

# Resumen de unidades

- **Activity** is the transformation (disintegration) rate of a radioactive substance
  - Curie (Ci)
  - Becquerel (Bq) - S.I. Unit

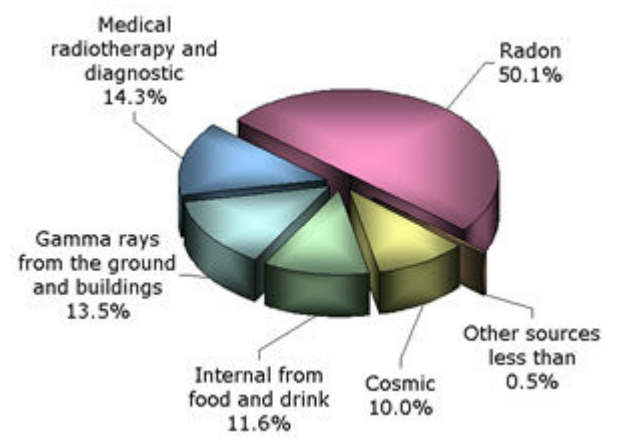
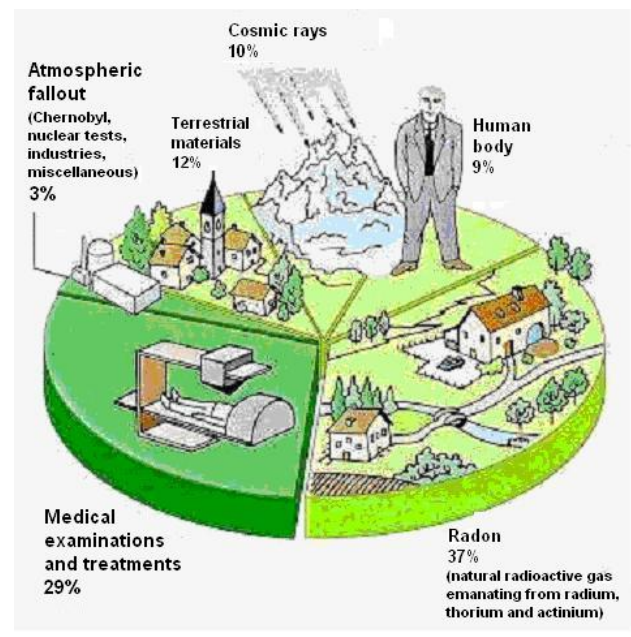
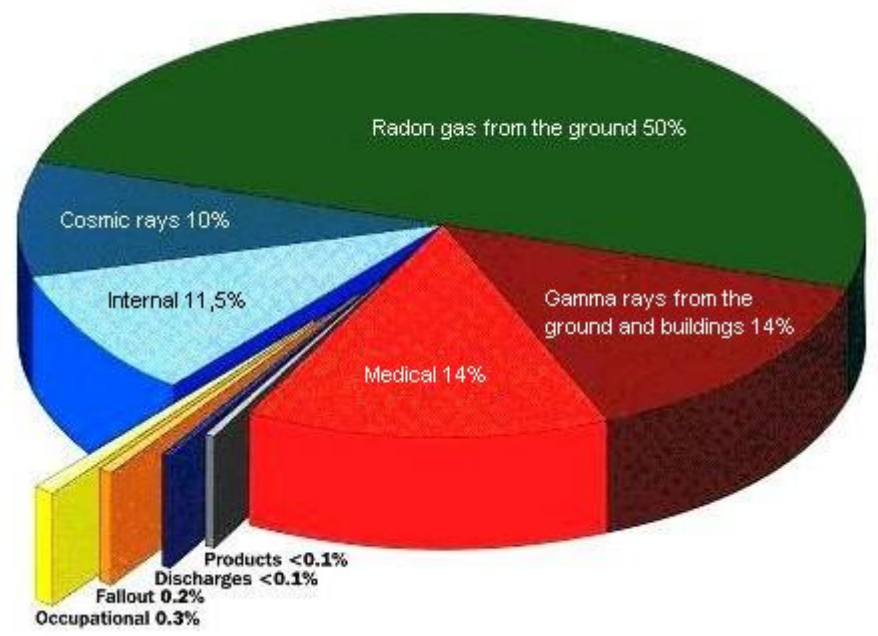
1 Bq = 1 disintegration per second (dps)      1 Ci =  $3.7 \times 10^{10}$  dps =  $3.7 \times 10^{10}$  Bq
- **Absorbed dose** is a physical quantity which represents the energy imparted by radiation onto an absorbing material.
  - Rad = 100 ergios / 1g
  - Gray (Gy) - SI Unit 1 Gy = 1 joule per kilogram      1 Gy = 100 rads
- **Dose Equivalent (DE)** may be regarded as an expression of dose in terms of its biological effect. DE takes account of the fact that, for a given absorbed dose, such as 1 Gray, a radiation of one type and/or energy may give rise to a greater biological effect than a radiation of another type and/or energy.

DE = Absorbed Dose x Quality Factor (Q) , Q depends on the type of radiation.

  - Q = 1 for gamma, x-ray and beta
  - Q = 10 for alpha

Q is used to compare the biological damage producing potential of various types of radiation, given equal absorbed doses. The effectiveness of radiation in producing damage is related to the energy loss of the radiation per unit path length. The term used to express this is Linear Energy transfer (LET). Generally, the greater the LET in tissue, the more effective the radiation is in producing damage.

  - rem (Roentgen Equivalent Man)
  - SIEVERT (Sv) - S.I. Unit 1 Sv = 100 rems
- **Exposure** is a quantity that expresses the ability of radiation to ionize air and thereby create electric charges which can be collected and measured
  - Roentgen (R)    1 R =  $2.58 \times 10^{-4}$  C/kg of air
  - 1 R = 0.01 Sv



# RADIOACTIVIDAD NATURAL

## Radiactividad Natural en la Comida

La radiación interna proviene de las sustancias radiactivas presentes en los alimentos, en el agua y en el aire, las cuales, al ser ingeridas o inhaladas, se absorben en los tejidos vivos. Los principales isótopos radiactivos que contiene el cuerpo humano son el potasio-40, el carbono-14 y el tritio

**NOTA:** 1Ci = 1 Curio =  $3.7 \times 10^{10}$  Bq  
1 Bq = 1 Becquerel = 1 desintegración / s

Comida	$^{40}\text{K}$ pCi/kg	$^{226}\text{Ra}$ pCi/kg
Plátano	3,520	1
Nueces	5,600	1,000- 7,000
Zanahorias	3,400	0.6-2
Patatas	3,400	1-2.5
Cerveza	390	---
Carne Roja	3,000	0.5
Limón	4,640	2-5
Agua del Grifo	---	0-0.17

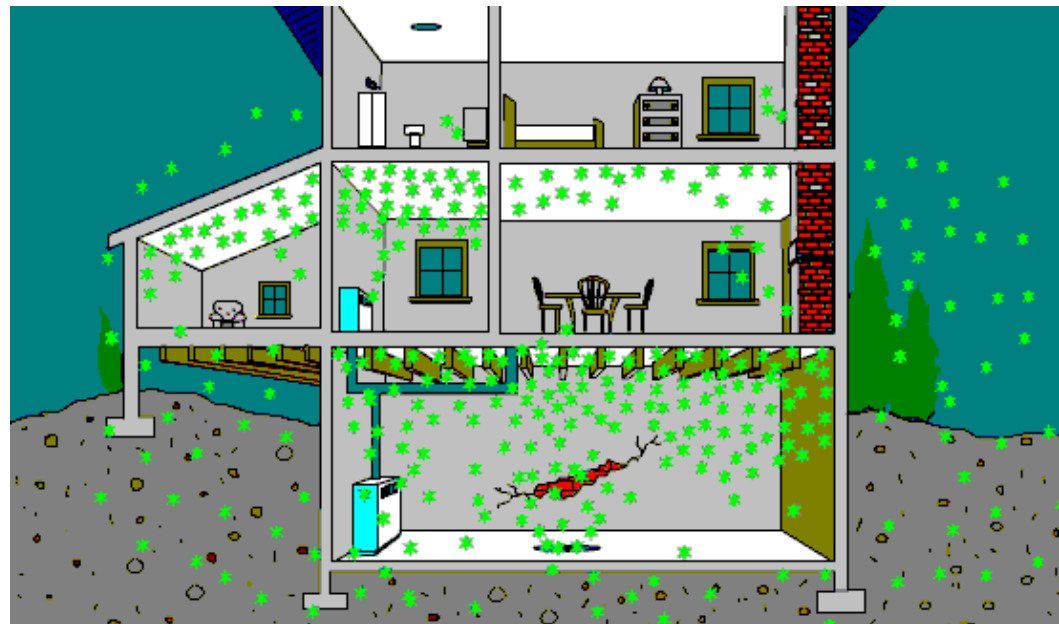
# RADIOACTIVIDAD NATURAL

## El Radón en Nuestras Vidas

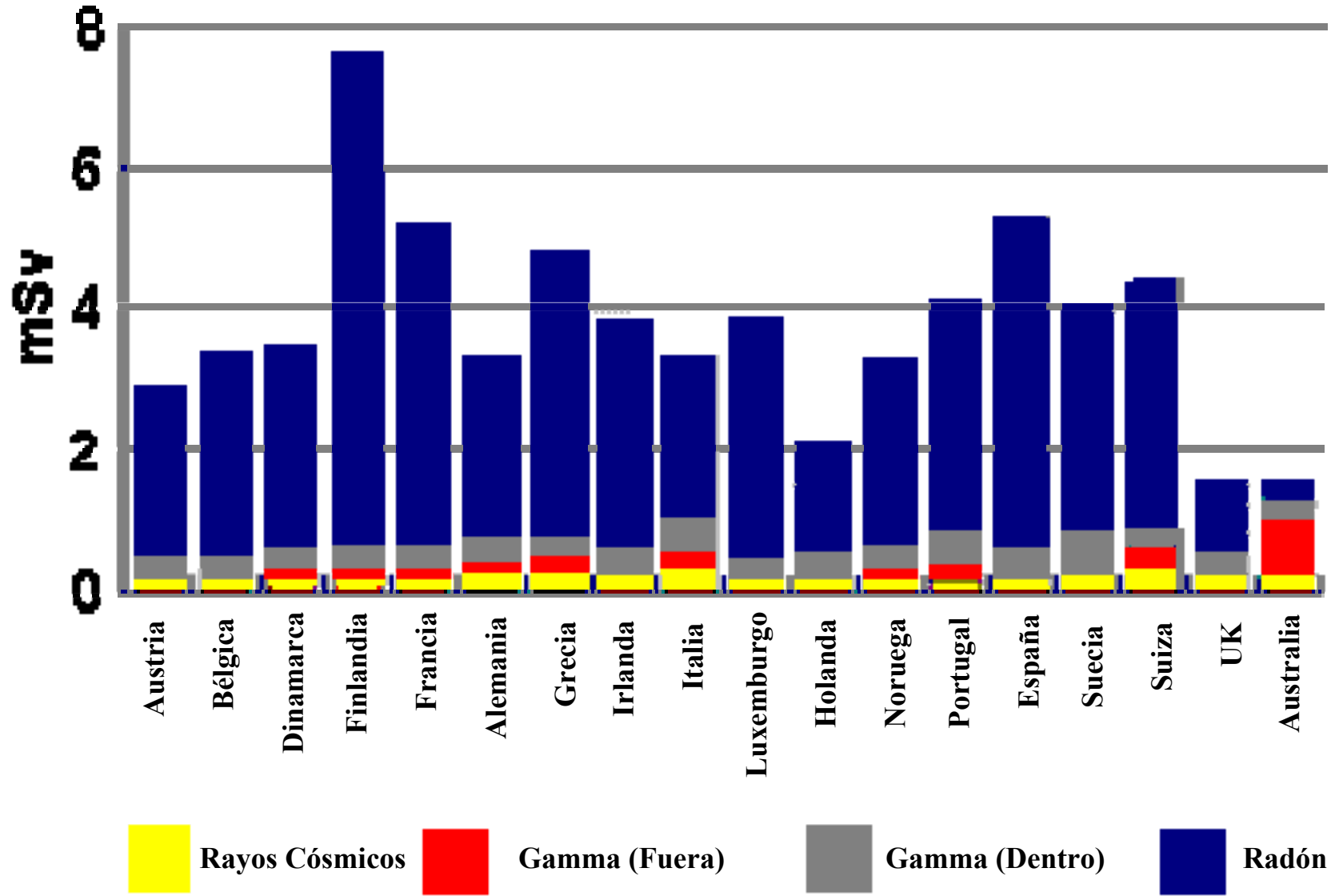
El Radón es una de las principales sustancias que contribuye a la dosis que recibimos de manera natural.

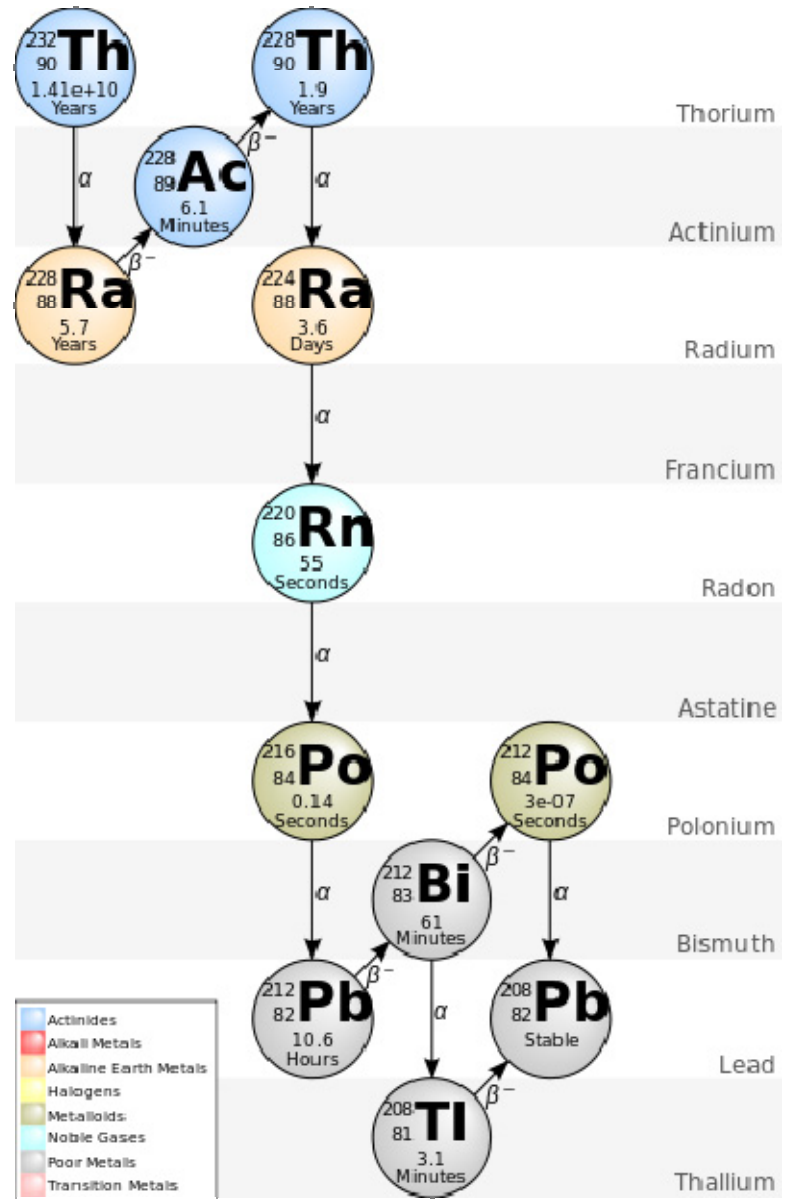
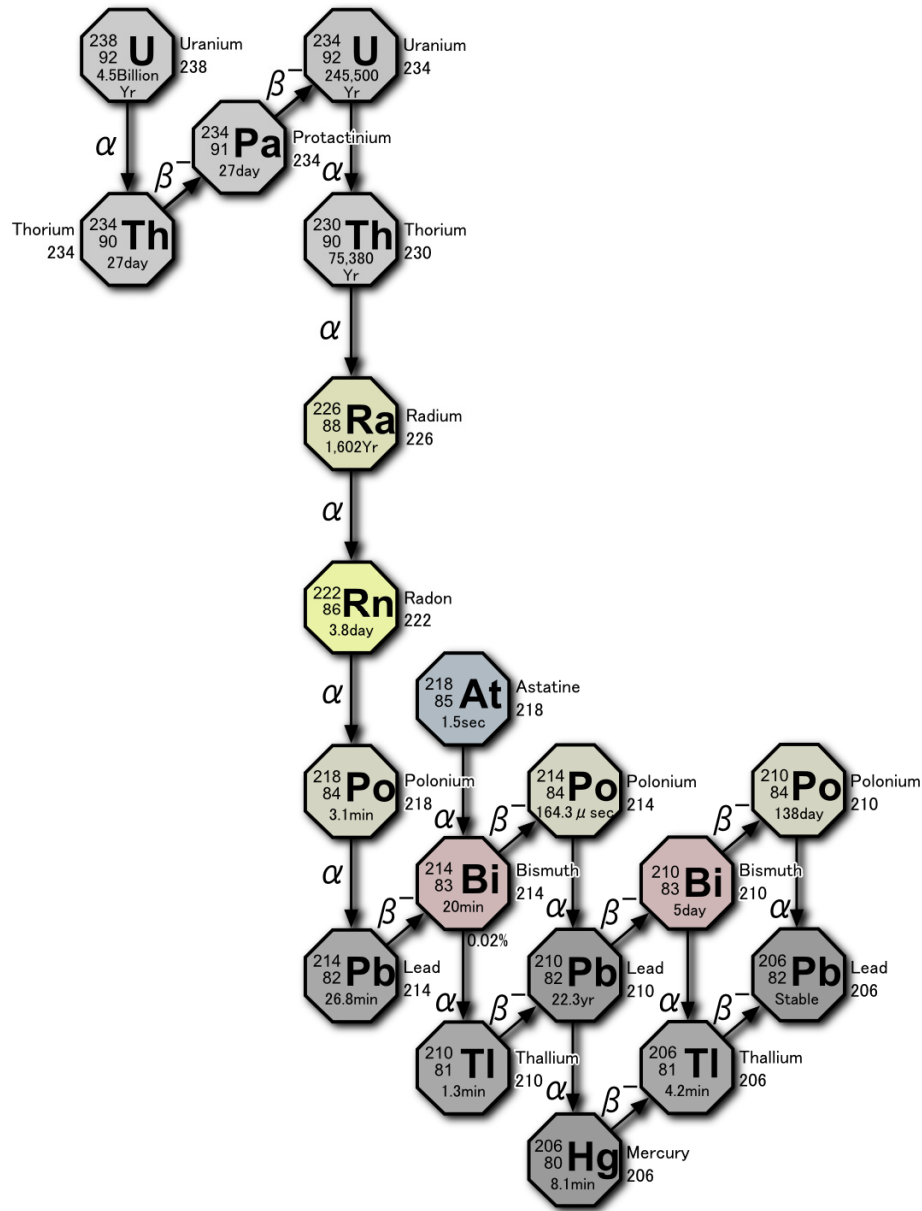
El Radón es un gas noble que se filtra hasta el interior de nuestras casas desde el subsuelo.

Es curioso observar cómo ésta dosis es mayor en países fríos, donde ventilar la casa puede costar algún catarro



## DOSIS MEDIA ANUAL PROVENIENTE DE RADIACIÓN NATURAL







# La radiación natural



diagrama: J. Molero

## Principales Fuentes de Radiación Natural

Desde su aparición sobre la tierra, el hombre vive expuesto a radiaciones ionizantes de origen natural. La principal fuente de éstas es la desintegración de isótopos radiactivos de algunos elementos naturales existentes en la corteza terrestre, a los que se les llama radionucleidos. Además de la radiación procedente de la desintegración de estos radionucleidos, al hombre le llega radiación cósmica del espacio, que tiene un origen galáctico y solar. La exposición a las radiaciones ionizantes puede producirse por la incorporación de estos radionucleidos en el organismo mediante la inhalación y la ingestión (exposición interna) o por las radiaciones procedentes de los radionucleidos existentes en el medio ambiente y la radiación cósmica (exposición externa). Las principales vías de exposición a la radiación natural son:

- 1** En las minas y cuevas y en función de las características del terreno, existe en mayor o menor medida radio, isótopo gaseoso que se acumulará dependiendo de la ventilación existente. La inhalación de los descendientes del radón producidos en su desintegración, puede dar lugar a una radiación interna, mientras que los radionucleidos emisores gamma existentes en el suelo y las paredes, darán lugar a una exposición externa adicional.
- 2** Algunos de los abonos utilizados en la agricultura contienen K-40 y trazas de uranio y de sus descendientes, isótopos que son incorporados por las plantas, pasando a través de su ingestión a los animales y a las personas, no obstante su incidencia en las dosis de radiación recibidas es mínima.
- 3** En las viviendas, puede acumularse el radón que se exhala desde el terreno y se introduce en éstas. Esta acumulación, principalmente en las plantas bajas, depende de varios factores como son la geología local, las condiciones atmosféricas, las características de las viviendas y su régimen de ventilación. Algunos materiales de construcción que contienen uranio, también contribuyen aunque en menor medida que el terreno a las concentraciones de radón en las viviendas. La acumulación de radón en las viviendas es la principal vía de exposición de las personas a la radiación natural.
- 4** Algunos productos que consumimos incorporan elementos químicos como parte de su nutrición y entre ellos radionucleidos naturales. Como ejemplos de esos productos se pueden citar a los moluscos, que son organismos bioacumuladores y filtran grandes cantidades de agua y el tabaco ya que en éste caso, la incorporación de los radionucleidos a las personas se realiza a través de los elementos volátiles, Pb y Po existentes en el humo.
- 5** Algunas aguas de origen subterráneo, pueden contener mayores concentraciones de isótopos naturales, K-40 y descendientes del uranio y torio. El consumo de estas aguas da lugar a la incorporación de estos elementos en nuestro organismo.
- 6** El agua del mar tiene en solución gran cantidad de sales minerales, excentrándose por lo tanto presentes el K-40 y los isótopos descendientes del uranio y del torio, así como el bario, isótopo cosmogénico, que está integrado en el ciclo del agua. Esto ocurre igual en las aguas de los ríos, siendo las concentraciones isotópicas menores debido al menor contenido de sales disueltas. Las plantas y animales acuáticos incorporan los elementos existentes en el agua que pasan a las personas a través de la ingestión.
- 7** Algunas actividades laborales en las que se procesan materiales con isótopos naturales, pueden incrementar la exposición a la radiación natural.
- 8** Las áreas de las playas y dependiendo de sus características geológicas, contienen en mayor o menor medida K-40 e isótopos de las cadenas del uranio y el torio, que dan lugar, generalmente, a una ligera irradiación externa de las personas que se encuentran en ellas.
- 9** La radiación cósmica primaria que tiene un origen solar y galáctico, es atenuada en la atmósfera, produciendo una radiación secundaria menos intensa. La intensidad de la radiación se incrementa con la altitud al ser menor la capa protectora de la atmósfera, por lo que el vivir en la montaña o viajar en avión produce un incremento de la irradiación externa, con respecto a la que se recibe al nivel del mar.

Todas estas fuentes de radiación han existido desde siempre, dándose grandes variaciones entre las dosis recibidas por la población, según la zona donde se vive, el trabajo que se realiza y los hábitos de comportamiento. La exposición a la radiación natural puede verse incrementada como efecto de determinadas actividades industriales. El Consejo de Seguridad Nuclear como responsable de la protección de las personas contra las radiaciones ionizantes, mantiene información actualizada sobre las distintas fuentes de radiación natural. A medida que se van conociendo con más detalle las diversas fuentes de radiación natural, se establecen campañas para la identificación de dichas fuentes y la exposición de las personas, estableciéndose en caso necesario recomendaciones específicas.



# La radiación artificial



Las fuentes de radiación a las que los seres vivos estamos expuestos, se clasifican atendiendo a su origen en dos grandes grupos, naturales y artificiales.

Principales fuentes de la existencia de los isótopos artificiales en el medio ambiente: Las pruebas nucleares atmosféricas realizadas entre los años 1945-1960, que dieron lugar a una serie de isótopos de fisión y activación que se dispersaron por ambos hemisferios y los accidentes de diferentes tipos como el sucedido en Chernóbil en abril de 1986, el accidente más grave ocurrido hasta la fecha.

Existen otras fuentes origen de isótopos artificiales en el medioambiente, pero con una incidencia local y que vierten sus efluentes al medio de forma controlada.

**Centrales nucleares.** 1) Emiten radionucleidos artificiales al medio a través de los efluentes líquidos y gaseosos, que se vierten cumpliendo las especificaciones vigentes para cada instalación y que fija el CSN.

Existen otras instalaciones pertenecientes al ciclo del combustible nuclear como son las **fábricas de concentrados de uranio**, 2) en las que se vierten efluentes al medio de forma controlada pero en este caso de isótopos naturales y otras como los **almacenamientos de residuos**, 3) en las que en condiciones normales de funcionamiento no se realiza ningún vertido al medio.

Otras actividades como es el **transporte de material radiactivo**, 4) no producen impacto radiológico.

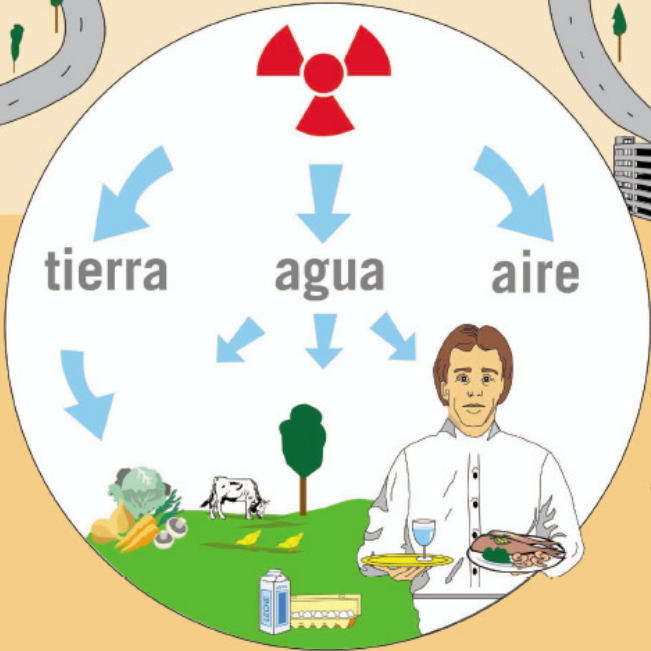
**Aplicaciones médicas.** 5) La principales dosis que reciben los individuos de la población son debidas a los tratamientos médicos. Los efluentes emitidos por estas instalaciones al medio son aquellos utilizados como fuentes no encapsuladas y de periodo de semidesintegración corto.

**Aplicaciones industriales y de investigación.** 6) Los principales vertidos proceden de los reactores de investigación, celdas calientes y de aquellas instalaciones en las que se utilizan isótopos no encapsulados.

## ACCIONES DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y LAS PERSONAS

La vigilancia radiológica del medioambiente tiene como objetivo final la protección de la población en su conjunto y se realiza mediante la medida de niveles de radiación gamma y el análisis de muestras de **aire**, **agua** (de lluvia, potable, subterránea y superficial ríos y mares), **alimentos** (leche, carne, vegetales de consumo humano y animal, huevos, miel, peces y mariscos), **sedimentos** y **organismos indicadores** (en ríos y mares), y **suelos**.

El CSN dispone de sus propios programas de vigilancia radiológica ambiental y regula y supervisa los programas de vigilancia que se llevan a cabo en las instalaciones.



### Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental en el entorno de las instalaciones. (PVRA)

El CSN requiere a los titulares de las centrales nucleares e instalaciones del ciclo del combustible nuclear, el desarrollo en su entorno de **Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA)**. A esta vigilancia, el CSN supervisa sus propios programas de control, **Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental Independiente (PVRAMI)** que se han encomendado a la Generalidad de Cataluña (centrales de Ascó, Vandellós I y II) y Generalidad de Valencia (centro de Cofrentes). En el resto de centrales nucleares e instalaciones del ciclo, los programas los llevan a cabo laboratorios ubicados en las respectivas comunidades autónomas.

### Red de Vigilancia Radiológica de Ámbito Nacional (REVIRA)

Su objetivo es el control y la vigilancia radiológica del medioambiente de todo el territorio nacional. El CSN gestiona esta red, que está constituida por una **Red de Estaciones Automáticas (REA)** y una **Red de Estaciones de Muestreo (REM)**.

-**Red de Estaciones Automáticas (REA)** Formada por 25 estaciones automáticas que miden en continuo variables radiológicas (tasa de dosis gamma, concentración de radón, radionúclidos y emisores alfa y beta en aire y variables meteorológicas).

-**Red de Estaciones de Muestreo (REM)** La vigilancia se realiza mediante la toma de muestras y su posterior análisis. Se compone de dos tipos de programas:

1-El programa de vigilancia de la atmósfera y el medio terrestre donde se realizan medidas de la radiactividad en suelos, aire, agua potable, leche y dieta tipo. Este programa se lleva a cabo mediante acuerdos de colaboración entre el CSN, universidades y organismos de investigación.

2-El programa de vigilancia del medio acuático continental y costero cuyo objetivo es la vigilancia de la calidad radiológica de dichas aguas. Este programa es llevado a cabo por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Cedex) en colaboración con el CSN. En ambos programas existen dos tipos de redes complementarias: la **red densa** compuesta por numerosos puntos distribuidos por todo el territorio, y la **red espaciada** en la que se realizan medidas de muy alta sensibilidad en muy pocos puntos.

El CSN informa regularmente a la Unión Europea de los resultados de ambos programas.