



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

Diploma de Especialización Internacional

# **SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO**

**CICLO REGULAR**

**MÓDULO  
VIII**



**TRABAJOS CON  
FUENTES RADIOACTIVAS**

**CLASE 01**

Mg. Ing. Jorge Arzapalo Barrera





# FUENTES RADIOACTIVAS







**ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.**





# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN

-  El fenómeno de la radiación consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.
-  La radiación propagada en forma de ondas electromagnéticas (Rayos X, Rayos UV, etc.) se llama radiación electromagnética, mientras que la radiación corpuscular es la radiación transmitida en forma de partículas subatómicas (partículas  $\alpha$ , neutrones, etc.) que se mueven a gran velocidad en un medio o el vacío, con apreciable transporte de energía.
-  Si la radiación transporta energía suficiente como para provocar ionización en el medio que atraviesa, se dice que es una radiación ionizante. En caso contrario se habla de radiación no ionizante (extrae los electrones de sus átomos )
-  El carácter ionizante o no ionizante de la radiación es independiente de su naturaleza corpuscular u ondulatoria.



# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN



*Son radiaciones ionizantes los Rayos X, Rayos  $\gamma$ , y Partículas  $\alpha$ , entre otros. Por otro lado, radiaciones como los Rayos UV y las ondas de radio, TV o de telefonía móvil, son algunos ejemplos de radiaciones no ionizantes.*





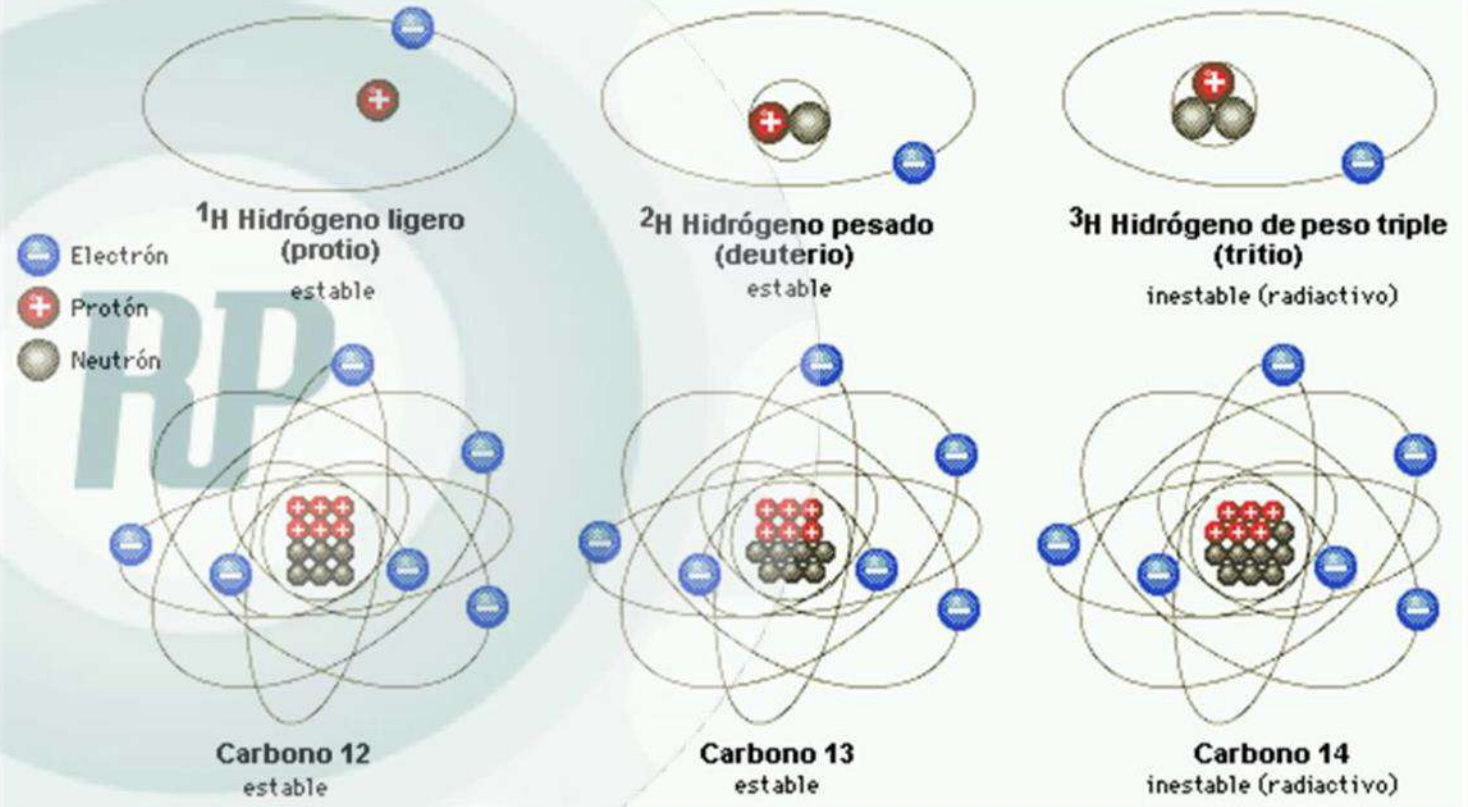


# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN







Algunas sustancias químicas están formadas por elementos químicos cuyos núcleos atómicos son inestables, como consecuencia de esa inestabilidad los átomos de esas sustancias emiten partículas subatómicas de forma intermitente y de manera aleatoria (isótopos radioactivos)





# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN

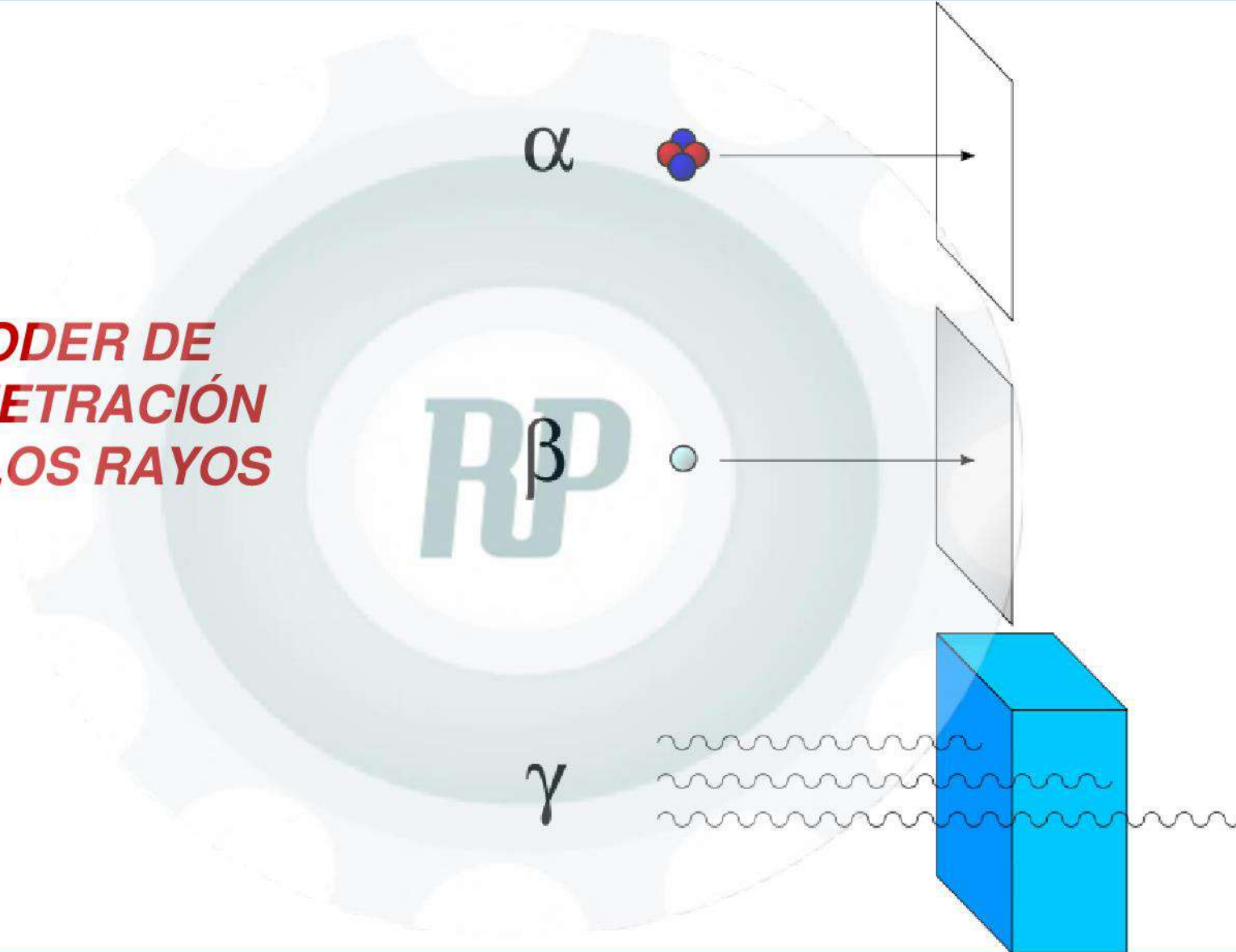
-  La energía puede ser liberada, principalmente, en forma de rayos alfa (núcleos de helio), beta (electrones o positrones) o gamma (energía electromagnética).
-  En general son radioactivas las sustancias que presentan un exceso de protones o neutrones.
-  Cuando el número de neutrones no es igual que el número de protones se hace más difícil que la fuerza nuclear pueda mantenerlos unidos.
-  Eventualmente el desequilibrio se corrige mediante la liberación del exceso de neutrones o protones, en forma de partículas  $\alpha$  que son realmente núcleos de Helio, partículas  $\beta$  que pueden ser electrones o positrones. Estas emisiones llevan a dos tipos de radiactividad:





# FUENTES RADIOACTIVAS

**PODER DE  
PENETRACIÓN  
DE LOS RAYOS**





# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIOACTIVIDAD



*Es aprovechada para la obtención de energía, usada en medicina (radioterapia y radiodiagnóstico)*

*La radiactividad puede ser:*



**Natural:** *manifestada por los isótopos que se encuentran en la naturaleza.*




**Artificial o inducida:** *manifestada por los radioisótopos producidos en transformaciones artificiales.*







# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIOACTIVIDAD NATURAL

 En 1896 Becquerel descubrió que ciertas sales de uranio emitían radiaciones espontáneamente, al observar que velaban las placas fotográficas envueltas en papel negro. Ensayó con el mineral en caliente, en frío, pulverizado, disuelto en ácidos y la intensidad de la radiación era siempre la misma. Por tanto, esta nueva propiedad de la materia, radicaba en el interior mismo del átomo.

 El matrimonio Curie, encontró otras sustancias como el torio, polonio y radio. La intensidad de la radiación emitida era proporcional a la cantidad de uranio presente, por lo que dedujo que se origina exclusivamente en el núcleo de los átomos radiactivos.




 Rutherford en 1911, quien demostró que las radiaciones emitidas por las sales de uranio eran capaces de ionizar el aire y de producir la descarga de cuerpos cargados eléctricamente.

 En 1932 James Chadwick descubrió la existencia del neutrón que Wolfgang Pauli había predicho en 1930, e inmediatamente después Enrico Fermi descubrió que ciertas radiaciones emitidas en fenómenos no muy comunes de desintegración eran en realidad neutrones.



# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIATIVIDAD ARTIFICIAL




-  Se produce la radiactividad inducida cuando se bombardean ciertos núcleos estables con partículas apropiadas.
-  Si la energía de estas partículas tiene un valor adecuado penetran dentro del núcleo bombardeado y forman un nuevo núcleo que, en caso de ser inestable, se desintegra después radiactivamente.
-  Fue descubierta por los esposos Jean Frédéric Joliot-Curie e Irène Joliot-Curie, bombardeando núcleos de boro y aluminio con partículas alfa. Observaron que las sustancias bombardeadas emitían radiaciones después de retirar el cuerpo radiactivo emisor de las partículas de bombardeo.





# FUENTES RADIOACTIVAS




## PARTÍCULA ALFA

-  Las partículas o rayos alfa ( $\alpha$ ) son núcleos completamente ionizados de Helio-4 ( $4\text{He}$ ). Es decir, sin su envoltura de electrones correspondiente.
-  Estos núcleos están formados por dos protones y dos neutrones. Al carecer de electrones, su carga eléctrica es positiva, de  $+2q_e$  de carga, mientras que su masa es de 4 uma.
-  Se generan habitualmente en reacciones nucleares o desintegración radiactiva de otros núclidos que se transmutan en elementos más ligeros mediante la emisión de dichas partículas.



# FUENTES RADIOACTIVAS

## PARTÍCULA BETA





-  *Una partícula beta es un electrón que sale despedido de un suceso radiactivo.*
-  *Por la ley de Fajans, si un átomo emite una partícula beta, su carga eléctrica aumenta en una unidad positiva y el número de masa no varía. Ello es debido a que la masa del electrón es despreciable frente a la masa total del átomo. En cambio, al ser emitida una carga negativa, el átomo queda con una carga positiva más, para compensar el total de la carga eléctrica, con lo cual el número de electrones disminuye.*
-  *Este proceso es debido a la desintegración de un neutrón en un protón y un electrón (desintegración beta).*





# FUENTES RADIOACTIVAS




## RAYOS GAMMA

-  La radiación gamma es producida por fotones, de elementos radioactivos o procesos subatómicos como la aniquilación de un par positrón-electrón.
-  Este tipo de radiación de tal magnitud también es producida en fenómenos astrofísicos de gran violencia.
-  Debido a las altas energías que poseen, los rayos gamma constituyen un tipo de radiación ionizante capaz de penetrar en la materia más profundamente que la radiación alfa o beta. Dada su alta energía pueden causar grave daño al núcleo de las células, por lo que son usados para esterilizar equipos médicos y alimentos.
-  La energía de este tipo de radiación se mide en megaelectronvoltios (MeV). Un MeV corresponde a fotones gamma de longitudes de onda inferiores a  $10^{-11}$  m o frecuencias superiores a  $10^{19}$  Hz.



# FUENTES RADIOACTIVAS

## CAUSA DE LA RADIOACTIVIDAD





-  En general son radiactivas las sustancias que no presentan un balance correcto entre protones o neutrones. Cuando el número de neutrones es excesivo o demasiado pequeño respecto al número de protones se hace más difícil que la fuerza nuclear pueda mantenerlos unidos.
-  El desequilibrio se corrige mediante la liberación del exceso de neutrones o protones, en forma de partículas  $\alpha$  que son realmente núcleos de Helio, partículas  $\beta$  que pueden ser electrones o positrones. Estas emisiones llevan a dos tipos de radiactividad mencionadas.
-  Cuando un núcleo excitado emite radiación gamma no varía ni su masa ni su número atómico, solo pierde una cantidad de energía  $h\nu$  (donde "h" es la constante de Planck y "nu" es la frecuencia de la radiación emitida).





# FUENTES RADIOACTIVAS




## LEY DE LA RADIOSENSIBILIDAD

-  *Bergonie y Tribandeu: Los tejidos y órganos más sensibles a las radiaciones son los menos diferenciados y los que exhiben alta actividad reproductiva. Como ejemplo, tenemos:*
-  *Tejidos altamente radiosensibles: Epitelio intestinal, órganos reproductivos (ovarios, testículos), médula ósea, glándula tiroides.*
-  *Tejidos medianamente radiosensibles: tejido conectivo.*
-  *Tejidos poco radiosensibles: neuronas, hueso.*



# FUENTES RADIOACTIVAS

## EFECTO FOTOELÉCTRICO:

-  Se describe cuando un fotón gamma interactúa con un electrón atómico y le transfiere su energía, expulsando a dicho electrón del átomo.
-  La energía cinética del fotoelectrón resultante es igual a la energía del fotón gamma incidente menos la energía de enlace del electrón.
-  El efecto fotoeléctrico es el mecanismo de transferencia de energía dominante para rayos x y fotones de rayos gamma





# FUENTES RADIOACTIVAS

## APLICACIONES DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO:



*Los dispositivos llamados fotodiodos y fotomultiplicadores que se basan en este principio, intervienen en procesos como el control de productos industriales, las transmisiones por fax, los tubos de televisión o los amplificadores de imágenes.*






*Entre las más conocidas aplicaciones de este efecto cabe citar, las células fotoeléctricas usadas para la detección de presencia y los equipos fotovoltaicos de los paneles de energía solar.*



# FUENTES RADIOACTIVAS

## EFECTO COMPTON:




-  La potencia de los rayos gamma los hace útiles en la esterilización de equipamiento médico. Se suelen utilizar para matar bacterias e insectos en productos alimentarios tales como carne, setas, huevos y vegetales, con el fin de mantener su frescura.
-  Debido a la capacidad de penetrar en los tejidos, los rayos gamma o los rayos X tienen un amplio espectro de usos médicos, como la realización de tomografías y radioterapias. Sin embargo, como forma de radiación ionizante, tienen la habilidad de provocar cambios moleculares, pudiendo tener efectos cancerígenos si el ADN es afectado.
-  A pesar de las propiedades cancerígenas, los rayos gamma también se utilizan para el tratamiento de ciertos tipos de cáncer. En el procedimiento llamado cirugía gamma-knife, múltiples rayos concentrados de rayos gamma son dirigidos hacia células cancerosas. Los rayos son emitidos desde distintos ángulos para focalizar la radiación en el tumor a la vez que se minimiza el daño a los tejidos de alrededor.

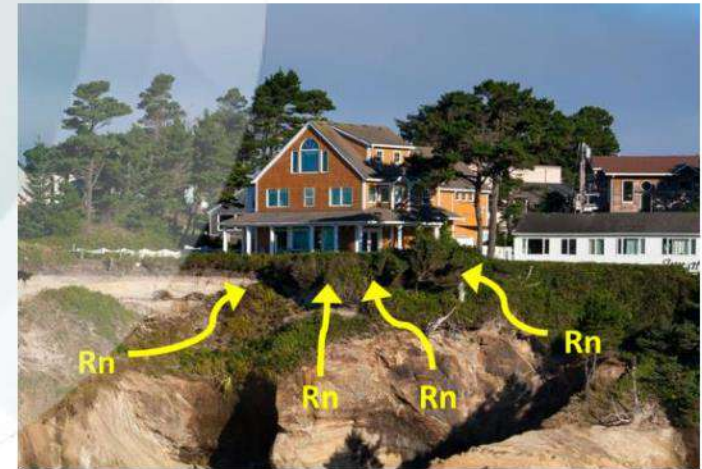
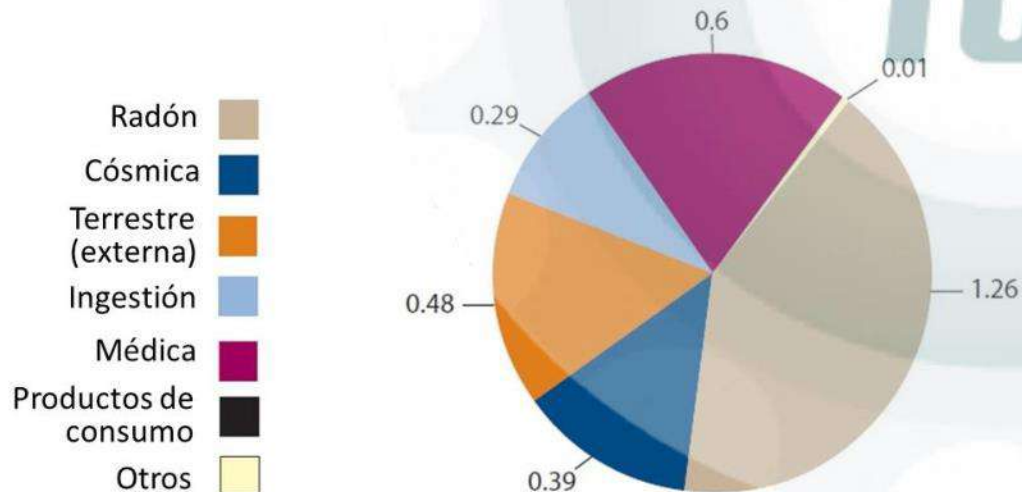




# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN NATURAL DEL AMBIENTE

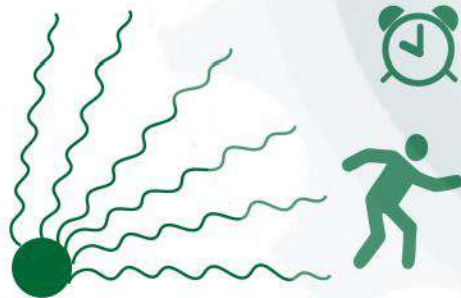
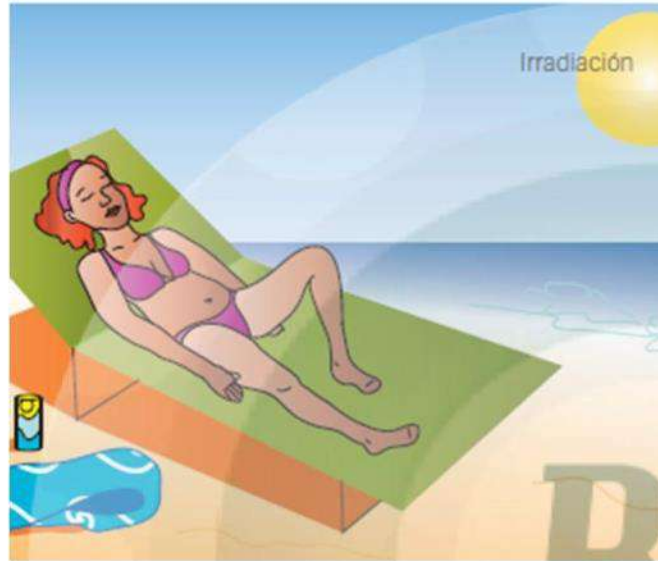
-  Proviene del sol, las estrellas y de los isótopos radiactivos de origen natural presentes en las rocas, el suelo e incluso dentro de nuestros cuerpos.
-  Los principales elementos radiactivos de origen natural encontrados en el ambiente son el uranio, el torio y el potasio.
-  La presencia de radón de origen natural en los hogares es la mayor fuente de exposición a la radiación natural a nivel de toda la población mundial.



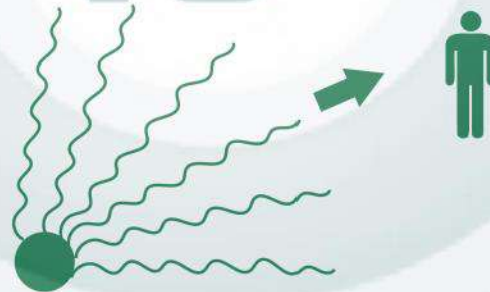
El suelo rocoso sobre el que se asienta el edificio es fuente de gas radón, que procede de la cadena de desintegración del uranio



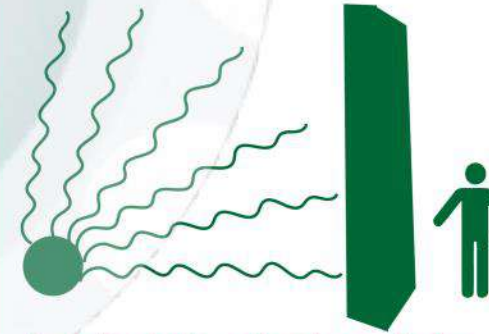
# FUENTES RADIOACTIVAS



**Cuanto menos tiempo se pasa cerca de una fuente, menor radiación se recibe.**



**A mayor distancia de una fuente, menor radiación se recibe.**



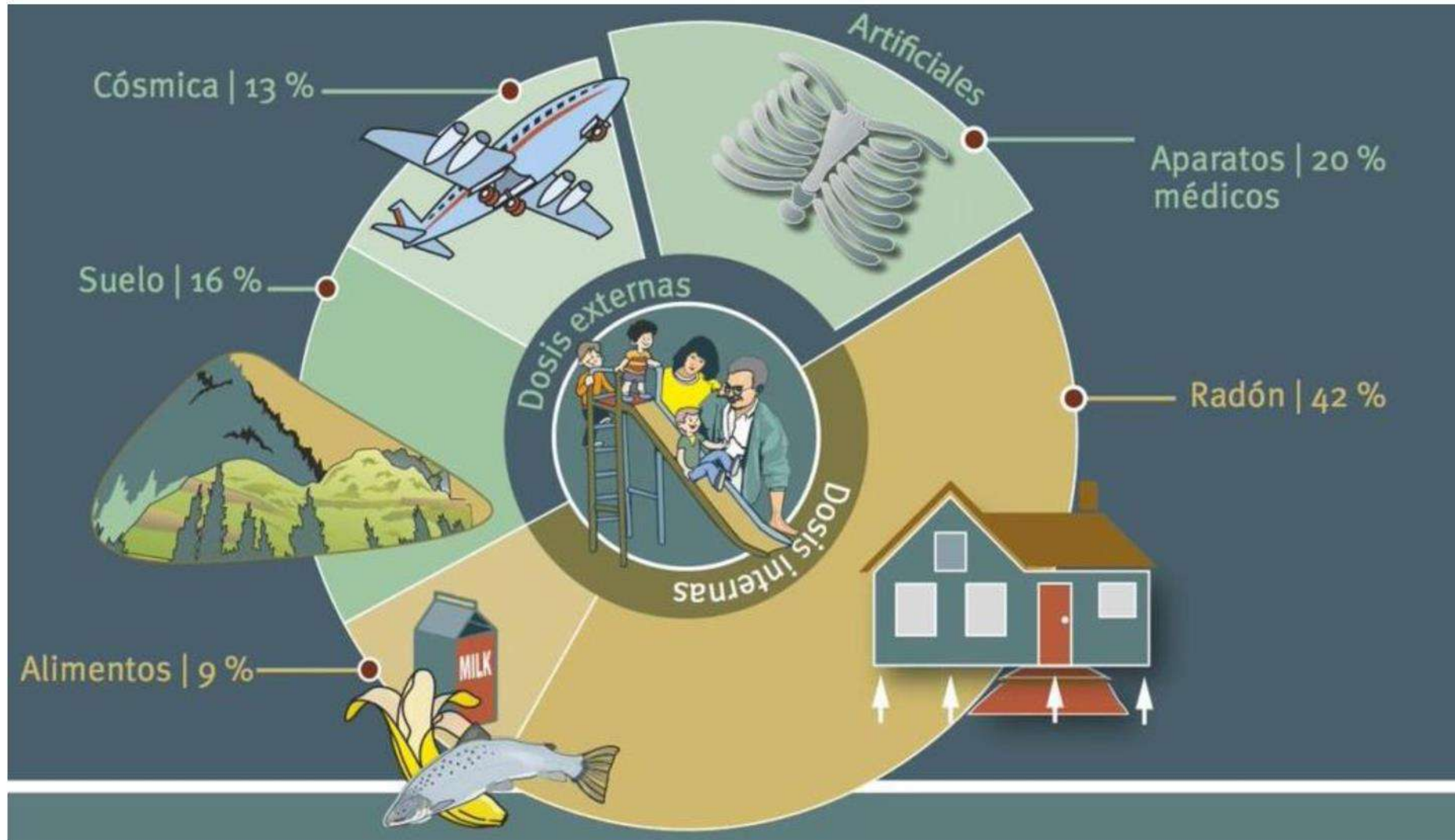
**Detrás de la cobertura de la fuente, menor radiación se recibe.**





# FUENTES RADIOACTIVAS

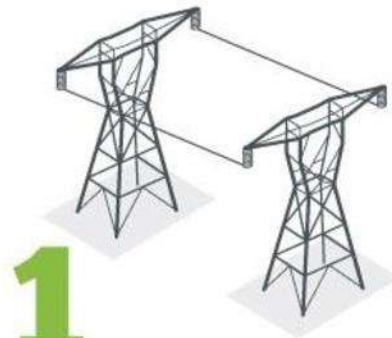
## DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LA EXPOSICIÓN A FUENTES RADIOACTIVAS





# FUENTES RADIOACTIVAS

## PRINCIPALES APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR



1

### ELECTRICIDAD

En España, más del 20% de la **electricidad** consumida anualmente se produce en las **centrales nucleares**.

2

### MEDICINA

Las técnicas de **diagnóstico** y **tratamiento** de la medicina nuclear son fiables y precisas: radiofármacos, gammagrafía, radioterapia, esterilización....



3

### HIDROLOGÍA

Los **isótopos** se utilizan para seguir los movimientos del **ciclo del agua** e investigar las **fuentes subterráneas** y su posible contaminación.



4

### AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Control de plagas de insectos, mejora de las variedades de **cultivo**, conservación de alimentos...



5

### MINERÍA

A través de **sondas nucleares** se puede determinar la **composición** de las capas de la corteza terrestre.



6

### INDUSTRIA

Los isótopos y radiaciones se usan para el **desarrollo** y mejora de los **procesos industriales**, el control de calidad y la automatización.



7

### ARTE

Las técnicas nucleares permiten comprobar la **autenticidad** y **antigüedad** de las obras de arte, así como llevar a cabo su **restauración**.



8

### MEDIO AMBIENTE

Técnicas como el Análisis por Activación Neutrónica permiten la **detección** y el **análisis** de diversos **contaminantes**.



9

### EXPLORACIÓN ESPACIAL

Las **pilas nucleares** se utilizan para alimentar la instrumentación de **satélites** y de **sondas espaciales**.



10

### COSMOLOGÍA

El estudio de la **radiactividad** de los **meteoritos** permite confirmar la **antigüedad** del universo.







# FUENTES RADIOACTIVAS

## INFRAESTRUCTURA REGULADORA



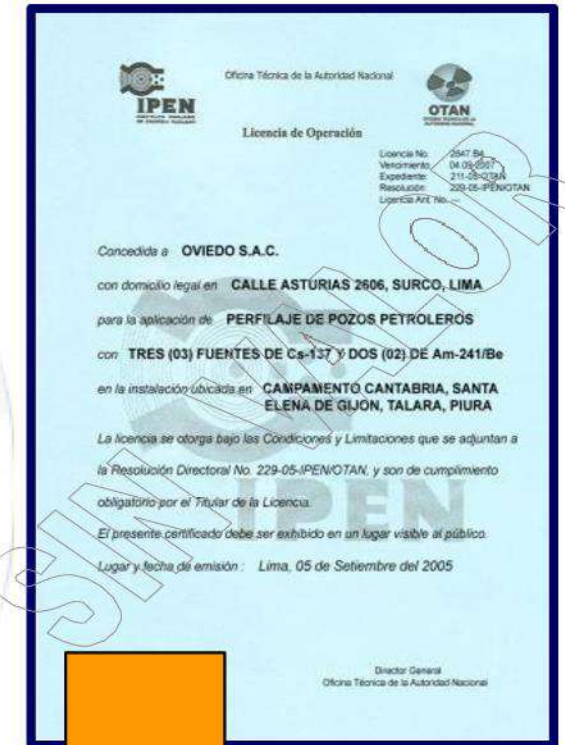
- *IPEN designado autoridad nacional en la Ley 28028.*
- *Funciones y responsabilidades en Reglamento de Organización y Funciones (D.S.n.º 062-2005-EM) – Aprobar autorizaciones, inspeccionar, fiscalizar, coercionar, aplicar sanciones, emitir normas.*
- *Independencia técnica resguardada legalmente (D.S. n.º 039-2008-EM)*



# FUENTES RADIOACTIVAS

## LEY 28028 Y REGLAMENTO

- **Regimen de autorizaciones**
  - *Licencias*
  - *Registros*
  - *Notificaciones*
    - (radiactivas y nucleares)
- **Requisitos de protección radiológica y seguridad, seguridad fisica,**
- **Regimen de sanciones**



**Categoría A**  
**Categoría B**  
**Categoría C**

....

**Riesgo**





# FUENTES RADIOACTIVAS

PRACTICA	CODIGO	VIGENCIA
Teleterapia (cobaltoterapia, aceleradores, bisturí gamma)	A1	3 años
Producción de radioisótopos	A2	3 años
Fabricación de fuentes radiactivas y dispositivos que usan radioisótopos	A3	3 años
Gestión de desechos radiactivos	A4	3 años
Irradiación panorámica	A5	3 años
Irradiación con equipo autoblandado	A6	3 años
Radiografía Industrial fija	A7	3 años
Radiografía Industrial portátil	A8	3 años
Uso de haces de radiación de un reactor	A9	3 años
Minería de Uranio	A10	3 años
Laboratorio de Calibración Dosimétrica con fuentes de alta intensidad	A11	3 años

**Categoría A**




**Categoría B**

PRACTICA	CODIGO	VIGENCIA
Medicina Nuclear	B1	4 años
Fraccionamiento y/o elusión de radioisótopos para comercialización	B2	4 años
Braquiterapia de alta y media tasa de dosis	B3	4 años
Perfilaje de pozos petroleros	B4	4 años
Almacenamiento de material radiactivo	B5	4 años
Uso no nuclear de Torio	B6	4 años



# FUENTES RADIOACTIVAS

## GAS RADON

-  Se produce tanto en la serie de desintegración de uranio como en la del torio.
-  Cuando se produce el gas radón, éste tiende a liberarse por las porosidades de la roca o sedimento en donde se originó y escapa al aire del ambiente.
-  Las personas que respiren el aire contaminado con radón estarán expuestas a radiación por la inhalación del gas.



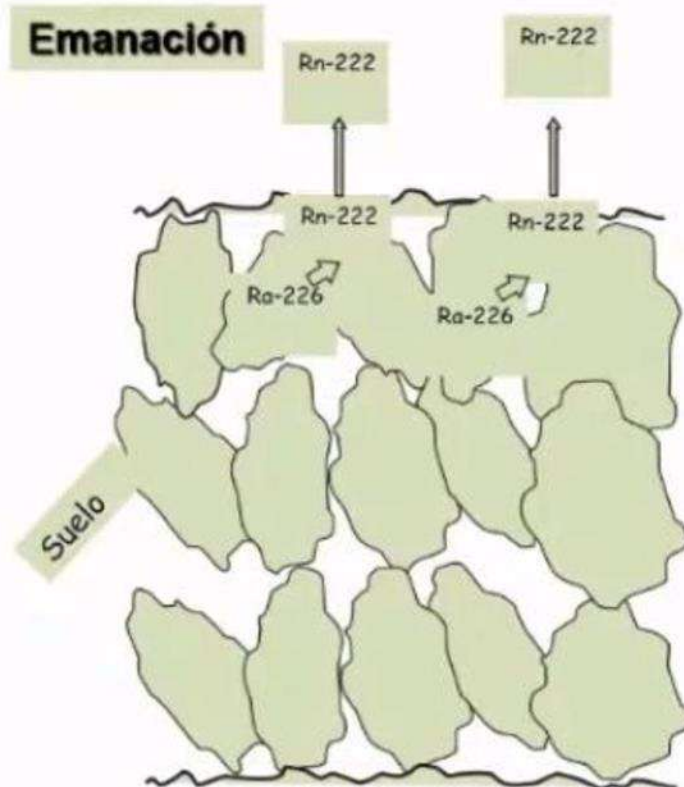




# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Emanación del Radón



### Emanación:

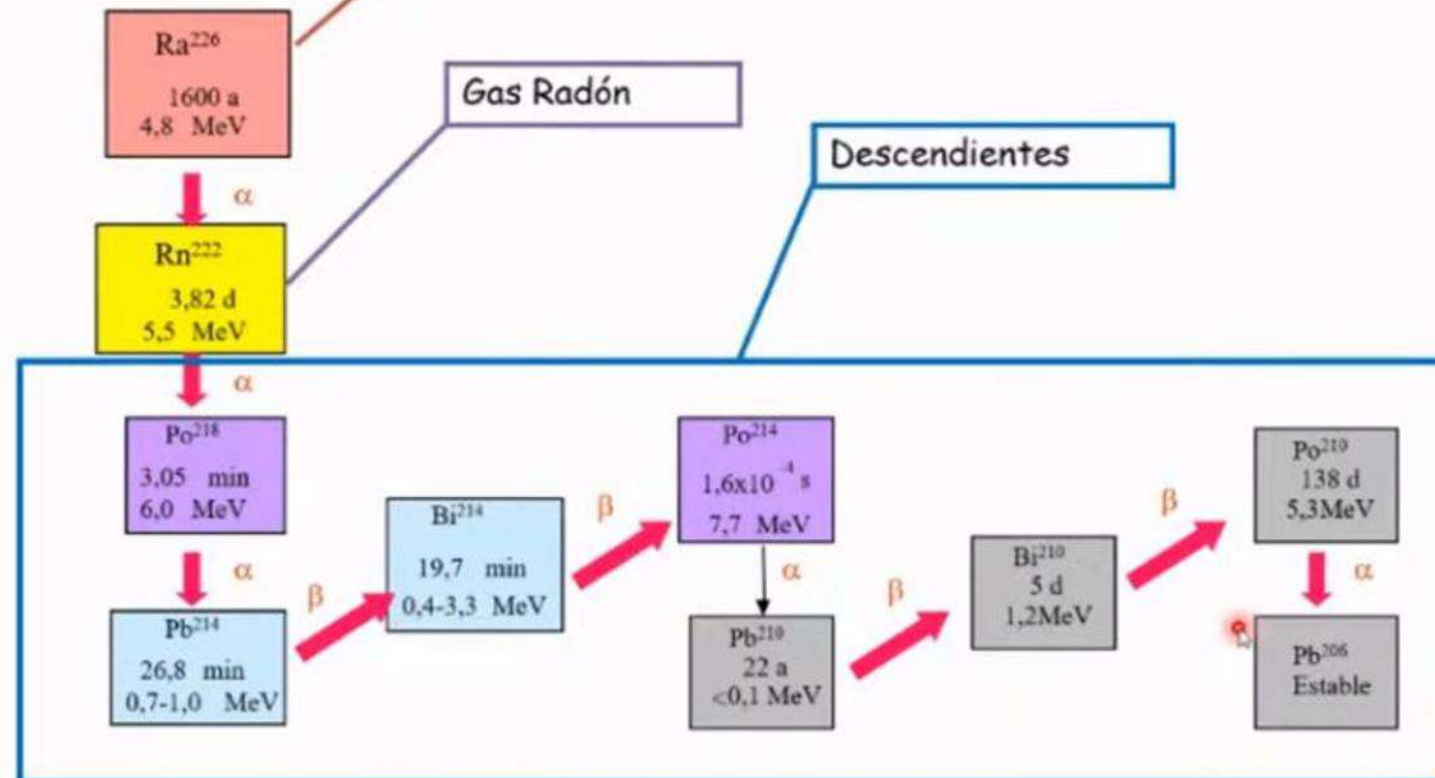
- ☐ El Radón es capaz de viajar entre los poros del suelo hasta alcanzar la superficie debido a la diferencia de presión entre los poros por donde viaja el gas y el espacio cerrado, estableciéndose un flujo desde el terreno hasta el interior de la edificación.
- ☐ Los mecanismos son por gradiente de presión (convección) y por gradiente de concentración (difusión).
- ☐ El tipo de suelo es el factor más importante, sobre todo si la roca madre sobre la que se asienta es rica en uranio



# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Cadena de desintegración del $^{226}\text{Ra}$







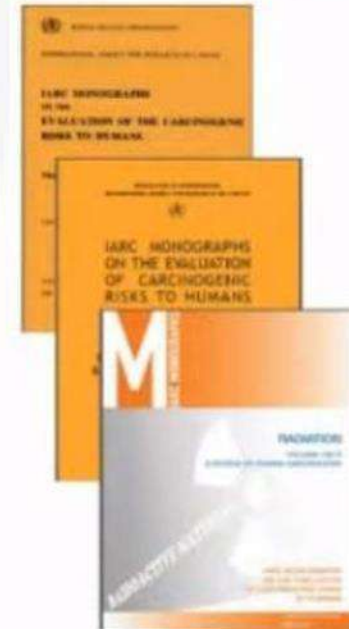
# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Identificación de la amenaza

- ☐ El Radón es un elemento **carcinógeno** (IARC\* 1988, 2001, 2012)
- ☐ El receptor principal de la dosis por inhalación de radón y sus productos de descomposición es el **pulmón**
- ☐ Solo una pequeña proporción del gas radón inhalado llega a la sangre y a otros órganos no respiratorios
  - ☐ Las dosis a órganos distintos del tracto respiratorio son apreciablemente más bajas (> 100 veces)
- ☐ Existe evidencia limitada, aunque inconsistente, de otros riesgos de cáncer debido al radón

\* Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC)





# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Normativa vigente en Perú

#### REGLAMENTO DE SEGURIDAD NUCLEAR (D.S. N° 009-97-EM)

**Art. 62.** En relación al radón en viviendas y puestos de trabajo, los niveles de actuación serán los establecidos en el Anexo IV.

#### ANEXO IV

#### RADON EN VIVIENDAS Y PUESTOS DE TRABAJO

1. El nivel de actuación para la exposición crónica de radón en viviendas es una concentración media anual de 200 a 600 Bq/m<sup>3</sup> de  $^{222}\text{Rn}$  en el aire.
2. El nivel de actuación para una acción reparadora en la exposición crónica a radón en puestos de trabajo es una concentración media anual de **1000 Bq/m<sup>3</sup> de  $^{222}\text{Rn}$  en aire.**





# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Medidas para controlar la exposición del Radón del personal ocupacional

#### Ventilación mecánica

- ☐ Cuanto más rápidamente se extraiga el aire contraminado de las zonas de trabajo, menor será la concentración de los descendientes del radón en cualquier punto determinado.
- ☐ Se emplean sistemas primarios y auxiliares de ventilación.





# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Medidas para controlar la exposición del Radón del personal ocupacional

#### Aislamiento de la fuente

- ☐ El radón y sus descendientes se pueden confinar e impedir que pasen a las zonas en explotación mediante tabiques lo más herméticos posible.
- ☐ Como el radón es soluble en agua y emana de las infiltraciones cuando queda expuesto a la atmósfera de la mina, otra técnica útil de confinamiento es emplear tuberías para aislar el agua o desviarla.
- ☐ Si la roca es porosa se puede elevar la presión atmosférica para suprimir la emanación de radón







# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

Medidas para controlar la exposición del Radón del personal ocupacional

### Protección respiratoria

- ☐ Se puede usar máscara de respiración en las zonas en que hay mucho polvo en suspensión



Provides protection against dust, mist, fumes, radionuclides and radon daughter – ideal for lead, asbestos, mold and other hazardous particulates



# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Medidas para controlar la exposición del Radón del personal ocupacional

#### Trabajo rotacional

- ☐ Se recomienda la rotación de turnos en las minas que tengan zonas con altos niveles de radiación externa para los cuales no existan medios prácticos de control.

#### Monitoraje del aire

#### Limpieza del aire







# FUENTES RADIOACTIVAS

## Detección del Radón en residuos mineros

- ❑ Monitorización gamma en las zonas donde se concentra el Ra-226 o U-238 en la zona de descarga de desechos

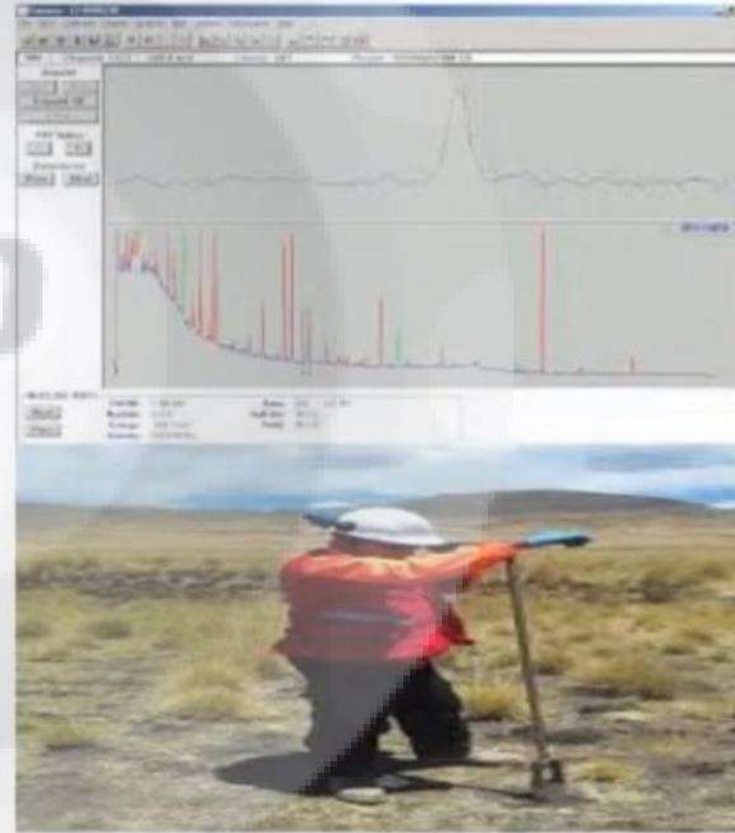




# FUENTES RADIOACTIVAS

## Detección del Radón en residuos mineros

- ❑ Toma de muestras y Análisis radiométrico por espectrometría gamma de Ra-226 o U-238 en muestras de Desecho o relave minero









# FUENTES RADIOACTIVAS

## TIPOS DE RADIACIÓN IONIZANTE

Existen tres tipos de radiación que se producen en la desintegración de las series de Uranio-238 y Torio-232: Alfa, Beta y Gamma.

 **La radiación Alfa ( $\alpha$ ):** Compuesta por dos protones y dos neutrones fuertemente enlazados. Es de corto alcance y tiene un gran poder ionizante. Puede ser bloqueado por una hoja de papel o ropa delgada.

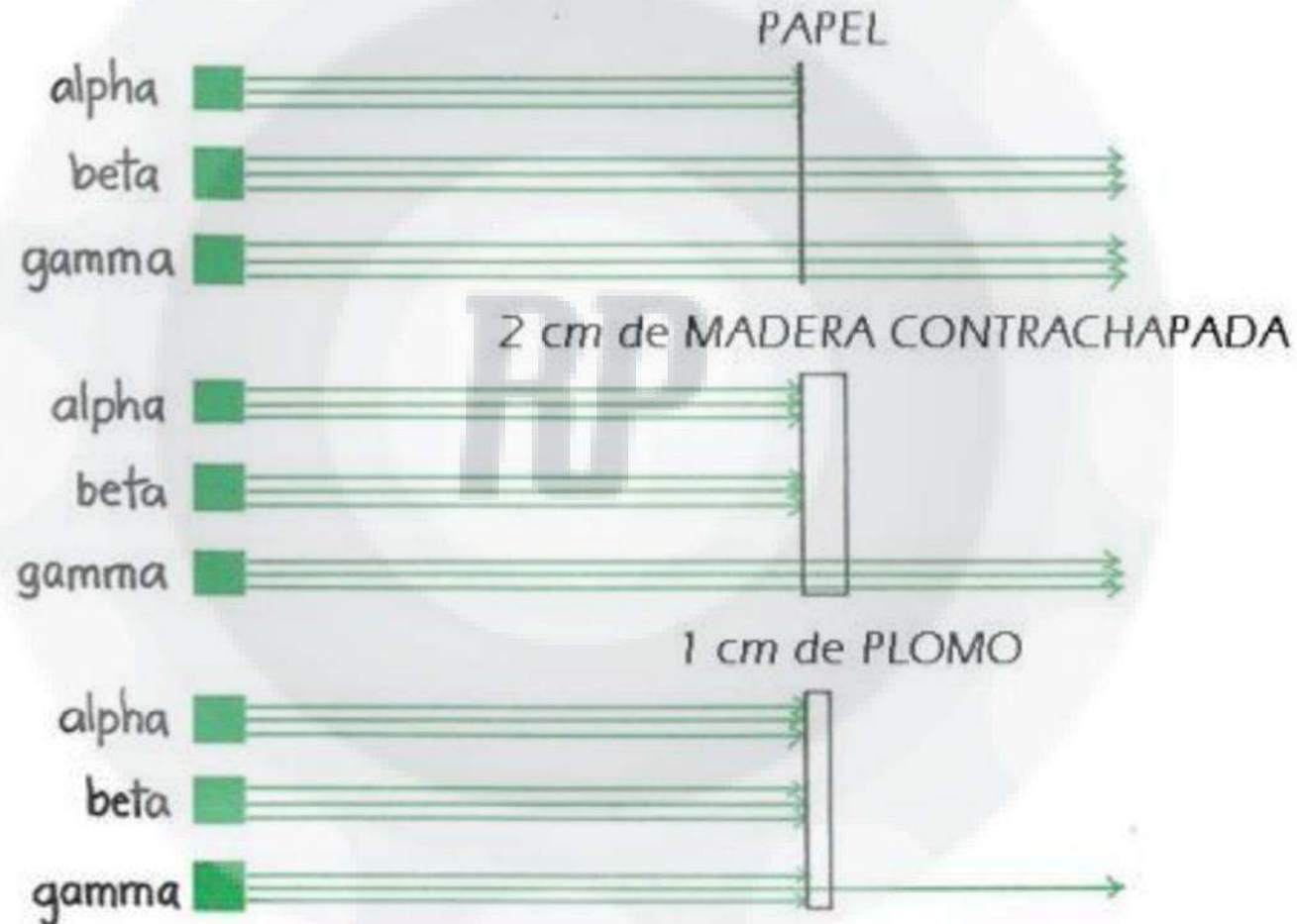
 **La radiación Beta ( $\beta$ ):** Son electrones y recorren algunos metros en el aire pudiendo ser bloqueadas por una lámina de plástico, madera gruesa o incluso la ropa gruesa.

 **La radiación Gamma ( $\gamma$ ):** Es similar a los rayos de luz, pero tiene mucha más energía. Puede penetrar fácilmente en el cuerpo humano, pudiendo ser atenuado por el plomo y el concreto, entre otros materiales de alta densidad



# FUENTES RADIOACTIVAS

## BLOQUEO DE RADIACIONES IONIZANTES







# FUENTES RADIOACTIVAS

## MEDICIONES DE RADIACION IONIZANTE



*Ninguno de nuestros cinco sentidos puede detectar la radiación ionizante.*



*Existen instrumentos que pueden medir la radiación hasta niveles muy bajos.*

### Contador Geiger - Muller



*Comúnmente utilizado para medir niveles de radiación*

### Los detectores de centelleo



*Utilizados durante la exploración de uranio y pueden indicar la ley de las muestras de mineral extraído*

### Dosímetro individual (TLD)



*El personal de exploración debe llevar, cuando se requiera, para medir la cantidad de radiación que recibe.*





# FUENTES RADIOACTIVAS

## MAGNITUDES Y UNIDADES DE MEDIDA.



La medición de la radiactividad y radiación requiere de diferentes unidades.



**La Actividad** es la velocidad de desintegración de una sustancia radiactiva y se mide en becquerelios (Bq) o en la unidad antigua denominada curie (Ci). Su equivalencia es:

\* **1 Bq** = 1 desintegración por segundo (dps)

\* **1 Ci** = 37 000 000 000 Bq

\* **1 Bq** = 27 pico curie (pCi)



**La dosis absorbida** es la energía depositada por la radiación en un material y se mide en Gray (Gy) o en la unidad antigua denominada Rad.



La dosis equivalente es la probabilidad de daño por la exposición y se mide en Sievert (Sv) o en la unidad antigua denominada Rem.

Magnitud	Unidad y símbolo (SI)	Unidad y símbolo (Sistema Radiológico)	Equivalencia
Actividad	becquerel - Bq	curio - Ci	1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq
Dosis absorbida	gray - Gy	rad - rad o rd	1 rad = $10^{-2}$ Gy
Dosis equivalente	sievert - Sv	rem - rem	1 rem = $10^{-2}$ Sv









# FUENTES RADIOACTIVAS

## FUENTES DE EXPOSICIÓN PARA EL PERSONAL DE EXPLORACIÓN

Los trabajadores que realizan actividades de exploración de uranio pueden estar expuestos a las radiaciones mediante tres vías distintas:

-  Radiación gamma directa emitida por la roca mineralizada.
-  Inhalación del radón y sus descendientes que emanan de las muestras o testigos, detritos y agua de perforación.
-  Inhalación e ingestión de polvo proveniente del mineral radiactivo.
-  Es recomendable que las actividades de exploración de uranio se realicen utilizando métodos que reduzcan estas vías de exposición (por ejemplo, que produzcan una menor cantidad de material particulado o menor liberación de gases).







# FUENTES RADIOACTIVAS

## PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES GAMMA



*La exposición a la radiación gamma, proveniente del mineral de uranio, es la principal fuente de exposición para el personal de exploración. La dosis que reciban dependerá de:*

- La ley del mineral de uranio.*
- La cantidad de mineral y detritos del mineral.*
- La distancia entre los trabajadores y el material mineralizado.*
- El tiempo de exposición cerca a la roca mineralizada.*



*Para minimizar la dosis recibida es necesario maximizar la distancia entre los trabajadores y las muestras o testigos mineralizados y limitar su tiempo de permanencia cerca de estos materiales.*



*La cantidad de muestras de mineral depositadas en el almacén de testigos donde serán analizados deberá ser limitada.*







*En caso de existir una mayor cantidad de muestras de mineral, éstas deberán ser almacenadas en un área separada y retiradas para su análisis cuando sea necesario.*





# FUENTES RADIOACTIVAS

## PROTECCIÓN CONTRA EL RADÓN Y SUS DESCENDIENTES

-  El gas radón es producto de la desintegración natural de las series de decaimiento del uranio y emana de las muestras mineralizadas, detritos de perforación y el agua de perforación.
-  Si el testigo de perforación es manipulado y almacenado en un área bien ventilada, el gas radón y sus descendientes no constituirán una fuente significativa de exposición ocupacional a la radiación.
-  Para minimizar la dosis recibida por el trabajador se deberán mantener ventilados los almacenes que contengan una cantidad significativa de testigos o muestras, mientras el trabajador permanezca dentro.
-  En caso de almacenarse materiales de alta concentración de uranio (mayor a 5%) en un área cerrada se recomienda realizar mediciones periódicas de las concentraciones de radón y sus descendientes.












# FUENTES RADIOACTIVAS

## PROTECCIÓN CONTRA INHALACIÓN E INGESTIÓN DE POLVO DE MINERAL DE URANIO

*Se minimizará la dosis de radiación que los trabajadores reciben por inhalación e ingestión de polvo de mineral radiactivo, si se toman medidas de prevención simples como:*

-  *Mantener limpio el ambiente de trabajo para prevenir la resuspensión de polvo producido por el desplazamiento de trabajadores.*
-  *Evitar la acumulación de detritos de mineral y residuos del mineral. Considérese que la acumulación de mineral y detritos de mineral también aumentará el nivel de radiación gamma en el área.*
-  *Usar sierras humedecidas para cortar el testigo. Puede requerirse el uso de un sistema de ventilación separado (campana de ventilación).*
-  *Uso de máscaras de respiración cuando se corte las muestras de mineral o actividades de corte de terreno si fuera necesario.*
-  *Lavarse las manos antes de comer o llevarse artículos a la boca.*



**ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.**












## FUENTES RADIOACTIVAS

### PROGRAMA PARA LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL TRABAJADOR

*Deberá ser establecido antes del inicio del trabajo de exploración. Los elementos básicos de este programa deben incluir:*

-  *Entrenamiento de trabajadores en protección básica contra las radiaciones antes y durante las actividades de exploración de uranio.*
-  *Plan de almacenamiento e inspección del testigo mineralizado de tal manera que se minimice la exposición a la radiación al trabajador.*
-  *Plan para la contención y manejo de detritos, lodo y agua de perforación en el emplazamiento.*
-  *Entrega de dosímetros de radiación gamma a los trabajadores (dosímetro TLD o de otro tipo) e informe de las dosis de radiación a los trabajadores y las entidades reguladoras.*
-  *Medios para evaluar la ley del mineral que es extraído a la superficie.*
-  *Plan de transporte del material radiactivo fuera del emplazamiento (Normas).*
-  *Plan para evaluar la exposición a radiación potencial de los trabajadores y el nivel de protección requerido contra la radiación.*










## FUENTES RADIOACTIVAS

### PROTECCIÓN GENERAL DE LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE

*La exploración de uranio es similar a cualquier otro tipo de exploración de minerales, teniendo en cuenta que la actividad debe minimizar la alteración del ambiente. Las medidas que deben considerarse son:*







-  Los programas de perforación propuestos deberían ser documentados y autorizados por las entidades reguladoras.*
-  El desbroce de árboles debería ser limitado y la madera que pueda salvarse debería ser vendida.*
-  El terreno a ser disturbado deberá restringirse al área de trabajo. El suelo orgánico alterado deberá almacenarse en pilas y utilizarse como cobertura final durante la remediación del sitio.*
-  La distancia mínima entre un área de desbroce y los cuerpos de agua locales debería ser 100 metros.*
-  En el caso de pequeñas perforaciones (< 64 mm), el efluente de la perforación debería ser captado en sumideros, contenedores o depresiones naturales.*





# FUENTES RADIOACTIVAS

## PROTECCIÓN GENERAL DE LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE






-  *En el caso de perforaciones grandes ( $> 64$  mm), el efluente de la perforación debería ser dispuesto en tanques y transportado a una instalación autorizada de gestión de residuos o rebombado al pozo al término de la perforación.*
-  *La disposición de lodo, agua de retorno y detritos de perforación debería realizarse de tal manera que evite su ingreso a los cuerpos de agua.*
-  *Un sistema de circuito cerrado debería utilizarse para el caso de lodos de perforación y otros aditivos potencialmente nocivos.*
-  *Concluido el programa, los pozos de perforación deberían ser obturados de acuerdo con las normas y guías establecidas.*
-  *El emplazamiento debe ser rehabilitado.*
-  *Los proyectos de exploración deben ubicarse alejados de las poblaciones y/o centros poblados.*





# FUENTES RADIOACTIVAS

## PROTECCIÓN DE LA POBLACIÓN CONTRA LAS RADIACIONES

-  Se deberá controlar el acceso del público al emplazamiento donde se realizan las actividades de exploración de uranio para evitar las exposiciones innecesarias y garantizar su seguridad.
-  La principal preocupación radiológica en la exploración de uranio es la contención y disposición final de los residuos sólidos y líquidos radiactivos como los testigos, detritos, lodos y agua de perforación.
-  Estos residuos requerirán una adecuada disposición al término de las actividades de exploración.
-  La Autoridad Nacional especificará los tipos de registro que deberá mantenerse en las actividades de exploración.
-  Las operaciones de perforación pueden emanar radón que se dispersará rápidamente transportado por el aire y es probable que éste no represente peligro radiológico al ambiente o al público



# ¡Gracias!



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

Conócenos más haciendo clic en cada botón

---

