





## La radiactividad que nos rodea

Gabinete Literario de Las Palmas de Gran Canaria 16 mayo 2012, 19.30 h

#### PONENTE > DR. PABLO MARTEL ESCOBAR

Catedrático de Universidad.

Departamento de Física. Escuela de Ingenierías Industriales y
Civiles - ULPGC.





# Índice

- Introducción
- 🙋 La radiactividad
- Fuentes naturales
- Fuentes y usos artificiales
- Conclusiones

Fuentes aturales Fuentes artificiales

Conclusiones

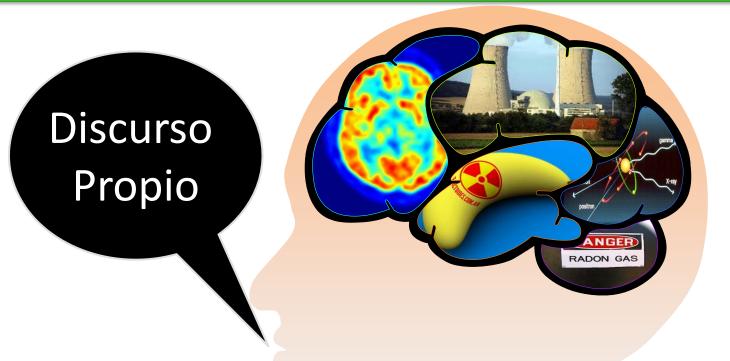




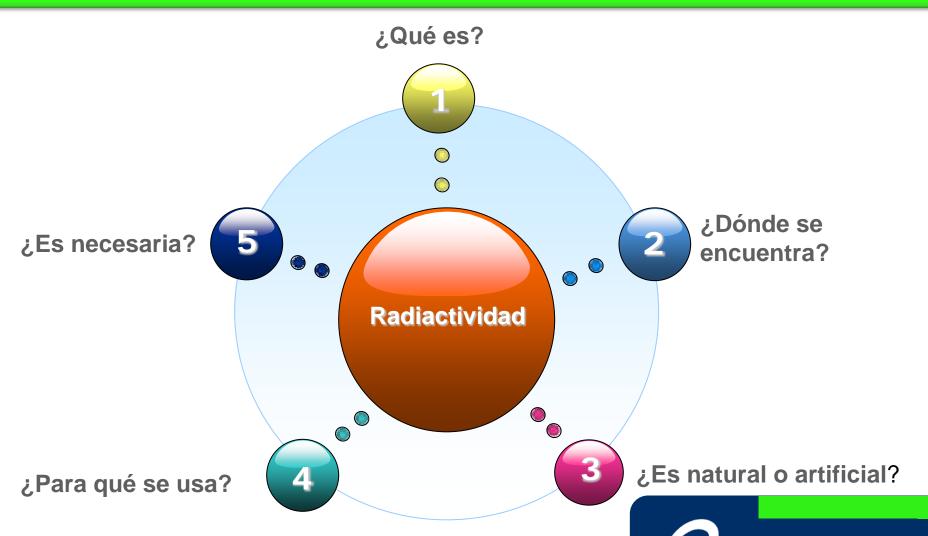
Charlas Divulgativas. Gabinete Literario de Las Palmas de Gran Canaria. 16 de mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Departamento de Física







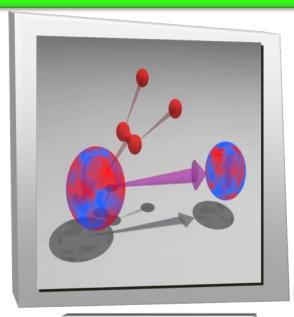


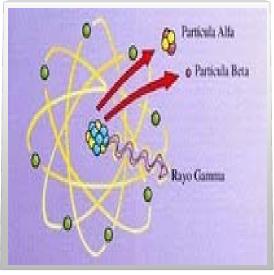
Fuentes aturales

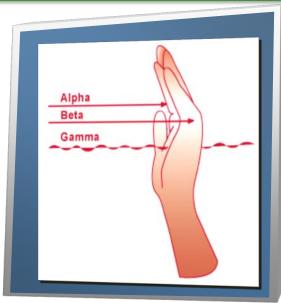
Fuentes artificiales

Conclusiones









**Estabilidad nuclear** 

Radiación ionizante

Alcance

Radiactividad

Fuentes aturales

Fuentes artificiales

Conclusiones



#### Interacción con los seres vivos

Ionización

Cambio Químico

Cambio Biológico



Emisores γ

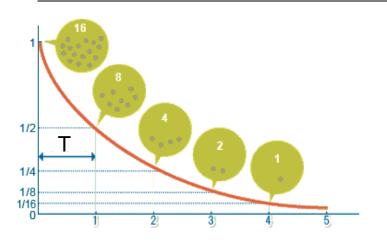


Emisores  $\alpha$  (y  $\beta$ )





PERIODO: tiempo en el que la muestra de núcleos radiactivos se reduce a la mitad (segundos, días, años)



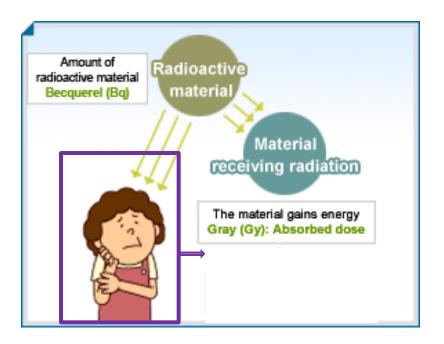
| Núcleo | Т        |
|--------|----------|
| U238   | 4468 Ma  |
| Ra226  | 1600 a   |
| Rn222  | 3,8 d    |
| Po218  | 3,05 min |
| Po214  | 0,16 ms  |



ACTIVIDAD: desintegraciones que se dan en una muestra de núcleos radiactivos en la unidad de tiempo (Bequerelio=desintegración/segundo)



DÓSIS: energía depositada por la radiación por unidad de masa de material irradiado (Gray=Julio/Kg, o Sievert que incluye un factor que pondera el tipo de radiación)



| Radiación      | WR |
|----------------|----|
| Rayos X, γ y β | 1  |
| n (térmicos)   | 5  |
| n (rápidos)    | 10 |
| α              | 20 |
| р              | 10 |





#### **Dosis-Efectos**

#### DOSIS DE RADIACION. VALORES COMPARATIVOS

| Dosis (mSv) | Efectos sobre la salud o valor típico   |  |
|-------------|---|--|
| 10.000      | Muerte en días o semanas (100% de los casos)  |  |
| 4.000       | Muerte en días o semanas (50% de los casos)   |  |
| 250         | No produce efectos observables de tipo inmediato  |  |
| 100         | No hay evidencia de efectos sanitarios en seres humanos   |  |
| 3,5         | Dosis media anual por persona en España   |  |
|             |   |  |
| 3,0         | Una exploración radiográfica de aparato digestivo<br>Un escáner (tomografía axial computerizada, TAC) de la<br>cabeza |  |
| 0,02        | Una radiografía de tórax  |  |
| 0,00        | Dosis anual media debida a la industria nuclear   |  |

Límites de Dosis Dosis-Efecto Sajas dosis (no acuerdo)

Personal expuesto < 50mSv al año (100mSv en 5 años)

Publico general

< ImSv-año



23 diactividad ambients

radiactividad presente en el ambiente que nos afecta de una manera inevitable y directa

**Fuentes naturales** procedente del cosmos, de la atmósfera y de la corteza terrestre

Origen antrópico (medicina, industria, armas,...)

Radiactivida

Rook Crividad Canaria

Charlas Divulgativas. Gabinete Literario de Las Palmas de Gran Canaria. 16 de mayo de 2012

F. naturales

## Radiactividad natural

Radiación cósmica

> **Espacio** exterior

Radionucleidos cosmogénicos

> **Atmósfera** terrestre

Radionucleidos \ primordiales

Superficie

terrestre

F. naturales

Fuentes artificiales

Conclusiones



## Rayos cósmicos primarios

procedentes del sol, las estrellas y los espacios interestelares, alcanzan la atmósfera (86-87% p 11-12% α, Z > 3 y e-)

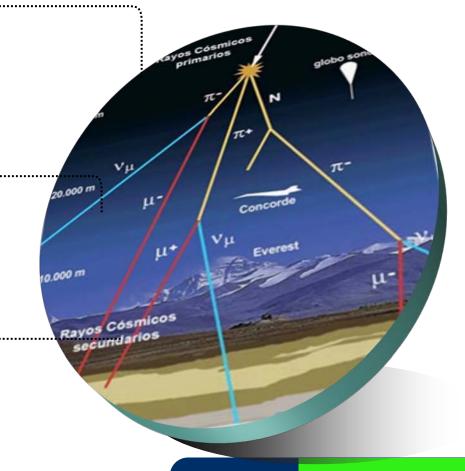
## Rayos cósmicos secundarios

Originados al interaccionar con las partículas de la atmosfera (muchas partículas nuevas)

## Composición (Altitud, latitud)

A nivel del mar y 45°N: 72% muones, 15% fotones y 9% neutrones

#### Rayos Cósmicos

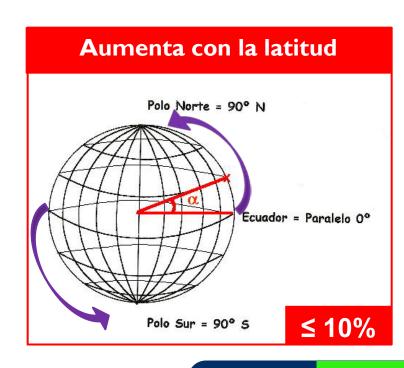


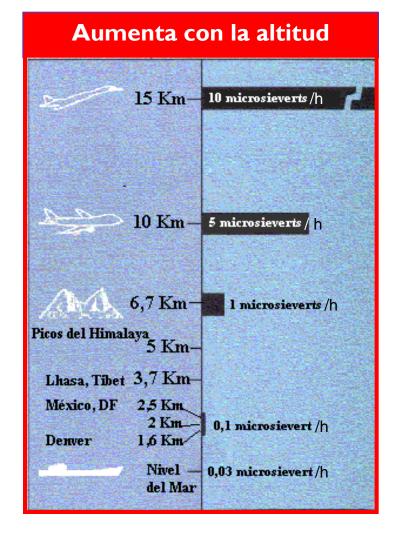




Pasar las vacaciones la montaña nos proporciona un aporte adicional de radiactividad

Vuelo Gran Canaria- Madrid





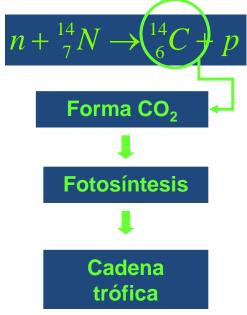


## Radionucleidos cosmogénicos

Los rayos cósmicos también interaccionan con núcleos de la alta atmósfera produciendo núcleos radiactivos y partículas secundarias que a su vez pueden crear nuevas especies radiactivas

os más abundantes.

| Isótopo                       | T <sub>1/2</sub>      | Radiación emitida |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <sup>10</sup> 4Be             | 1.6·10 <sup>6</sup> a | β-                |
| <sup>14</sup> 6 <b>C</b>      | 5.73·10³ a            | β-                |
| ³ <sub>1</sub> H              | 12.33 a               | β-                |
| <sup>22</sup> 11 <b>N</b> a   | 2.60 a                | β+, γ             |
| <sup>35</sup> 16              | 87.5 d                | β-                |
| <sup>7</sup> <sub>4</sub> Be  | 53.3 d                | EC, γ             |
| <sup>33</sup> <sub>15</sub> P | 25.3 d                | β-                |
| <sup>32</sup> <sub>15</sub> P | 14.28 d               | β-                |
| <sup>39</sup> 16 <b>C</b> l   | 55.6 min              | β-                |



#### F. naturales

Fuentes artificiales

Conclusiones

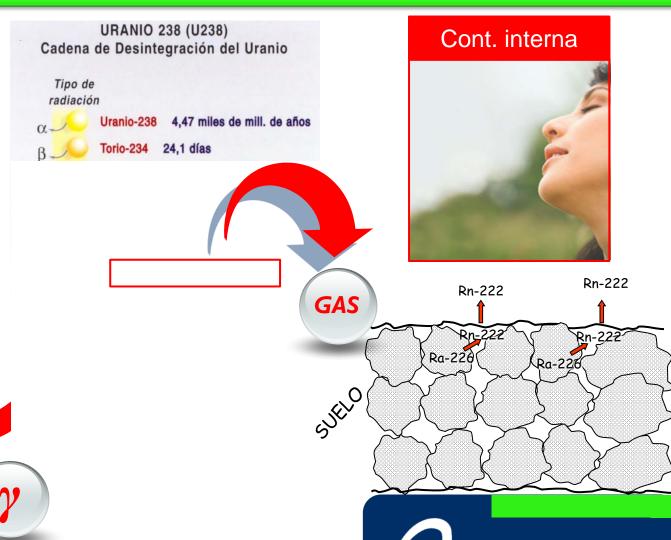


# Radionucleidos primordiales

- Constituyentes de la tierra desde su formación
- T ≥ 4500 millones de años (edad de la tierra)







Charlas Divulgativas. Gabinete Literario de Las Palmas de Gran Canaria. 16 de mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Departamento de Física

F. naturales

Fuentes artificiales

Conclusiones





Th - 232 ( 9,6 ppm) 14000 Ma

¥

Ra – 224

3,65 d

Rn-220

(**Torón**) 54,5 s

₩.

Pb - 208

#### **Uranio-Actinio**

U - 235 ( 0,019 ppm) 710 Ma

Ra – 223

11,68 d

Rn-219

(Actinón) 4 s

Pb – 207

**Uranio-Radio** 

U - 238

( 3 ppm) 4470 Ma

Ra - 226

1600 a

Rn-222

(**Radón**) 3,82 d

Pb - 206

Corteza terrestre: Cadenas de U y Th

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Departamento de Física



## Radionucleidos primordiales

## no forman cadena (serie radiactiva)

| Nucleido                          | Período (años)       | Desintegración      | _ |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|---|
| $^{40}_{19}K_{21}$                | $T=1.3\times10^9$    | β <sup>-</sup> , EC |   |
| $^{50}_{23}V_{27}$                | $T=1.4\times10^{17}$ | β <sup>-</sup> , EC |   |
| $^{87}_{37}Rb_{50}$               | $T=4.8\times10^{10}$ | β-                  |   |
| $^{113}_{48}Cd_{65}$              | $T=9.3\times10^{15}$ | β-                  |   |
| $^{115}_{49}In_{66}$              | $T=4.4\times10^{14}$ | β-                  |   |
| $^{138}_{57}La_{81}$              | $T=1.0\times10^{11}$ | β <sup>-</sup> , EC |   |
| $^{144}_{60}Nd_{84}$              | $T=2.3\times10^{15}$ | α                   |   |
| $^{147}_{62}Sm_{85}$              | $T=1.1\times10^{11}$ | α                   |   |
| $^{176}_{71}Lu_{105}$             | $T=3.8\times10^{10}$ | β·, EC              |   |
| $^{187}_{75}\mathrm{Re}_{112}^{}$ | $T=4.4\times10^{10}$ | β-                  |   |
|                                   |                      |                     |   |

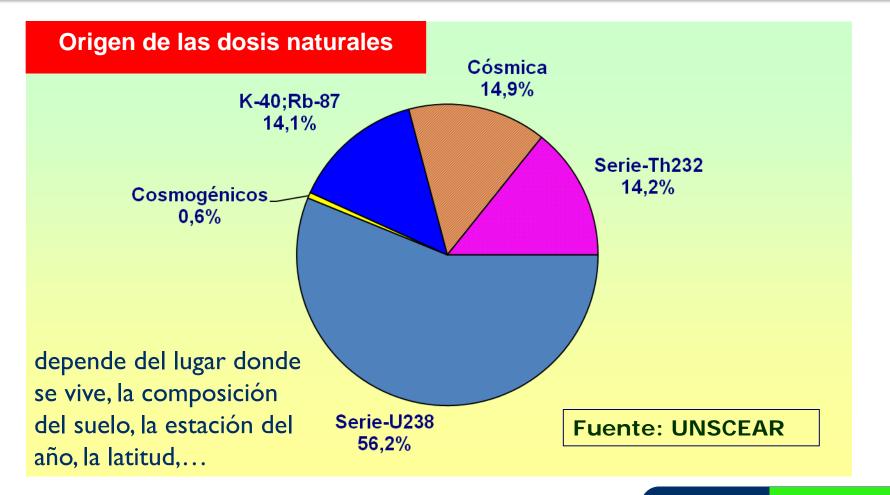
El más abundante

F. naturales

Fuentes artificiales

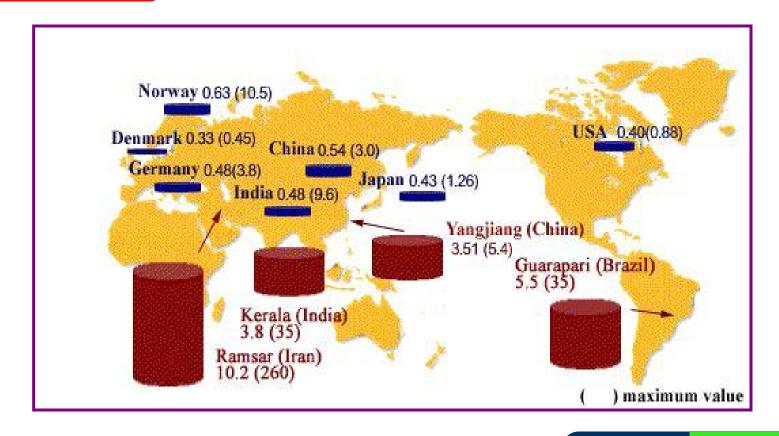
Conclusiones







## **Dosis Mundial**



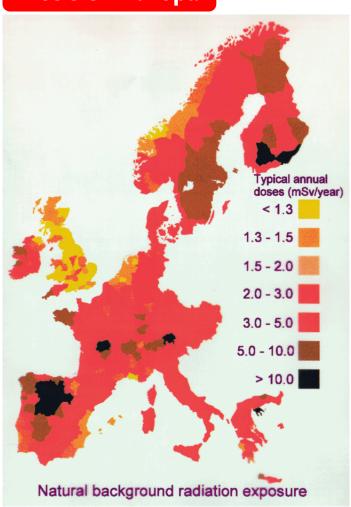
F. naturales

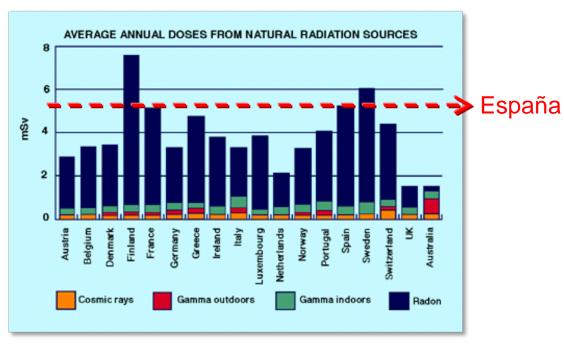
Fuentes artificiales

Conclusiones



## Dosis en Europa





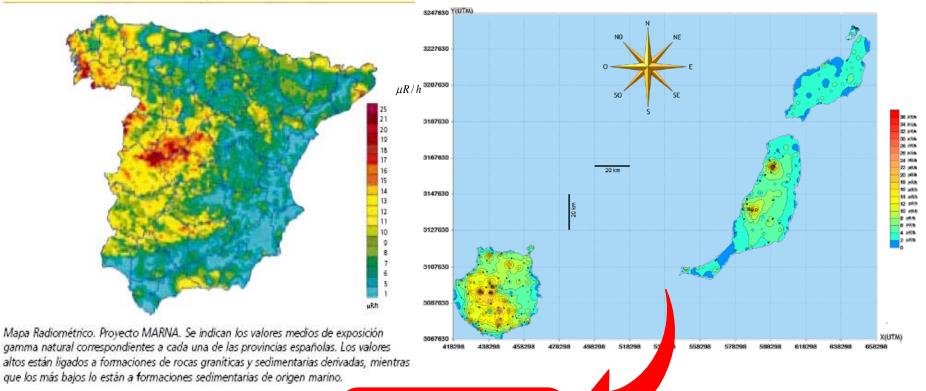
F. naturales

Fuentes ortificiales

Conclusiones



#### RADIACTIVIDAD NATURAL EN LA ESPAÑA PENINSULAR (Mapa elaborado por el CSN y ENUSA)



**GIRMA (ULPGC)** 

Charlas Divulgativas. Gabinete Literario de Las Palmas de Gran Canaria. 16 de mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Departamento de Física

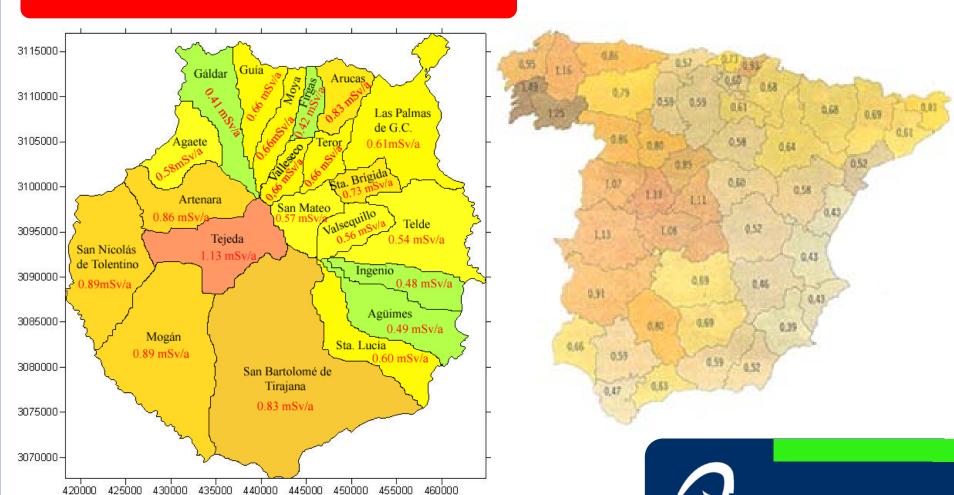
F. naturales

Fuentes artificiales

Conclusiones



## Dosis equivalente anual por municipio

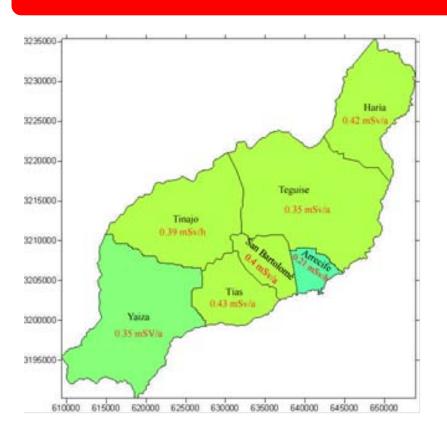


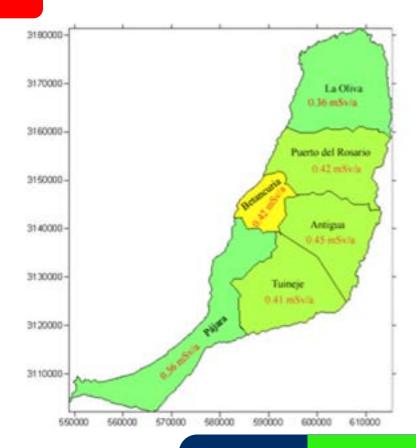
Charlas Divulgativas. Gabinete Literario de Las Palmas de Gran Canaria. 16 de mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Departamento de Física



## Dosis equivalente anual por municipio







#### Radiactividad natural del océano

| Núcleo     | Atlántico<br>(Bq/m3) | Océano<br>(Bq/m3) |
|------------|----------------------|-------------------|
| Uranio     | 36                   | 32                |
| Potasio 40 | 10662                | 10769             |
| Tritio     | 0,06                 | 0,6               |
| Tritio     | 0,06                 | 0,6               |
| Carbono 14 | 5                    | 5,2               |

Pasar las vacaciones en el mar nos proporciona un aporte adicional de radiactividad: en un metro cúbico de agua de mar se desintegran más de 11.000 átomos por segundo



#### Materiales de construcción









| Material | U (mBq/g) | Th(mBq/g) | K(mBq/g) |
|----------|-----------|-----------|----------|
| Granito  | 63        | 8         | 1184     |
| Arenisca | 6         | 7         | 414      |
| Cemento  | 46        | 21        | 237      |
| Hormigón | 11        | 8,5       | 385      |
| Yeso     | 15        | 7,4       | 148      |
| Arcilla  | 111       | 44        | 666      |
| Madera   |           |           | 3330     |

Lo incorporamos a través del aire que respiramos y deposita Plomo, Polonio y Bismuto en los pulmones

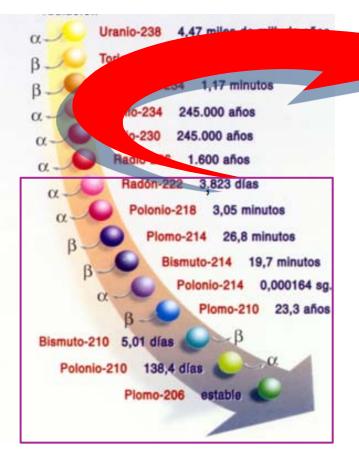
Más de la mitad de la dosis natural



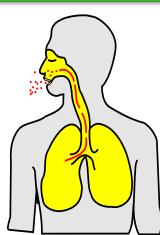
Radón



## Radón (Progenie) 🛕







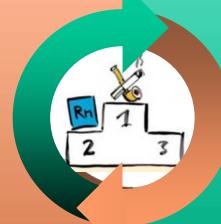
## <sup>218</sup>Po,<sup>214</sup>Pb,<sup>214</sup>Bi y <sup>214</sup>Po (sólidos)

- Del radón respirado o respirada en aerosoles se deposita en las superficies internas del tracto respiratorio
- Muy ionizante y radiactiva (alfa de alta energía)
- La radiación pueden dañar el revestimiento de los alveolos pulmonares (cáncer al pulmón)





La acumulación de radón en ambientes cerrados como minas, cuevas, galerías y ¡algunas viviendas!



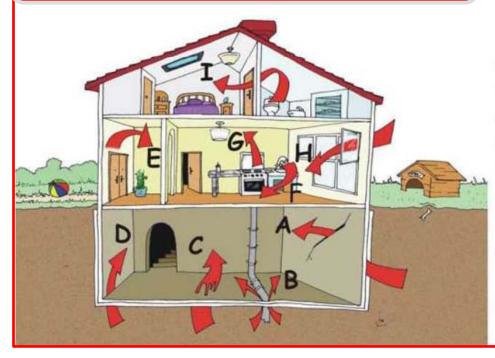
La acumulación de radiactividad en los pulmones al repirar radón es un riego para la salud (OMS)







#### Entrada de radón en casa



- A: Grietas en paredes y muros bajo el nivel del suelo.
- B: Espacios alrededor de canalizaciones.
- C: Fisuras en la placa. Porosidad de los materiales.
- D: Juntas de construcción.
- E: Materiales de construcción.
- F: Agua corriente.
- G: Gas.
- H: Aportaciones del exterior.
- I: Desagües.

Ventilación, cambios de hábitos, sellado, .... Normativa de edificación



## Alimentos



La dieta contribuye aproximadamente el 14% a la dosis natural

| Alimentos  | <sup>40</sup> K<br>Bq/kg | <sup>226</sup> Ra<br>Bq/kg |
|------------|--------------------------|----------------------------|
| Plátano    | 130,2                    | 0,04                       |
| Nueces     | 207,2                    | 37-259                     |
| Zanahorias | 125,8                    | 0,02-0,07                  |
| Patatas    | 125,8                    | 0,09                       |
| Salmón     | 740                      |                            |
| Carne Roja | 111                      | 0,02                       |
| Limón      | 170,2                    | 0,19                       |
| Leche      | 30,1                     |                            |
| Trigo      | 142.2                    | 0,3                        |
| Agua       |                          | 0,003-0,02                 |

Comer grandes cantidades de mejillones, chirlas, almejas ostras, puede aumentar la dosis hasta en un 50%





¿Qué sucede cuando una sustancia radiactiva ingresa en el organismo?

¿Quedará en nuestro cuerpo para siempre?

Periodo efectivo (Te) de eliminación tiempo transcurrido para que en el organismo reduzca a la mitad una sustancia radiactiva ingerida, por los efectos combinados de eliminación biológica y decaimiento radiactivo

| Radioisótopo        | Período Radiactivo | Período Efectivo |
|---------------------|--------------------|------------------|
| carbono 14          | 5.370 años         | 12 días          |
| ceslo 137           | 30 años            | 70 días          |
| cobalto 60          | 5 años             | 10 días          |
| yodo 131            | 8 días             | 8 días           |
| plutonio 239        | 24.110 años        | 50 años          |
| potasio 40          | 1.260.000.000 años | 30 días          |
| estroncio 90        | 29 años            | 15 años          |
| tritio (hidrógeno 3 | ) 12 años          | 12 días          |

F. naturales







Yo emito, tú emites, ella emite... y por cada persona que tenemos cerca, estamos expuestos a una actividad de entre 8,500 y 10,000 bequerelios (Bq) o desintegraciones por segundo. Todos somos fuentes radiactivas, y los alimentos tampoco se libran: todos los días ingerimos isótopos que son fuentes de radiaciones ionizantes, como el potasio-40 y el carbono-14.

> Estos son los elementos radiactivos presentes en la composición del cuerpo humano, v su actividad.

- Tritio: 35 Bq
- Carbono: 3.500 Bg
- Potasio: 4.500-5.500 Bg
- Torio: 0,1 Bg
- Uranio: 2 Bg
- Polonio: 37 Bq
- Radio-226: 1,5 Bq





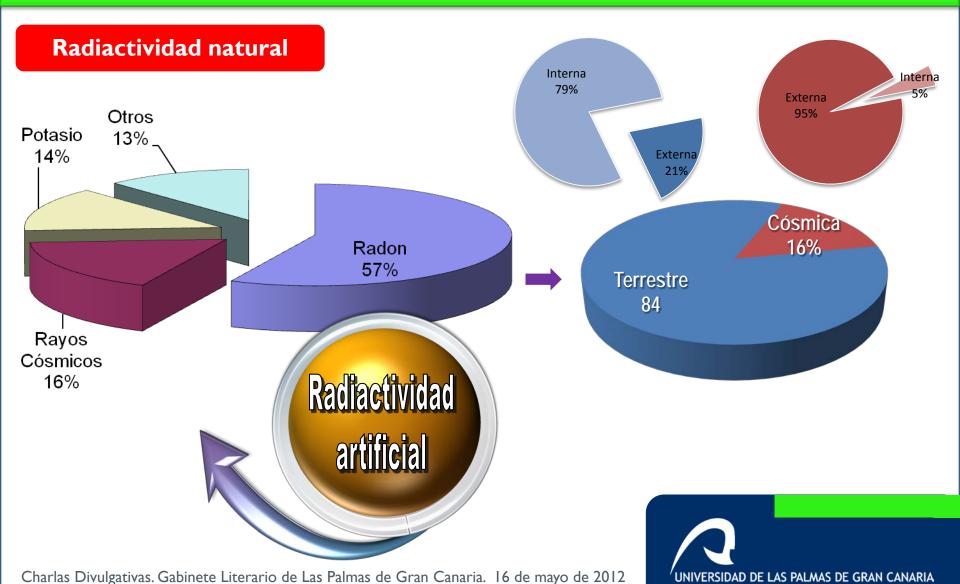
F. naturales

Fuentes artificiales

Conclusiones

Departamento de Física





Fuentes naturales

F. artificiales



Conclusiones



## Radiactividad artificial:

Radiación ionizante emitida al medio ambiente en diversas actividades humanas



- Usos médicos
- •Investigación



- Produción de electricidad
- Otras industrias



Agroalimentarios



- Bélicos
- Accidentes nucleares

Fuentes aturales

F. artificiales



Conclusiones

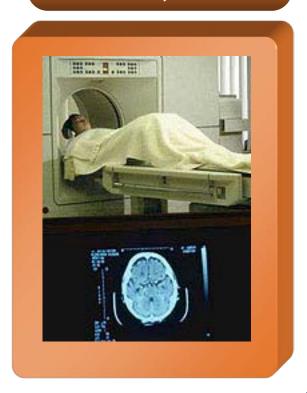
**M**edicina

**Diagnóstico** 

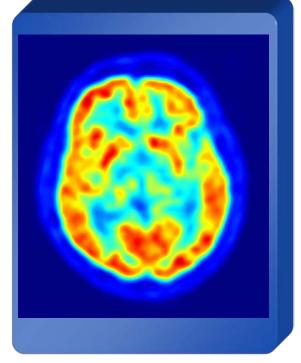
Mamografía



Scaner, TAC



**SPECT, PET** 



Fuentes aturales F. artificiales

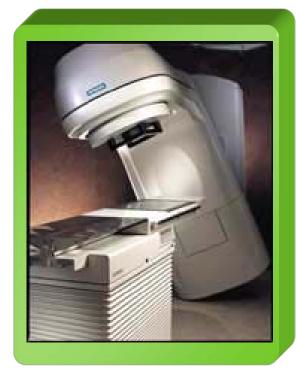


Conclusiones

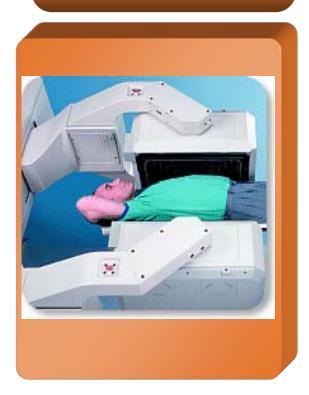
**M**edicina

**Terapia** 

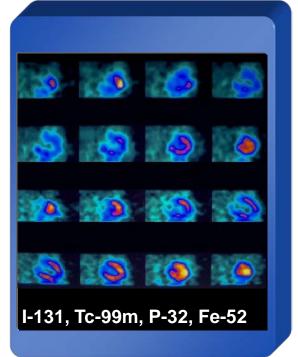
Radioterapia Co-60



**Medicina Nuclear** 



Radiofármacos

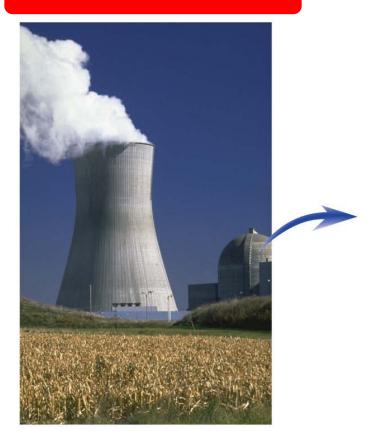


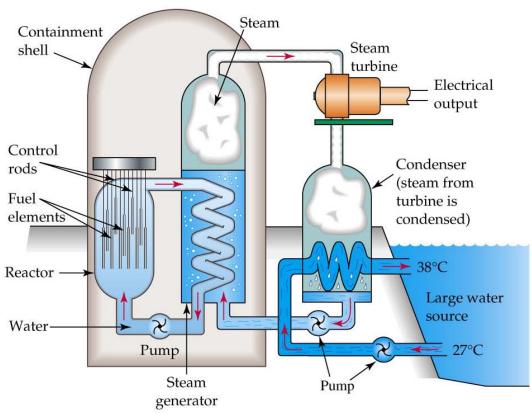
Fuentes naturales F. artificiales



Conclusiones

#### **Centrales nucleares**





#### **Industrias NORM**

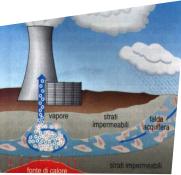












I. Metales

Combustible

I. Minerales

Tra. de aguas

**Geotérmicas** 

Minería y procesado de metales: Al, Cu, TiO2, Zr, Feacero, Sn, oro, arenas de minerales pesados, etc.

- Petróleo y gas natural
  - Centrales térmicas de carbón
- Producción de fertilizantes fosfatados
- Cementeras
- Cerámicas

Tratamiento de aguas: potables y residuales

Producción de energía geotérmica

Fuentes naturales F. artificiales



Conclusiones



Fuentes naturales F. artificiales



Conclusiones



Fuentes aturales

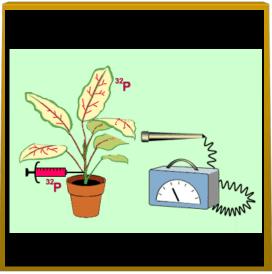
F. artificiales

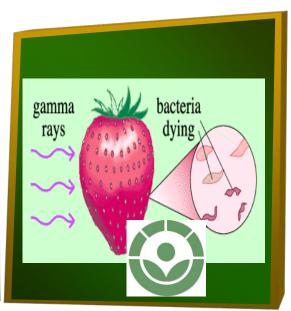


Conclusiones

## Agricultura y alimentación





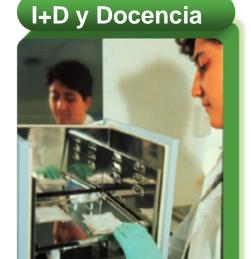


**Fertilizantes** 

Trazadores

Irradición









WC de gatos



Fuentes naturales

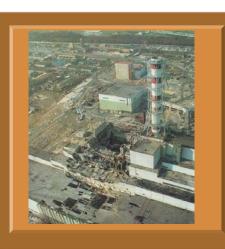
F. artificiales

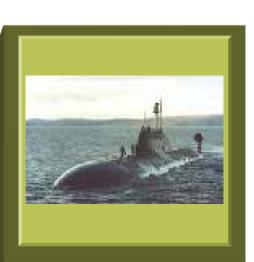


Conclusiones

## Fallout ("lluvia radiactiva")







> 200 Productos de fisión

Sr-90, Cs-137, I-131, H-3,...



Fuentes aturales

## F. artificiales



Conclusiones

## **Dosis ambiental**

0,45 msievert

Radiaciones del suelo

Radiación cósmica

0,35 msievert

Inhalación de Radón

1,26 msievert



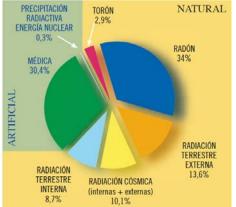
Actividad natural del cuerpo

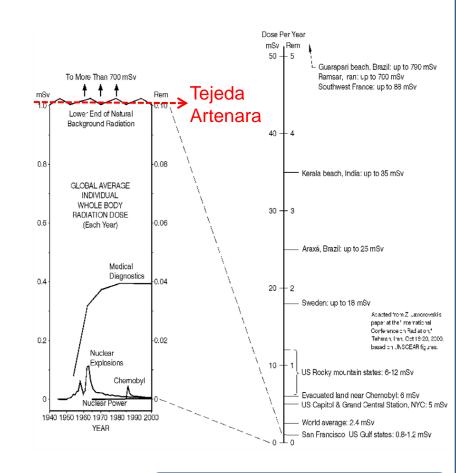
0,34 msievert

Medicina

0,4-1 msievert

Otras Fuentes **0.01 msievert** 









#### **Conclusiones**

- 1 Fenómeno espontáneo (estabilidad nuclear)
- La radiactividad que nos rodea
- 2 Catalizador de procesos de evolución / Datación
- 3 Usos beneficiosos para la humanidad
- 4 Fuentes naturales principal aporte a la dosis
- 5 Efectos dependientes de la dosis (Protección Radiológica)

# **MUCHAS GRACIAS**

