

*I Jornadas sobre Energía y Educación “Tecnología Nuclear: Aplicaciones e I+D+i”*

*Barcelona 12 y 13 de julio de 2017*

**Panel “Otras Aplicaciones de la Tecnología Nuclear”**

# **Aplicaciones Industriales y Medioambientales**

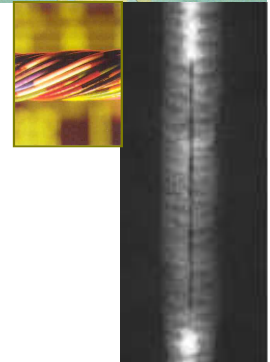
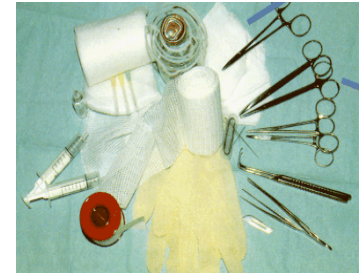
Almudena Real Gallego

*Unidad de Protección Radiológica del Público y del Medio Ambiente.  
Departamento de Medio Ambiente*



# Aplicaciones Industriales

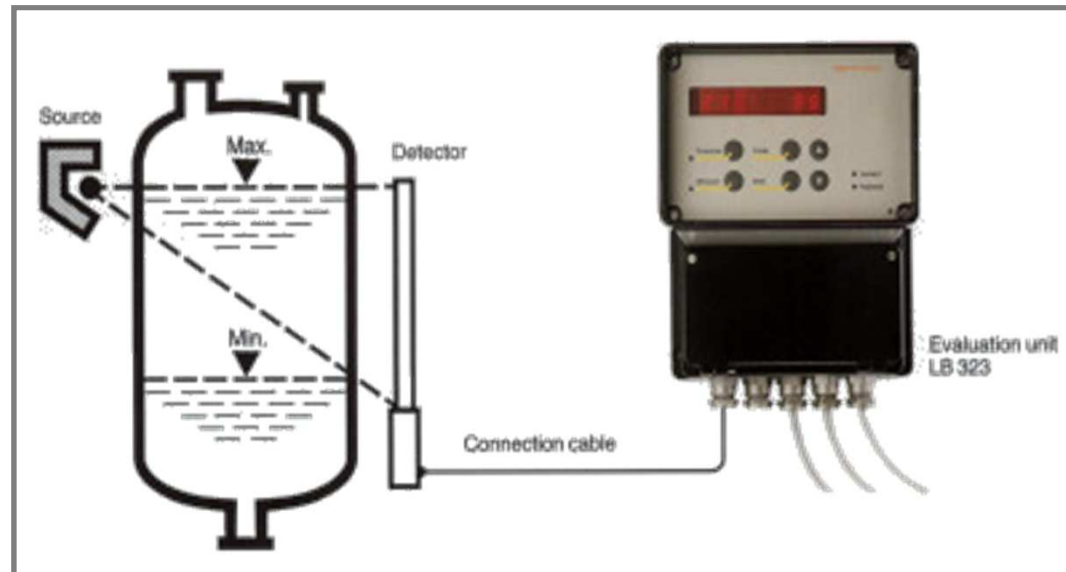
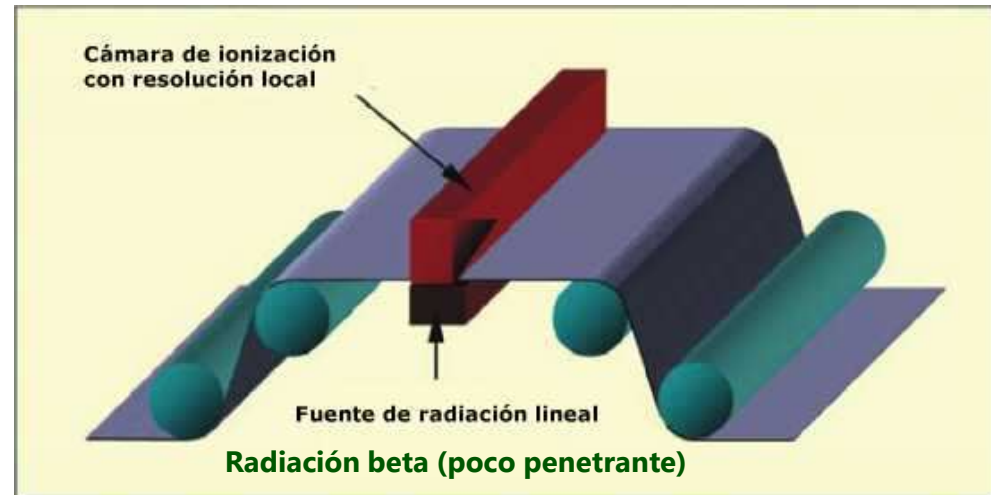
- El uso de la tecnología nuclear en la industria moderna es muy importante para mejorar los procesos, las mediciones y la automatización, y para el control de calidad.
- Las radiaciones se emplean en una gran variedad de actividades industriales:
  - ✓ Control de calidad de las materias primas de procesos industriales (cementeras, centrales térmicas, etc.) o de productos fabricados en serie.
  - ✓ Mejorar la calidad de determinados productos (plásticos especiales, esterilización de productos de "usar y tirar", etc.).
  - ✓ Obtener información del estado de los equipos industriales para optar a la prolongación de su vida útil (trazadores).
- Las fuentes de uso industrial no suelen producir residuos radiactivos en el país que las utiliza.



# Aplicaciones Industriales: Ensayos no destructivos

## Medidores

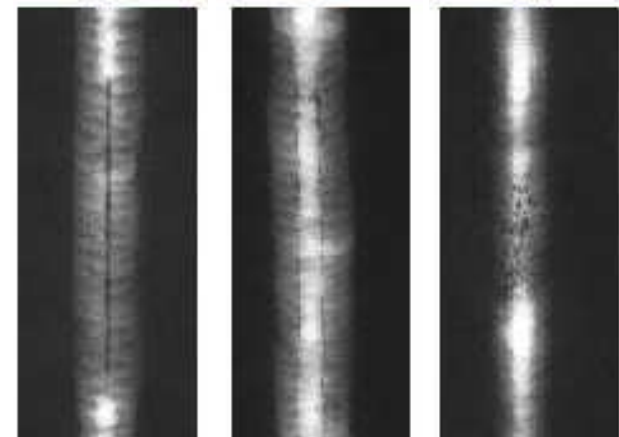
- De espesor: Papel, plástico, chapa, acero, etc.
- De nivel: Industria química, farmacéutica, petrolera, minera



# Aplicaciones Industriales: Ensayos no destructivos

## Gammagrafía industrial

- Los materiales atenúan o absorben parte de la energía de radiación, de forma proporcional al espesor y densidad del material.
- Control de calidad de soldaduras en por ejemplo tuberías, detección de grietas en piezas de aviones, etc.
- Tipos de fuentes gamma:
  - ✓ Iridio-192
  - ✓ Cobalto-60 (espesor de hasta decenas de cm)
  - ✓ Tulio-170 (espesores del orden de mm)

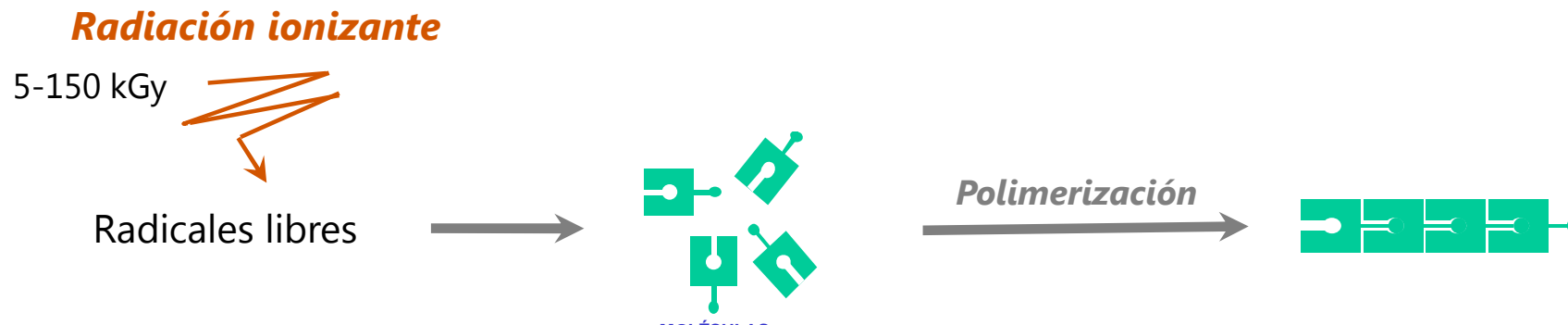


Más oscuro= menor espesor o densidad

# Aplicaciones Industriales: Polimerización

- Los polímeros son compuestos orgánicos cuya estructura está formada por la repetición de pequeñas unidades (monómeros).
- Sustancias poliméricas: plástico, celulosa, algodón, lana, ADN, etc.

## ¿Qué papel juega la radiación ionizante en la polimerización?



# Aplicaciones Industriales: Polimerización

- ¿Qué se consigue con la polimerización?
  - ✓ Mayor resistencia al calor
  - ✓ Mayor resistencia a la oxidación
  - ✓ Mejores propiedades de corte
  - ✓ Mayor estabilidad mecánica
  - ✓ Nuevas propiedades a altas temperaturas



- ¿Qué materiales se someten a radiación?



- ✓ Neumáticos,
- ✓ Equipos electrónicos
- ✓ Tuberías plásticas (agua)
- ✓ Plásticos aislantes

# Aplicaciones Industriales: Esterilización

- ¿Por qué la radiación esteriliza?
- Ventajas frente a otras técnicas (calor, productos químicos)

## SUMINISTROS MÉDICOS, BIOLÓGICOS Y FARMACEÚTICOS

- Jeringuillas, agujas, suturas, guantes, tubos y catéteres, batas, material y campos quirúrgicos
- Contenedores, placas, tubos, pipetas, filtros, botellas.
- Envoltorios, dosificadores, tubos y contenedores, talcos

## PRODUCTOS FARMACEÚTICOS

- Colirios
- Productos para quemaduras
- Vitaminas
- Agua

## COSMÉTICOS Y PRODUCTOS SANITARIOS

- Cremas, mascarillas, maquillajes
- Tetinas de bebés, toallitas sanitarias, envases

# Aplicaciones Industriales: Trazadores

George De-Hevesy (1911 Manchester) utilizó por primera vez un radioisótopo como trazador.

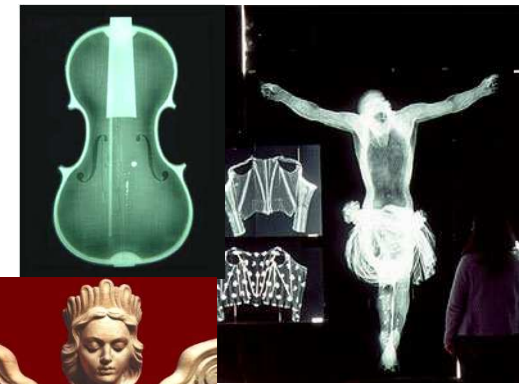


- Características de los radioisótopos:
  - ✓ Se comportan igual que los elementos de su misma clase, pero son radiactivos.
  - ✓ Pueden medirse en pequeñas cantidades de forma rápida y precisa.
  - ✓ Permiten el seguimiento de procesos o analizar sus características .
- Los trazadores se emplean para:
  - ✓ Controlar los parámetros de los sistemas de ventilación (caudales, eficacia de ventilación).
  - ✓ Comprobar el grado de homogeneidad de las mezclas, el tiempo de mezcla y el rendimiento del mezclador.
  - ✓ Procesos de mantenimiento, estudiando el transporte de materiales por tuberías (fugas o escapes y flujos).
  - ✓ Sistemas de detección de desgaste y corrosión, determinando el grado de desgaste de materiales (motores) y la corrosión de equipos procesadores.



# Aplicaciones medioambientales

- Aumento de la conciencia social sobre la importancia del medioambiente en el bienestar del hombre.
- Mayor demanda social de proteger el medioambiente.
- Las aplicaciones medioambientales de las radiaciones incluyen:
  - ✓ Contaminación del medio ambiente.
  - ✓ Aplicaciones hidrológicas (recursos hídricos).
  - ✓ Erradicación de plagas de insectos.
  - ✓ Conservación del patrimonio histórico.
  - ✓ Datación de restos arqueológicos.



# Aplicaciones Medioambientales:

## Contaminación del medioambiente

---

- La contaminación del medioambiente.

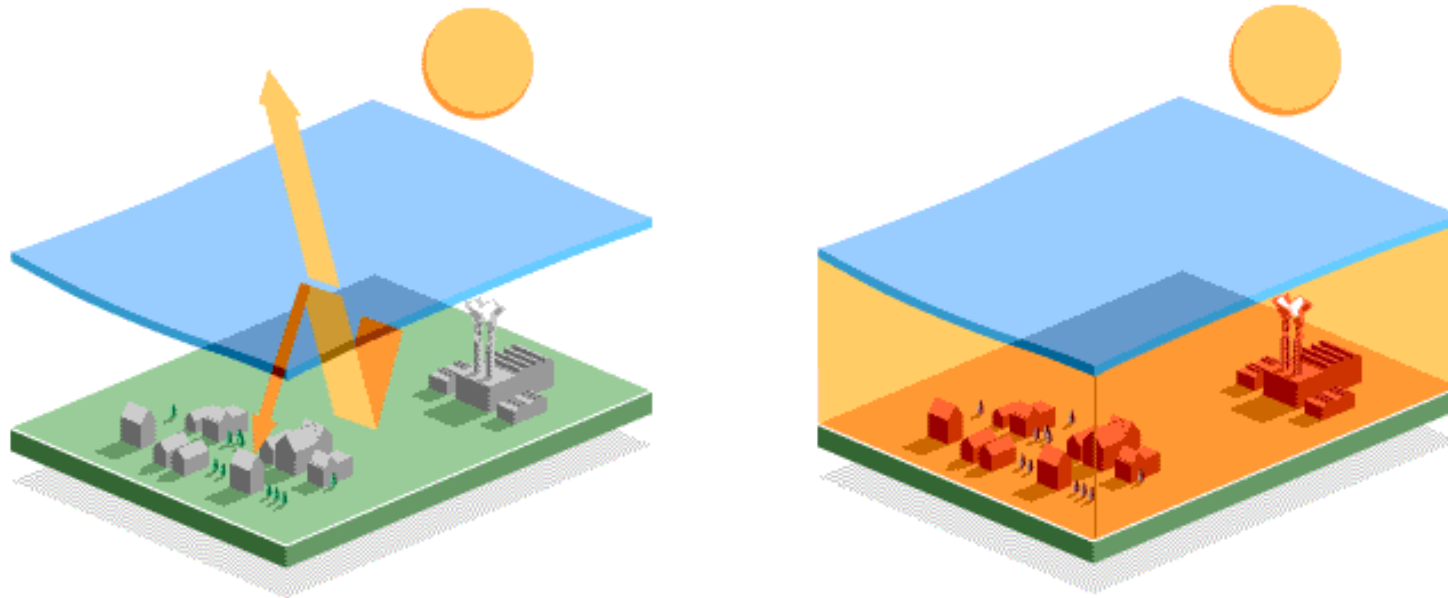
**Problemática mundial de máximo alcance**



- Tecnología nuclear y contaminación del medioambiente:
  - ✓ **Conocer** el problema de contaminación.
  - ✓ En algunos casos, ayudan a **solucionar** el problema
    - Gases efecto invernadero
    - Compuestos organoclorados en agua.
    - Gérmenes patógenos en aguas residuales.

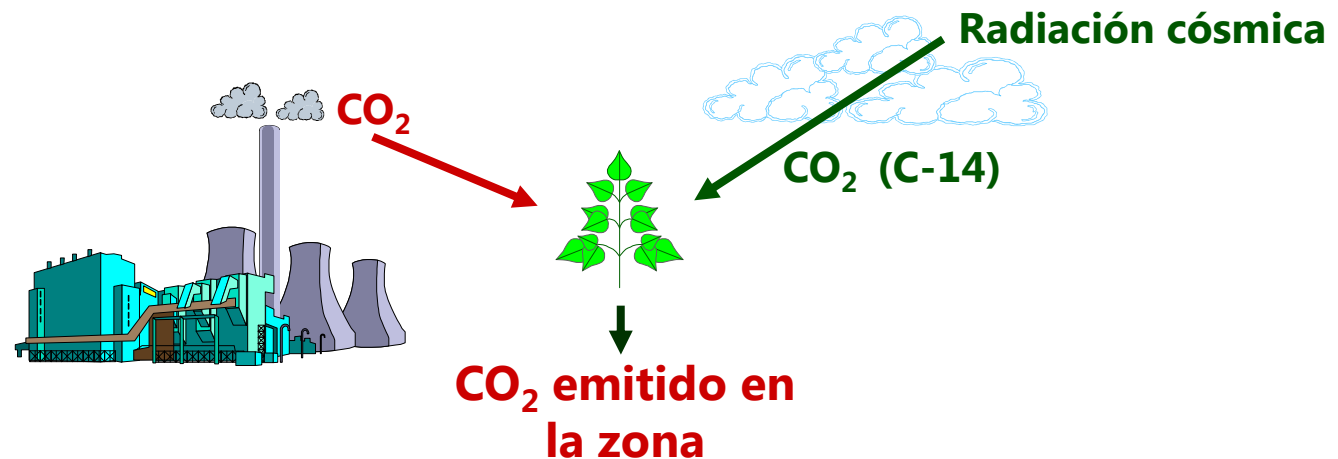
# Aplicaciones Medioambientales: Contaminación del medioambiente

## Calentamiento global: Efecto invernadero



# Aplicaciones Medioambientales: Contaminación del medioambiente

- Detección y cuantificación de gases de efecto invernadero.



- Eliminación de gases de efecto invernadero.
  - ✓ Irradiación con haces de electrones. Producción de fertilizantes nitrogenados

# Aplicaciones Medioambientales: Contaminación del medioambiente

## Contaminación del agua

Del total del agua del planeta, el 97% es agua salada y sólo el 3% es agua dulce, y de ésta sólo un 0,7% es accesible al uso humano.

- Detección de contaminantes en agua
  - ✓ Aguas subterráneas.
  - ✓ Aguas superficiales.
- Eliminación de contaminantes:
  - ✓ Compuestos organoclorados y colorantes
  - ✓ Eliminación de gérmenes patógenos en aguas residuales.



# Aplicaciones Medioambientales: Contaminación del medioambiente

## Contaminación del suelo

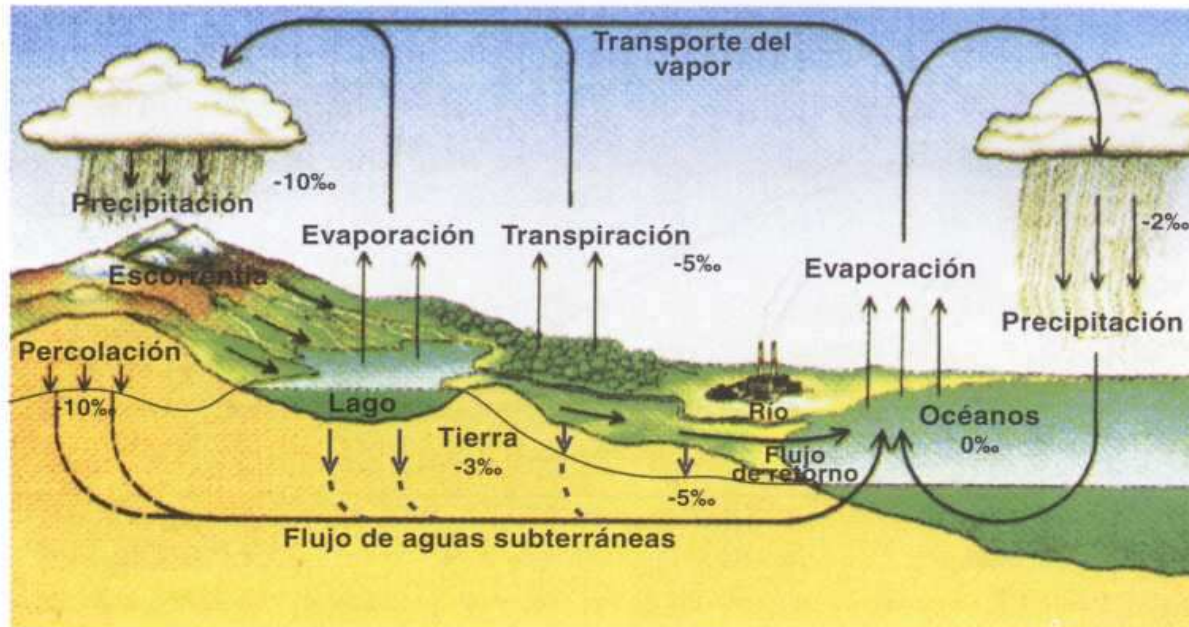
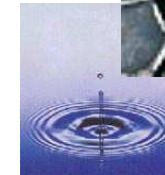
- Evaluar con exactitud la contaminación del suelo y determinar la fuente de contaminación.
- Erosión y movimiento del suelo.
- Lodos de depuradoras (eliminación de gérmenes patógenos y metales pesados).



# Aplicaciones Medioambientales:

## Aplicaciones hidrológicas

- **Hidrología isotópica.** Aporta información sobre:
  - ✓ Origen, edad, distribución, calidad, conexión entre acuíferos, mecanismos de recarga, dinámica de lagos y embalses, filtración de las represas, descargas de los ríos, transporte de sedimentos del fondo y suspendidos, tasa de sedimentación.



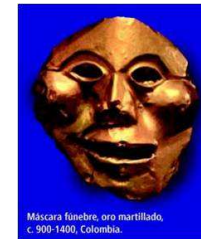
- **Ciclo del agua**

*Isótopos Naturales:*  
Hidrógeno (Tritio)  
Carbono (C-14)

*Isótopos Artificiales:*  
I-131

# Conservación del patrimonio histórico

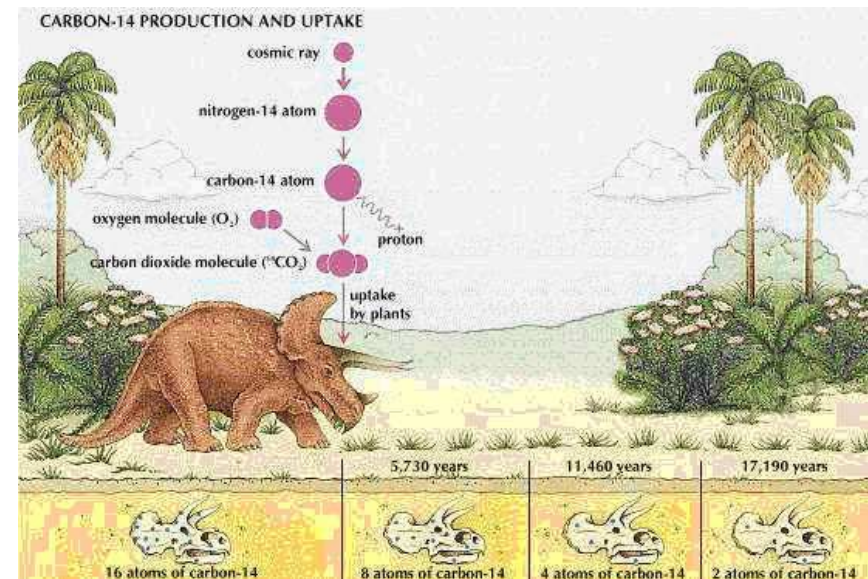
- Obras pictóricas: Detectar reparaciones o falsificaciones, conocer origen y características del cuadro.
- Instrumentos musicales.
  - ✓ Reparaciones, alteraciones o falsificaciones.
  - ✓ Daño interno por insectos.
  - ✓ Alteraciones en su composición estructural.
- Esculturas.
  - ✓ Eliminar insectos xilófagos y hongos.
  - ✓ Consolidar piezas (monómeros + radiación).
- Libros y documentos de archivos.





# Datación de restos arqueológicos

- La desintegración radiactiva ofrece un “reloj” que permite determinar la edad de objetos, formaciones geológicas y arqueológicas.
- Según la edad del objeto, se emplean radionucleidos diferentes:
  - ✓ Sucesos ocurridos a escala geológica (~  $10^9$  años): RNs primordiales o primigenios (constante de desintegración muy pequeña, radiactividad muy baja, recuento del número de núcleos por espectrometría de masas).
  - ✓ Alrededor de  $4.500 \times 10^6$  años:  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{235}\text{U}$  y  $^{238}\text{U}$  (edad de la Tierra).
  - ✓ Alrededor de 50.000 años:  $^{14}\text{C}$  (edad de animales o plantas).
  - ✓ En las últimas centenas de años:  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , ej. datación de procesos sedimentarios o de erosión.



***Muchas gracias por su atención***

