1990 - 2001

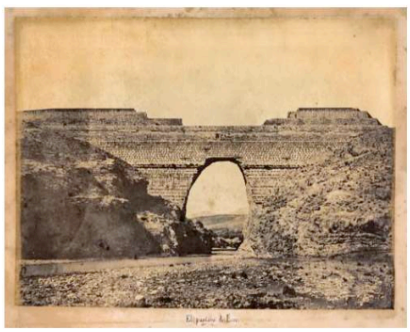


Fuente:
UNESCO-WWAP. *Agua para todos agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.* Francia. 2003.

INUNDACIONES MÁS IMPORTANTES EN ESPAÑA

AÑO	LOCALIDAD	DAÑOS	Nº DE VICTÍMAS MORTALES
1651	Murcia	Graves	1.000
1779	Ribera Baja del Júcar	Importantes	numerosas
1802	Lorca (Murcia)	Destrucción de la ciudad	700
1874	Cataluña	Grandes daños, más de setecientas viviendas destruidas	600
1879	Murcia	Grandes daños	800
1891	Consuegra (Toledo)	Destrucción parcial de la localidad	359
1957	Valencia	Grandes daños, más de trescientos edificios destruidos, 10.000 millones de 1957	86
1962	Cataluña	Grandes daños. Cinco mil viviendas destruidas. 2.700 millones en pérdidas	1.000
1963	Murcia, Almería	Grandes daños	300
1971	Cataluña	Grandes daños. 7.000 millones de pérdidas	400
1972	Valdepeñas	Daños importantes	22
1973	Sureste	Grandes daños en zonas extensas	300
1982	Levante	Grandes daños. 300.000 millones de pérdidas	38
1983	País Vasco y Cantabria	Más de 150.000 millones	40
1989	Málaga y Sureste	200.000 millones	42
1994	Cataluña	30.000 millones	9
1995	Yebra (Guadalajara)	Daños importantes	10
1996	Biescas (Huesca)	Varios miles de millones	87
1997	Alicante y Sureste	10.000 millones	5

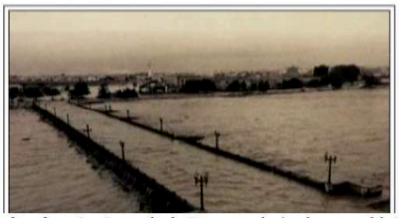
30 de abril de 1802: Rotura del pantano de Puentes. Riada en el río Guadalentín (Cuenca del Segura) en Lorca, debido a la rotura del pantano de Puentes por deficiencias en su construcción. Provocó **608 muertos**.



25 de septiembre de 1962 – Inundaciones en Cataluña, Baleares y Castellón. Las fuertes lluvias provocaron en Barcelona el desbordamiento de los ríos Llobregat y Besós, llegando este último a los 3.000 m³/s y provocando más de 700 muertos así como numerosos años en viviendas e infraestructuras. En Castellón, la Rambla de la Viuda, afluente del Mijares, alcanzó 1.500 m³/s rebasando la presa de María Cristina, vertiendo hasta 1,70 m por encima de la coronación del embalse.



14 de octubre de 1957 – *Gran riada de Valencia*, en las cuencas del Turia y Palancia. Precipitaciones de 300 mm en buena parte de las cuencas de ambos ríos originaron dos ondas de crecida sobre Valencia, la primera de 2.700 m³/s y la segunda, más virulenta, de 3.700 m³/s y 4,16 m/s, que inundaron inundando la mayor parte de la capital valenciana. Tras esta riada se desvió el cauce del Turia al sur de Valencia dotándolo de una capacidad que se calcula en 5.000 m³/s.



20 de octubre de 1982: Pantanada de Tous, que afectó a la cuenca del Júcar, produciéndose lluvias torrenciales en el resto de la Comunidad Valenciana y Región de Murcia. Las lluvias superaron los 100 mm en la mayor parte de la cuenca del Júcar, y los 600 mm en un área de 700 km²; aguas arriba del pantano. Como consecuencia de la gran afluencia de agua y ante la imposibilidad de aliviar caudales, por razones de errores en la operación, la presa de Tous se vino abajo la tarde del 20 de octubre originando una crecida de **16.000 m³/s la mayor registrada en España** (no hay registros de antes de la Guerra Civil). En las poblaciones más inmediatas al pantano, como Gavarda, el agua llegó al **segundo piso de altura** y en ciudades como Carcagente o Alcira se superaron los 2 m. Los **muertos**superaron los **30** y los daños materiales fueron muy cuantiosos. En Alicante cayeron 220 mm en pocas horas causando **2 muertos** y la inundación de la ciudad.



Aunque son imágenes, hay que interpretarlas geológicamente.
Lo que se observa en este tipo de imágenes:

- inundaciones urbanas
- desbordamientos de ríos
- destrucción de infraestructuras
- acumulación de sedimentos

→ **Lectura geológica de las imágenes**

En todos los casos ocurre lo mismo:

1. Exceso de agua o energía
2. Incapacidad del sistema para absorberla
3. Alteración del equilibrio natural
4. Aparición del desastre

→ **Pero hay un matiz importante**

El fenómeno natural no es el problema en sí.
El problema es la ocupación del territorio sin respetar la dinámica natural.

⇒ **<u>CASO REAL: INUNDACIONES EN EXTREMADURA (1997)</u>**

Aquí no hablamos de teoría.

→ **Datos:**

- 25 muertos
- 1.200 familias afectadas
- personas arrastradas por el agua



→ **Análisis geológico**

No basta con decir "llovió mucho".
Hay que analizar:

1. Intensidad de la lluvia

- precipitaciones muy concentradas

2. Capacidad del terreno

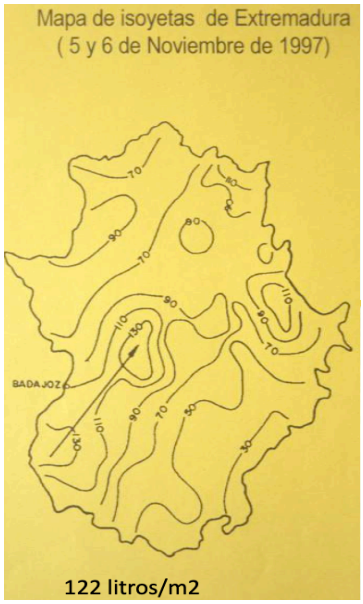
- suelos saturados → no infiltran

3. Relieve

- zonas bajas → acumulación de agua

4. Ocupación humana

- viviendas construidas en zonas inundables



→ **Idea clave (muy importante)**

Una catástrofe natural casi nunca es solo natural.
Siempre hay:

- un componente humano
- una mala planificación

⇒ **<u>122 LITROS/M²: INTERPRETACIÓN DEL DATO</u>**

Este dato parece simple, pero es fundamental entenderlo bien.

→ **¿Qué significa?**

- 122 litros por metro cuadrado = 122 mm de lluvia

Es una **precipitación muy intensa en poco tiempo**

→ **¿Por qué es peligrosa?**

Porque supera la capacidad de:

- infiltración del suelo
- drenaje natural
- infraestructuras

→ **Consecuencia directa**

- escorrentía superficial masiva
- arrastre de sedimentos
- inundaciones rápidas

→ **Idea importante**

No es solo la cantidad de lluvia → es **la velocidad a la que cae**

⟹ **CIERRE VISUAL DEL TEMA**

Aunque sea una imagen final, el mensaje del tema queda claro:

⇒ **CONCLUSIÓN GLOBAL DEL TEMA (lo esencial que se debe dominar)**

1. La Tierra es un sistema dinámico

- La superficie cambia constantemente
- Los procesos son naturales y continuos

2. Los procesos geomorfológicos son la base

Hay que tener muy claro:

- la meteorización
- la erosión
- el transporte
- la sedimentación

→ Son el motor del modelado terrestre

3. El ser humano es un agente geológico

Esto es clave:

- modifica el relieve
- altera los procesos
- acelera la degradación

4. El riesgo no es solo natural

Hay que recordar siempre:

Riesgo = fenómeno natural + vulnerabilidad humana

5. El gran problema actual

No es la existencia de fenómenos naturales → es la **mala gestión del territorio**

6. Idea final (la más importante del tema)

No podemos evitar que llueva, que haya ríos o que existan procesos geológicos. Pero sí podemos decidir **dónde y cómo vivimos**.

Y ahí está la diferencia entre:

- fenómeno natural
- desastre