SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
Afiliada a la I.R.P.A.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Laboratorio Subterráneo Canfranc

isirym Instituto Universitario de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental

TRANSFERENCIA DE RADÓN EN LOS LIXIVIADOS DE SUELOS CONTAMINADOS CON FOSFOYESOS

Cristina Trull-Hernandis, Marta Ramos-Rey, Héctor Moreno-Ramón, Antonio Lidón, Belén Juste y María Sancho

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVOS
3. METODOLOGÍA
4. RESULTADOS
5. CONCLUSIONES
6. TRABAJOS FUTUROS

1. INTRODUCCIÓN

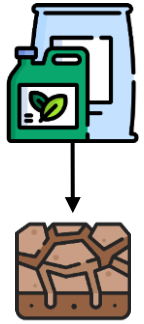
NORM – Naturally Occurring Radioactive Material

1. INTRODUCCIÓN

NORM – Naturally Occurring Radioactive Material

El procesado de materias primas que contienen radionucleidos naturales puede concentrarlos y generar residuos con mayor nivel de radiactividad.

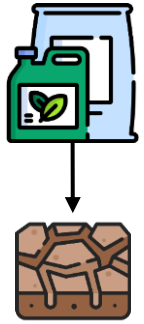
1. INTRODUCCIÓN



Industria de fertilizante emplea materias primas que contienen radio y uranio.

Fosfoyesos: residuo de la producción de ácido fosfórico que concentra los radionucleidos presentes de forma natural.

1. INTRODUCCIÓN



Industria de fertilizante emplea materias primas que contienen radio y uranio.

Fosfoyesos: residuo de la producción de ácido fosfórico que concentra los radionucleidos presentes de forma natural.

Problemática asociada a con el almacenamiento y manejo de los fosfoyesos.

En España se almacenan en balsas y pilas de acopios lo que puede implicar un riesgo de contaminación de suelos y aguas subterráneas.

Riesgo medioambiental y para la salud de las personas en caso de exposición.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

108 hectáreas en balsas y acopios de fosfoyesos en la zona del Hondón

1. INTRODUCCIÓN

108 hectáreas en balsas y acopios de fosfoyesos en la zona del Hondón

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

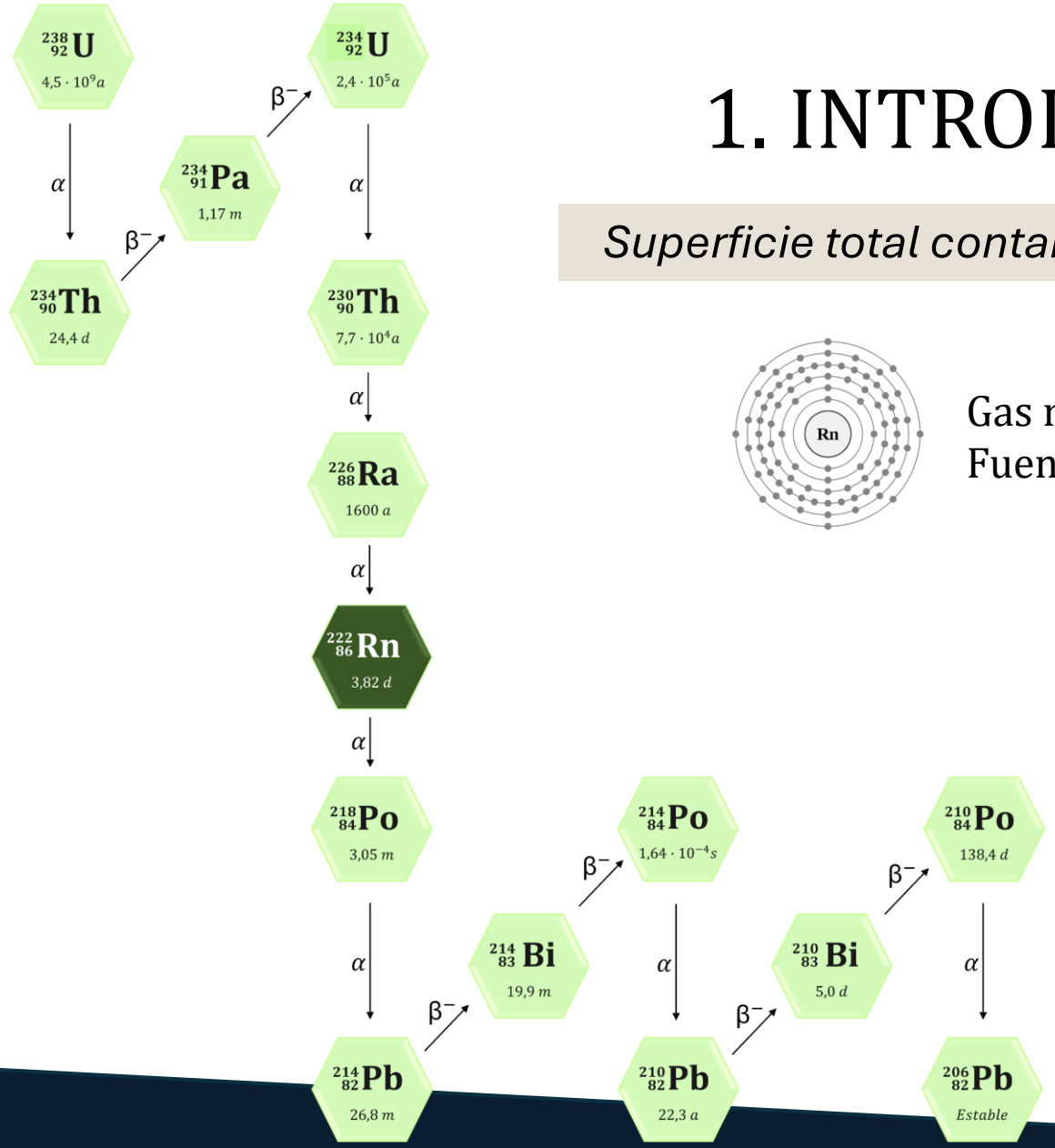
1200 hectáreas de balsas en las proximidades del estuario del río Tinto

1. INTRODUCCIÓN

1200 hectáreas de balsas en las proximidades del estuario del río Tinto

1. INTRODUCCIÓN

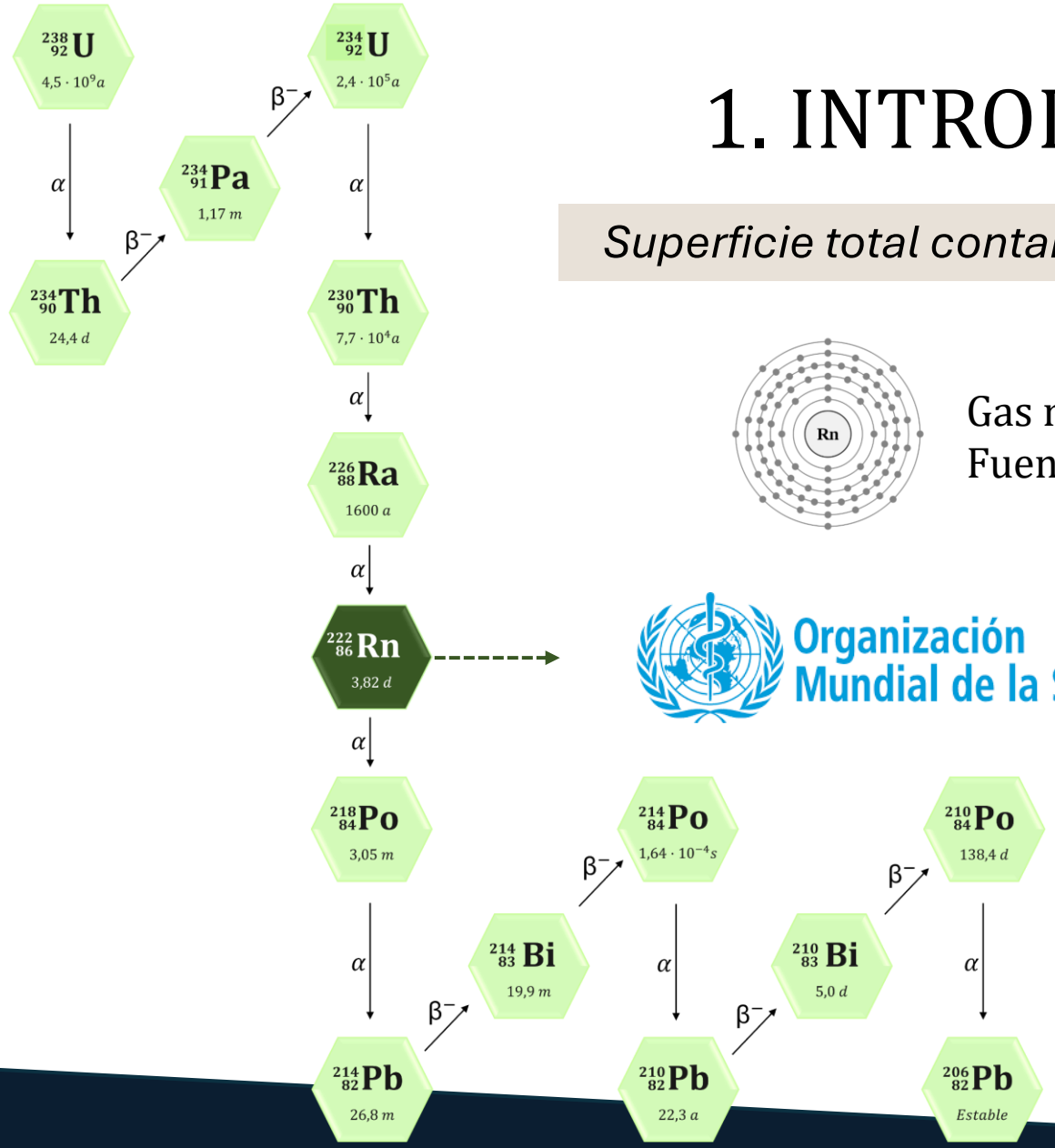
Superficie total contaminada equivalente a 1832 campos de fútbol



Gas radón – Producto de desintegración del radio
Fuente de exposición principalmente por inhalación

1. INTRODUCCIÓN

Superficie total contaminada equivalente a 1832 campos de fútbol



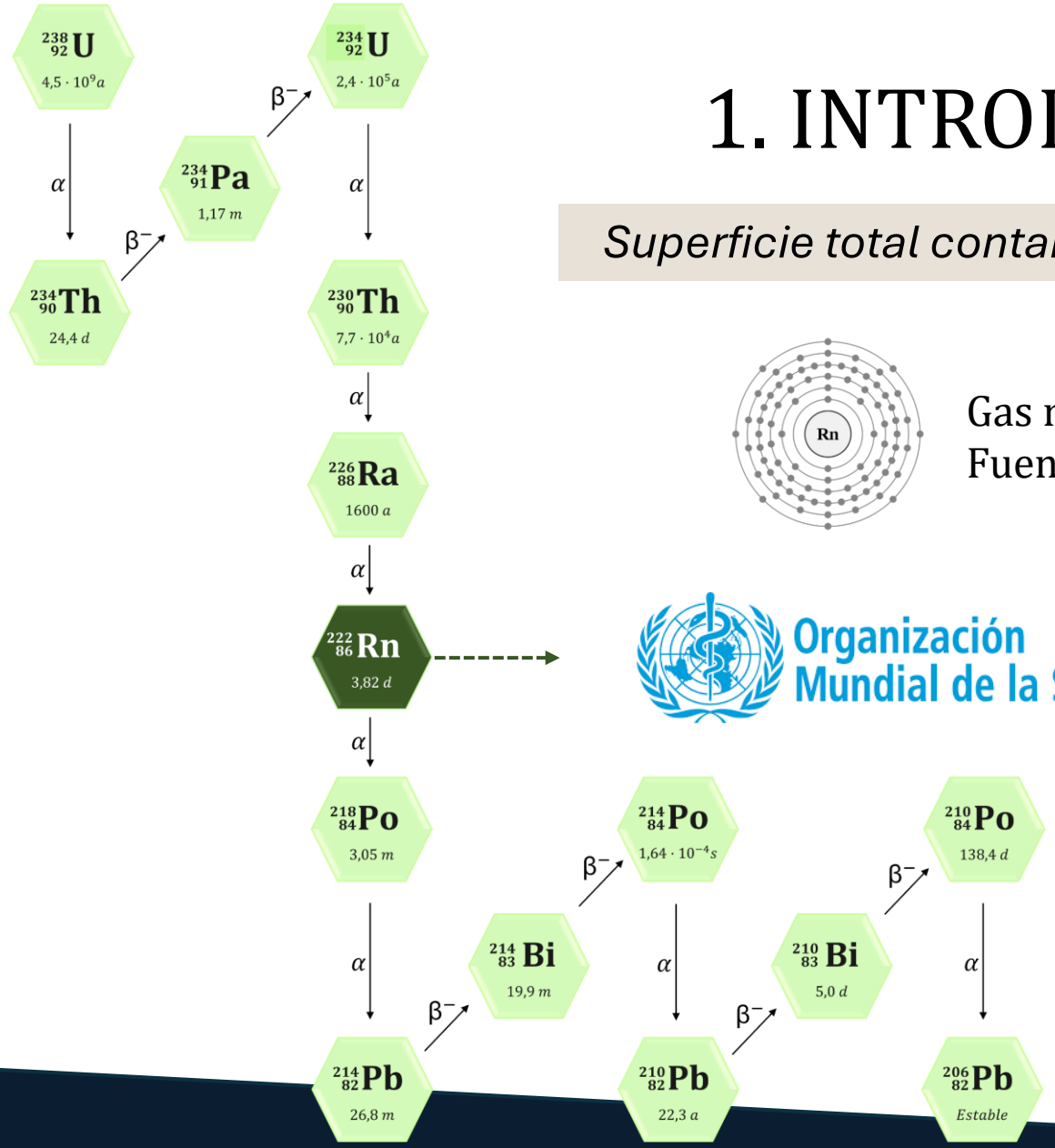
Gas radón – Producto de desintegración del radio
Fuente de exposición principalmente por inhalación

Organización Mundial de la Salud

Segunda causa de muerte por cáncer de pulmón en el mundo.

1. INTRODUCCIÓN

Superficie total contaminada equivalente a 1832 campos de fútbol



Gas radón – Producto de desintegración del radio
Fuente de exposición principalmente por inhalación

Organización Mundial de la Salud

Segunda causa de muerte por cáncer de pulmón en el mundo.

Necesidad de evaluar y definir el transporte de radón que pueda originar exposiciones potenciales en la población.

1. INTRODUCCIÓN

Transporte por exhalación o en las aguas en contacto (subterráneas o de lluvia)

1. INTRODUCCIÓN

Transporte por exhalación o en las aguas en contacto (subterráneas o de lluvia)

- Exposición por exhalación limitada a la ocupación de la zona

1. INTRODUCCIÓN

Transporte por exhalación o en las aguas en contacto (subterráneas o de lluvia)

- Exposición por exhalación limitada a la ocupación de la zona
- Interés por definir el transporte de radón en aguas en contacto

1. INTRODUCCIÓN

Transporte por exhalación o en las aguas en contacto (subterráneas o de lluvia)

- Exposición por exhalación limitada a la ocupación de la zona
- Interés por definir el transporte de radón en aguas en contacto

Disuelto, arrastrado o generado en los lixiviados

Estudio de la lixiviación de suelos con fosfoyesos.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar y definir las condiciones en las que el radón puede lixiviar a las aguas de lluvia o subterráneas y pasar a suponer una fuente de exposición para la población.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar y definir las condiciones en las que el radón puede lixiviar a las aguas de lluvia o subterráneas y pasar a suponer una fuente de exposición para la población.

OE1

OE2

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar y definir las condiciones en las que el radón puede lixiviar a las aguas de lluvia o subterráneas y pasar a suponer una fuente de exposición para la población.

OE1

Monitorizar las concentraciones de radón en aguas lixiviadas de suelos en presencia de fosfoyesos que simulen a escala de laboratorio escenarios reales.

OE2

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar y definir las condiciones en las que el radón puede lixiviar a las aguas de lluvia o subterráneas y pasar a suponer una fuente de exposición para la población.

OE1 Monitorizar las concentraciones de radón en aguas lixiviadas de suelos en presencia de fosfoyesos que simulen a escala de laboratorio escenarios reales.

OE2 Comprobar si hay presencia de radio en los lixiviados que pueda suponer una fuente de aporte continuo de radón en las aguas durante su transporte hasta lleguen a ser una fuente de exposición.

3. METODOLOGÍA

<u>Montaje experimental</u>

Columnas de lixiviación por irrigación de aguas llenas de tierra y fosfoyesos. Extracción de la muestra regulada con una válvula en la parte inferior.

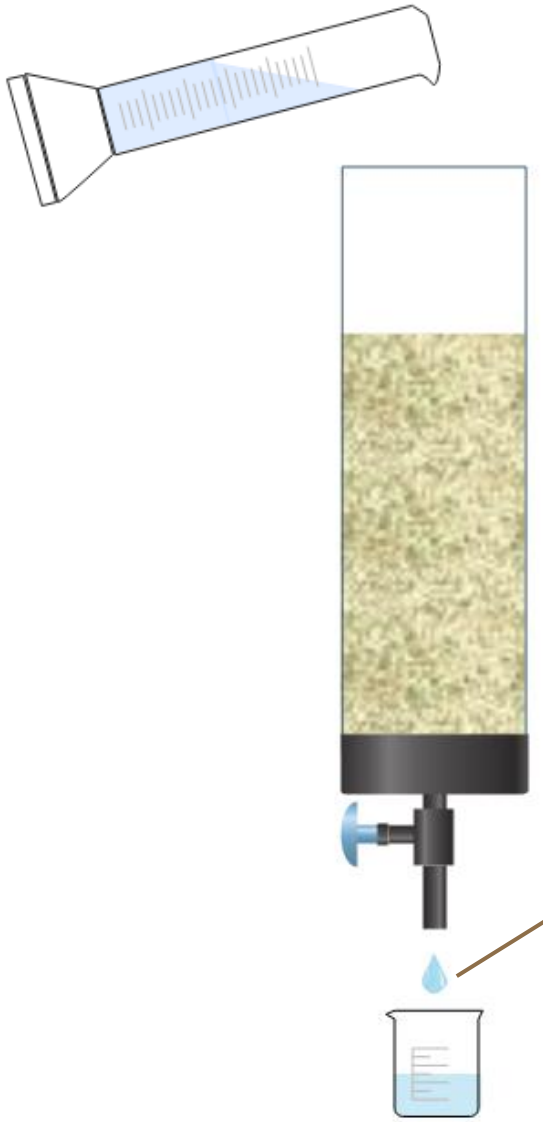
3. METODOLOGÍA

<u>Montaje experimental</u>

Columnas de lixiviación por irrigación de aguas llenas de tierra y fosfoyesos. Extracción de la muestra regulada con una válvula en la parte inferior.

x 3 configuraciones

3. METODOLOGÍA



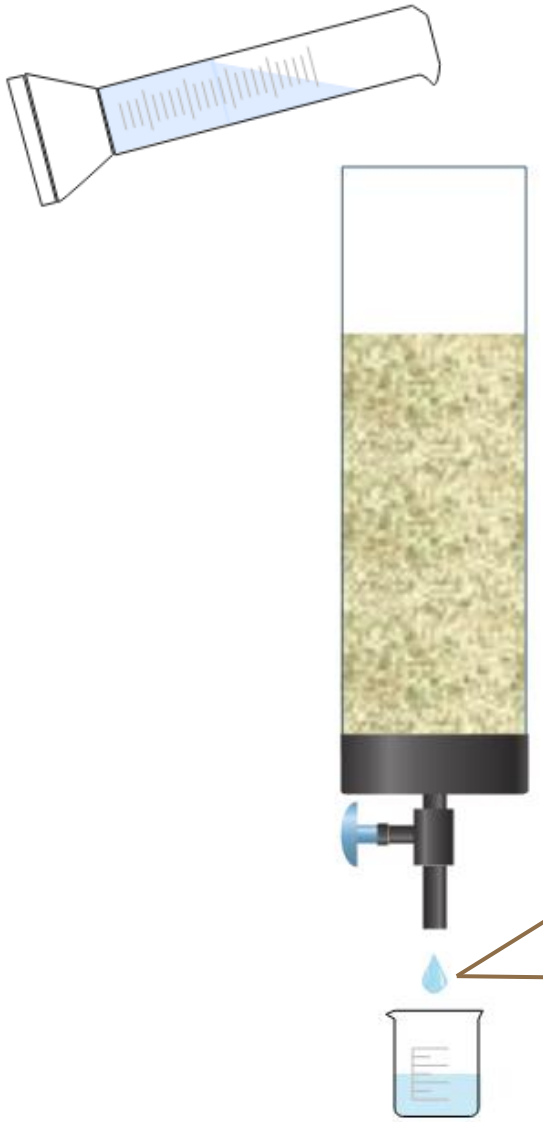
<u>Montaje experimental</u>

Columnas de lixiviación por irrigación de aguas llenas de tierra y fosfoyesos. Extracción de la muestra regulada con una válvula en la parte inferior.

x 3 configuraciones

Análisis de radón: Monitorización de los lixiviados a distintos tiempos tras la irrigación de agua

3. METODOLOGÍA



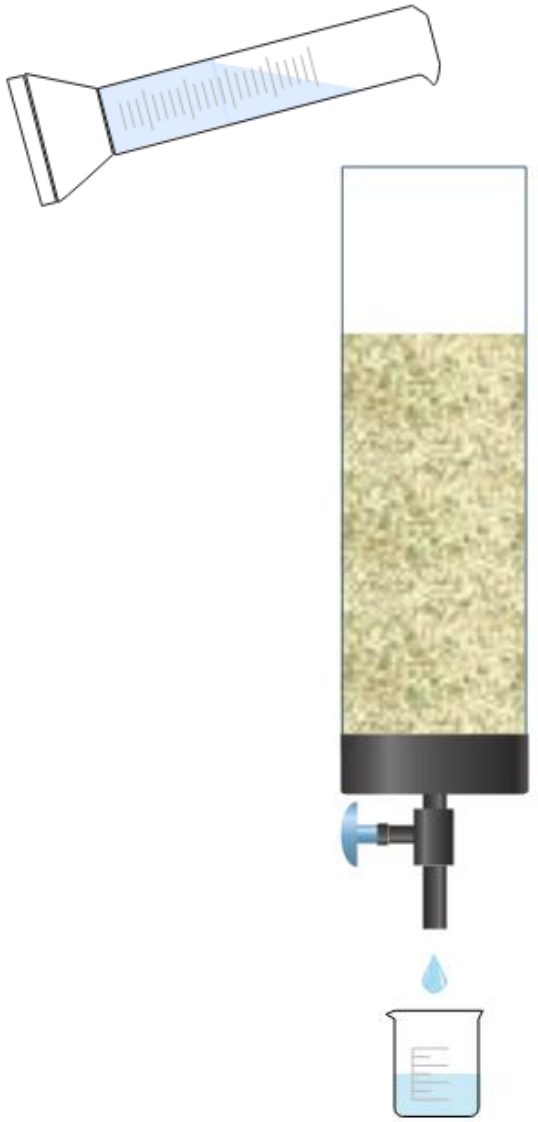
<u>Montaje experimental</u>

Columnas de lixiviación por irrigación de aguas llenas de tierra y fosfoyesos. Extracción de la muestra regulada con una válvula en la parte inferior.

x 3 configuraciones

Análisis de radón: Monitorización de los lixiviados a distintos tiempos tras la irrigación de agua

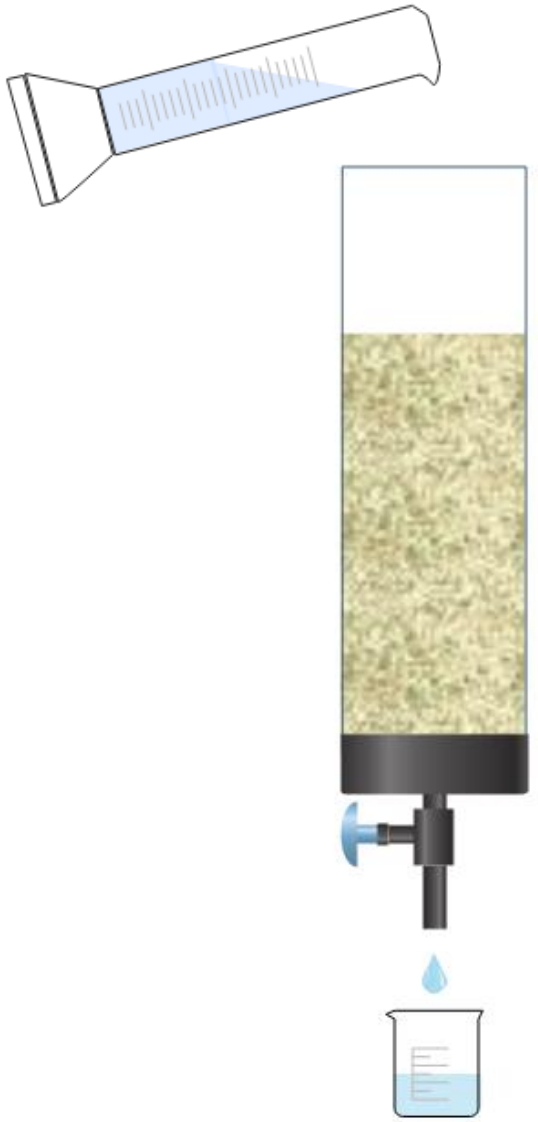
Comprobación de la presencia/ausencia de radio (precursor de radón) en las aguas lixiviadas



3. METODOLOGÍA

Análisis del agua lixiviada
Conteo por centelleo líquido

[Rn] (Bq/L)



3. METODOLOGÍA

Análisis del agua lixiviada
Conteo por centelleo líquido

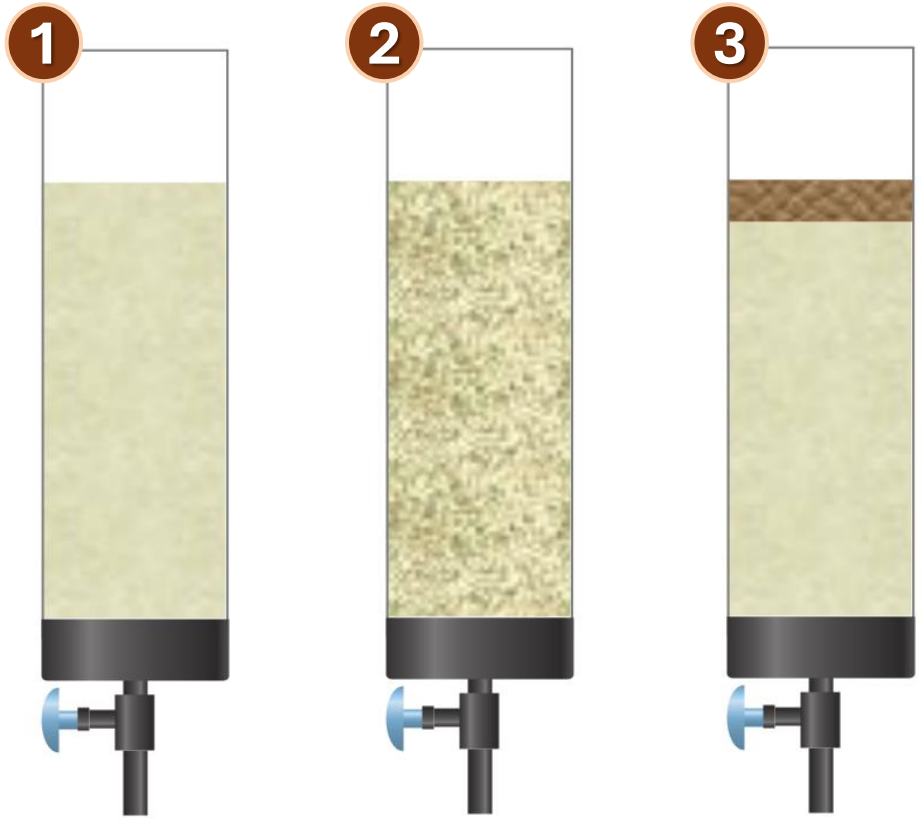
[Rn] (Bq/L)

Análisis de radio: Contaje de las muestras con el paso del tiempo.

Comprobación de un posible aporte de radón vinculado al radio o si la muestra decae según la ley de desintegración radiactiva.

$$A_{Rn}(t) = A_{Rn_0} \cdot exp^{(-\lambda_{Rn} \cdot t)}$$

3. METODOLOGÍA



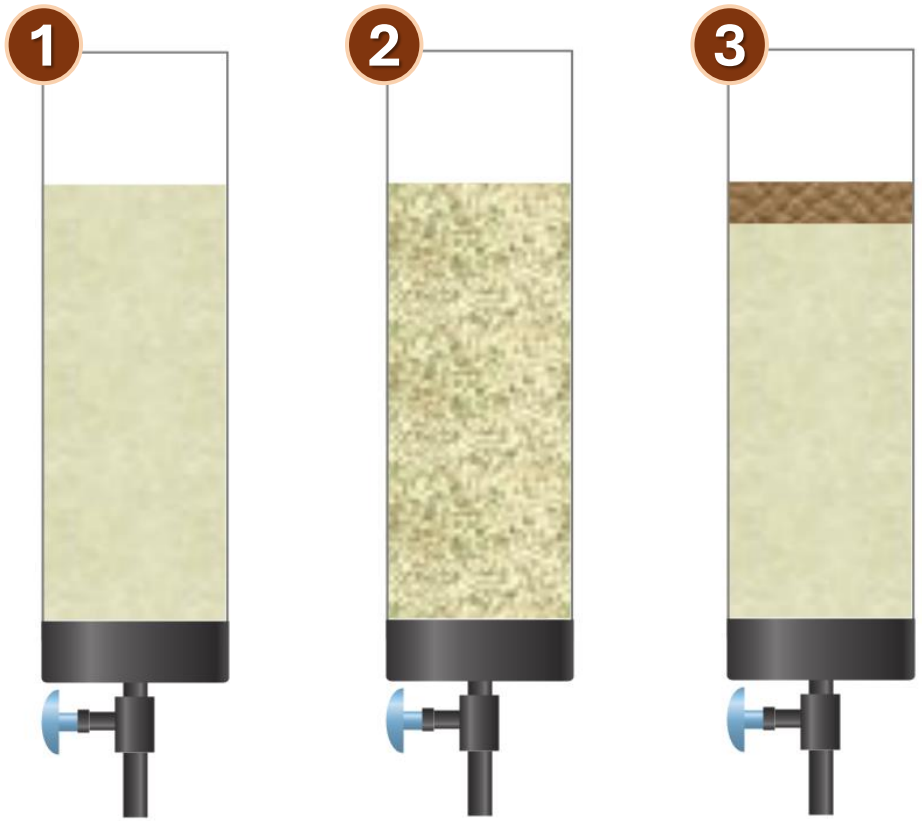
Configuraciones de las columnas

1) Suelo a estudiar sin fosfoyesos (Blanco)

2) Mezcla del mismo suelo con fosfoyesos

3) Capa de fosfoyesos depositada sobre el suelo

3. METODOLOGÍA



Configuraciones de las columnas

1) Suelo a estudiar sin fosfoyesos (Blanco)

2) Mezcla del mismo suelo con fosfoyesos

3) Capa de fosfoyesos depositada sobre el suelo

Misma cantidad de fosfoyesos
en ambas configuraciones
=
Misma actividad

3. METODOLOGÍA

<u>Configuraciones de las columnas</u>

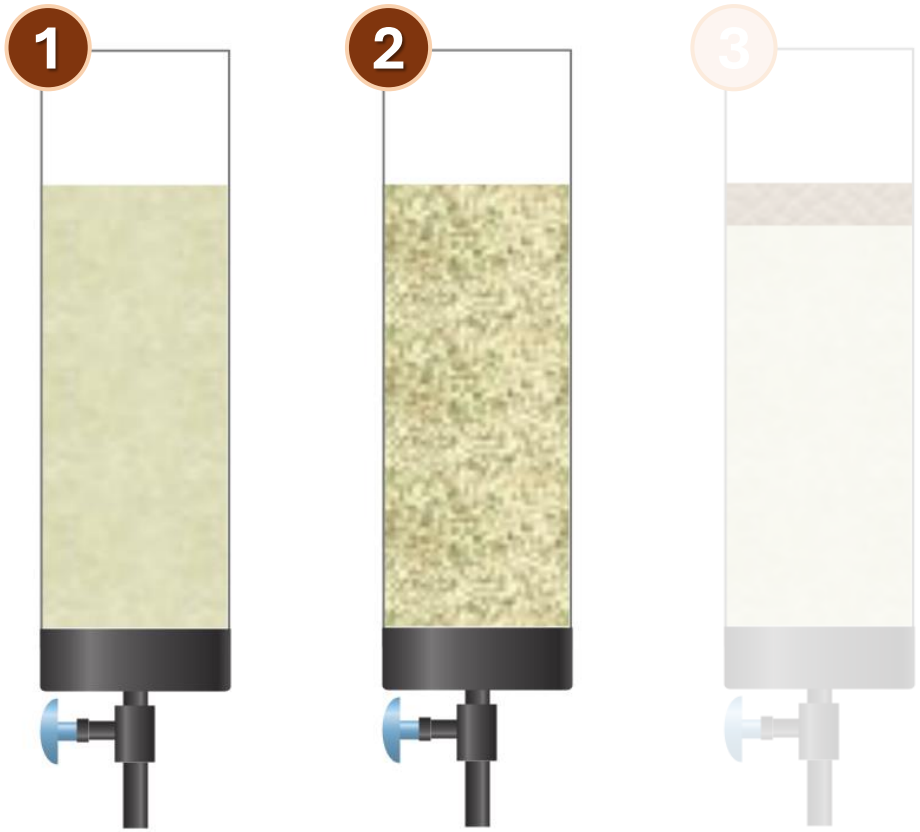
1) Suelo a estudiar sin fosfoyesos (Blanco)
2) Mezcla del mismo suelo con fosfoyesos
3) Capa de fosfoyesos depositada sobre el suelo

Misma cantidad de fosfoyesos en ambas configuraciones

3. METODOLOGÍA

Configuraciones de las columnas

3. METODOLOGÍA



Configuraciones de las columnas

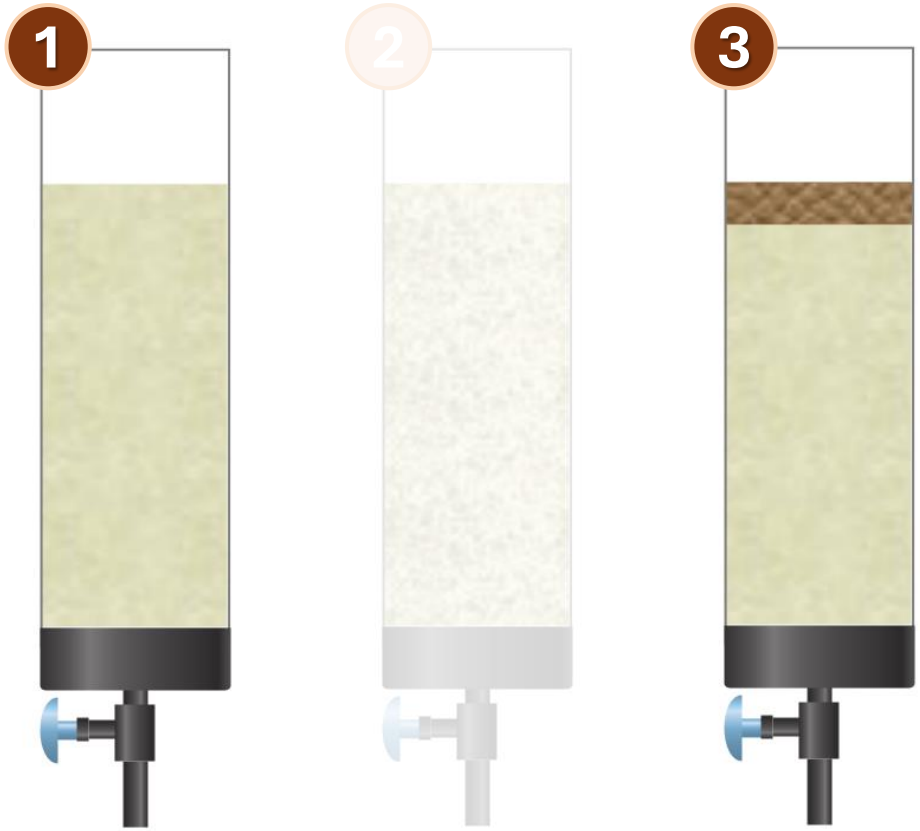
Comparación entre el blanco y la mezcla de suelo con fosfoyesos

↓

Reproduce escenarios de suelos con potencial emanación y lixiviación de radón en contacto con aguas de lluvia o subterráneas.

Ejemplo: zonas graníticas por su alto contenido en uranio

3. METODOLOGÍA



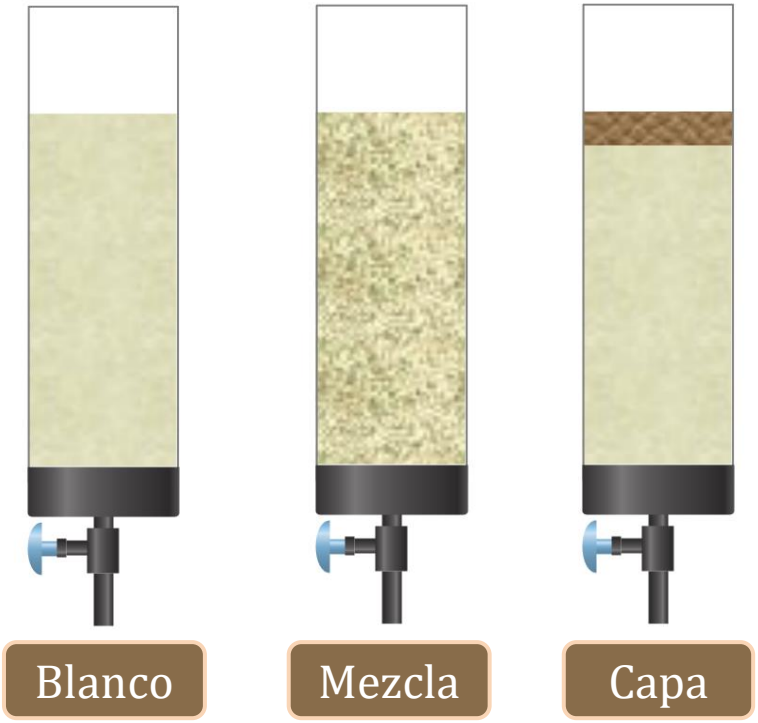
Configuraciones de las columnas

Comparación entre el blanco y la capa de fosfoyesos depositada

↓

Reproduce la disposición de las balsas de fosfoyesos a escala de laboratorio

4. RESULTADOS

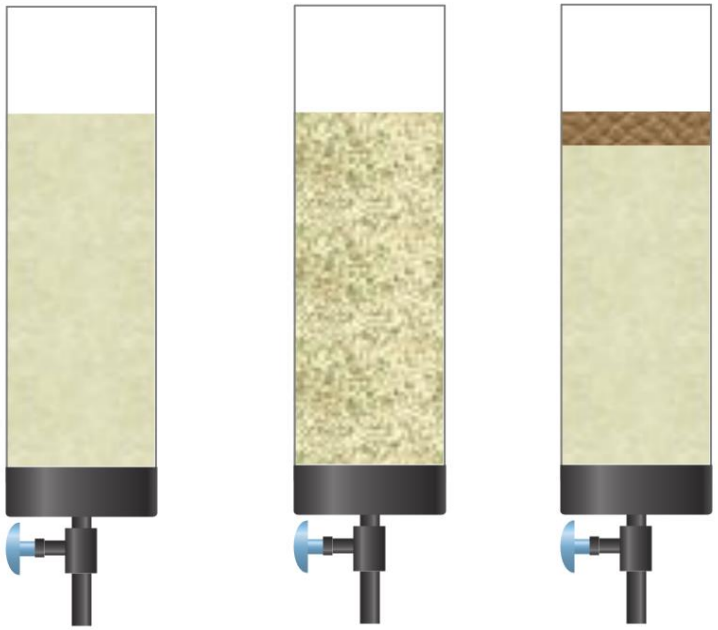


Tiempo desde la irrigación del agua

Concentración de radón en los lixiviados

	[Rn](Bq/L)		
t (h)	Blanco	Mezcla	Capa
0,08	0,51	18,48	3,09
25		146,55	5,14
49		127,87	10,27

4. RESULTADOS



Blanco | Mezcla | Capa

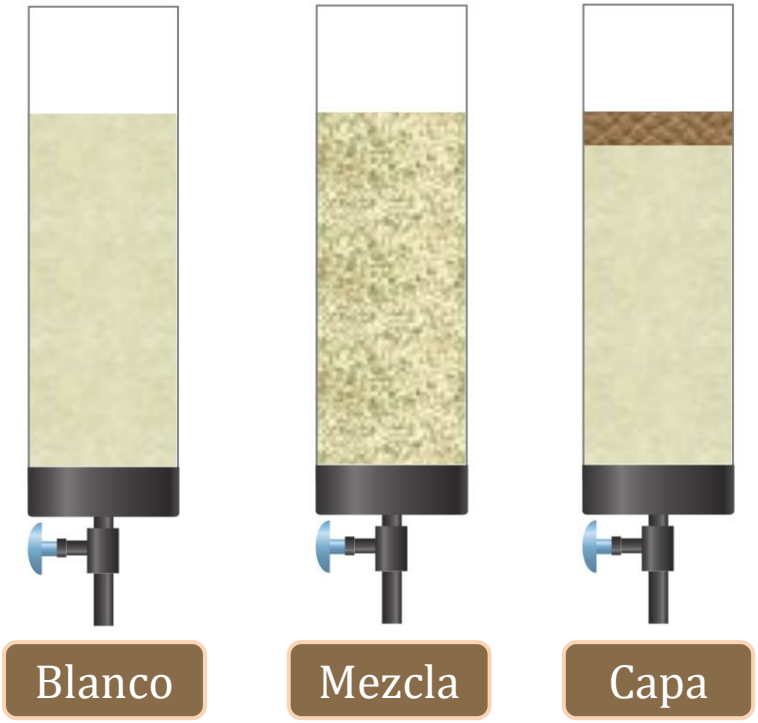
Tiempo desde la irrigación del agua

Concentración de radón en los lixiviados

	[Rn](Bq/L)		
t (h)	Blanco	Mezcla	Capa
0,08	0,51	18,48	3,09
25		146,55	5,14
49		127,87	10,27

$$[Rn]_{Blanco} \sim [Rn]_{agua\ grifo}$$

4. RESULTADOS



Concentración de radón en los lixiviados

Tiempo desde la irrigación del agua

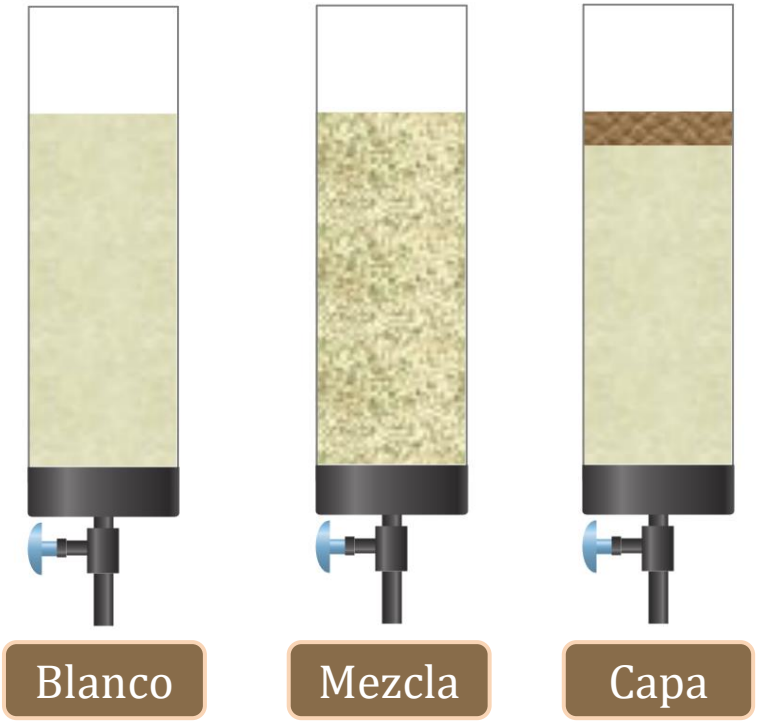
	[Rn](Bq/L)		
t (h)	Blanco	Mezcla	Capa
0,08	0,51	18,48	3,09
25		146,55	5,14
49		127,87	10,27

$$[Rn]_{Blanco} \sim [Rn]_{agua\ grifo}$$

$$[Rn]_{Mezcla} > [Rn]_{Capa}$$

(fosfoyesos con la misma cantidad/actividad)

4. RESULTADOS



Concentración de radón en los lixiviados

Tiempo desde la irrigación del agua

	[Rn](Bq/L)		
t (h)	Blanco	Mezcla	Capa
0,08	0,51	18,48	3,09
25		146,55	5,14
49		127,87	10,27

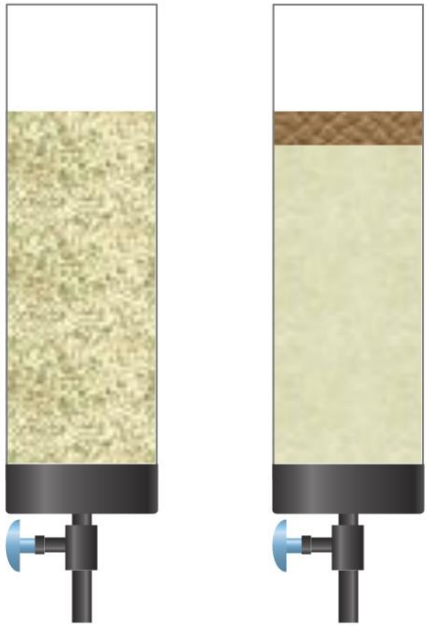
$$[Rn]_{Blanco} \sim [Rn]_{agua\ grifo}$$

$$[Rn]_{Mezcla} > [Rn]_{Capa}$$

(fosfoyesos con la misma cantidad/actividad)

$$[Rn] \uparrow \textit{con el área y tiempo de contacto con los fosfoyesos}$$

4. RESULTADOS



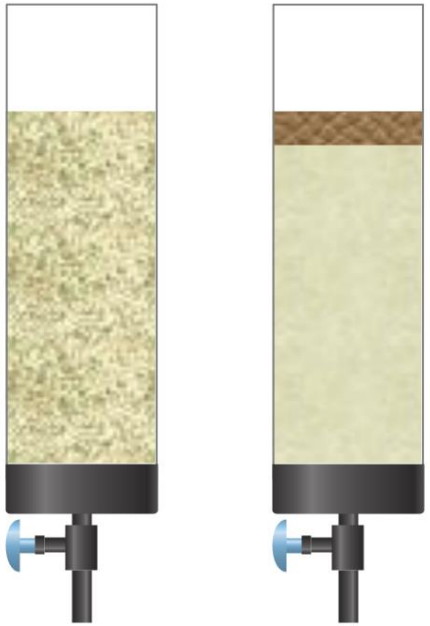
Mezcla Capa

	[Rn](Bq/L)	
	Mezcla	Capa
1ª Medida	130,93	11,29
Tiempo entre medidas 96 h		
2ª Medida	48,08	5,13
Actividad esperada	63,48	5,48

$$A_{Rn}(t) = A_{Rn_0} \cdot exp^{(-\lambda_{Rn} \cdot t)}$$

No se observa la presencia de radio en los lixiviados de los suelos con fosfoyesos.

4. RESULTADOS



Mezcla Capa

	[Rn](Bq/L)	
	Mezcla	Capa
1ª Medida	130,93	11,29
Tiempo entre medidas 96 h		
2ª Medida	48,08	5,13
Actividad esperada	63,48	5,48

$$A_{Rn}(t) = A_{Rn_0} \cdot exp^{(-\lambda_{Rn} \cdot t)}$$

No se observa la presencia de radio en los lixiviados de los suelos con fosfoyesos.

[Rn] 2ª medida < [Rn] Actividad esperada

Incertidumbre asociada al equipo 10% + fuga parcial de radón en viales de plástico tras largos periodos de almacenamiento

5. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y puesto en marcha un montaje experimental que permite estudiar a escala de laboratorio la lixiviación de radón tras la irrigación de suelos.

5. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y puesto en marcha un montaje experimental que permite estudiar a escala de laboratorio la lixiviación de radón tras la irrigación de suelos.

  Se consigue recrear escenarios reales que pueden representar, según la configuración, la lixiviación de suelos con alto contenido en radionucleidos y las balsas de fosfoyesos.

5. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y puesto en marcha un montaje experimental que permite estudiar a escala de laboratorio la lixiviación de radón tras la irrigación de suelos.

- Los resultados sugieren que a mayor área y tiempo de contacto con el material que actúa como fuente de radón, mayor concentración de radón en los lixiviados.

5. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y puesto en marcha un montaje experimental que permite estudiar a escala de laboratorio la lixiviación de radón tras la irrigación de suelos.
- Los resultados sugieren que a mayor área y tiempo de contacto con el material que actúa como fuente de radón, mayor concentración de radón en los lixiviados.
- El radón tras originarse en los fosfoyesos emana hacia los poros del terreno, lixivia a las aguas y se transporta con ellas.

5. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y puesto en marcha un montaje experimental que permite estudiar a escala de laboratorio la lixiviación de radón tras la irrigación de suelos.

- Los resultados sugieren que a mayor área y tiempo de contacto con el material que actúa como fuente de radón, mayor concentración de radón en los lixiviados.

- El radón tras originarse en los fosfoyesos emana hacia los poros del terreno, lixivia a las aguas y se transporta con ellas.

- No se registra radio en los lixiviados de fosfoyesos irrigados con agua del grifo
  No se prevé un aporte de radón en las aguas.

5. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y puesto en marcha un montaje experimental que permite estudiar a escala de laboratorio la lixiviación de radón tras la irrigación de suelos.

- Los resultados sugieren que a mayor área y tiempo de contacto con el material que actúa como fuente de radón, mayor concentración de radón en los lixiviados.

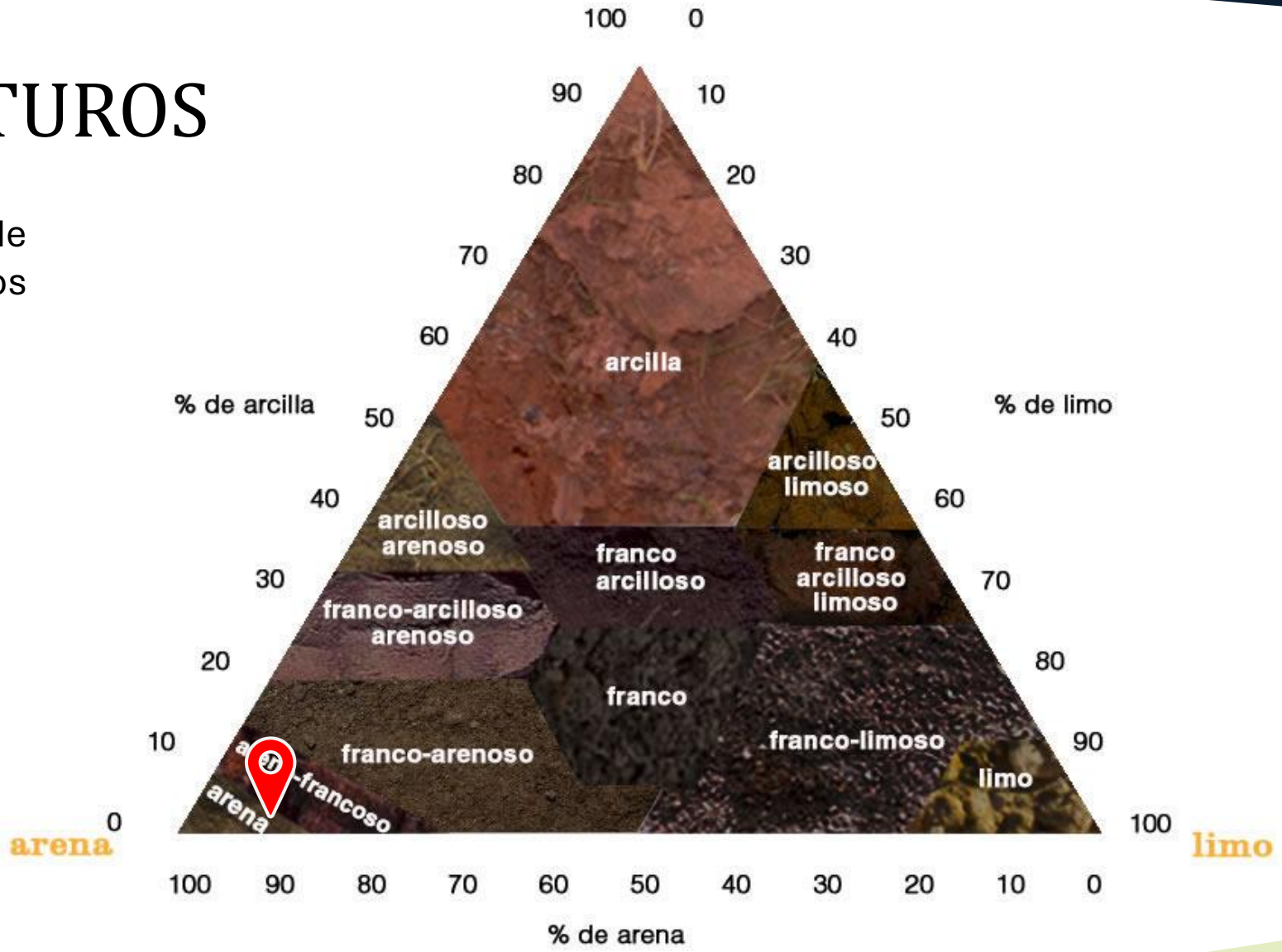
- El radón tras originarse en los fosfoyesos emana hacia los poros del terreno, lixivia a las aguas y se transporta con ellas.

- No se registra radio en los lixiviados de fosfoyesos irrigados con agua del grifo
  No se prevé un aporte de radón en las aguas.

Posibilidad de que la actividad de las aguas decaiga durante su transporte antes de ser una fuente de exposición para la población.

6. TRABAJOS FUTUROS

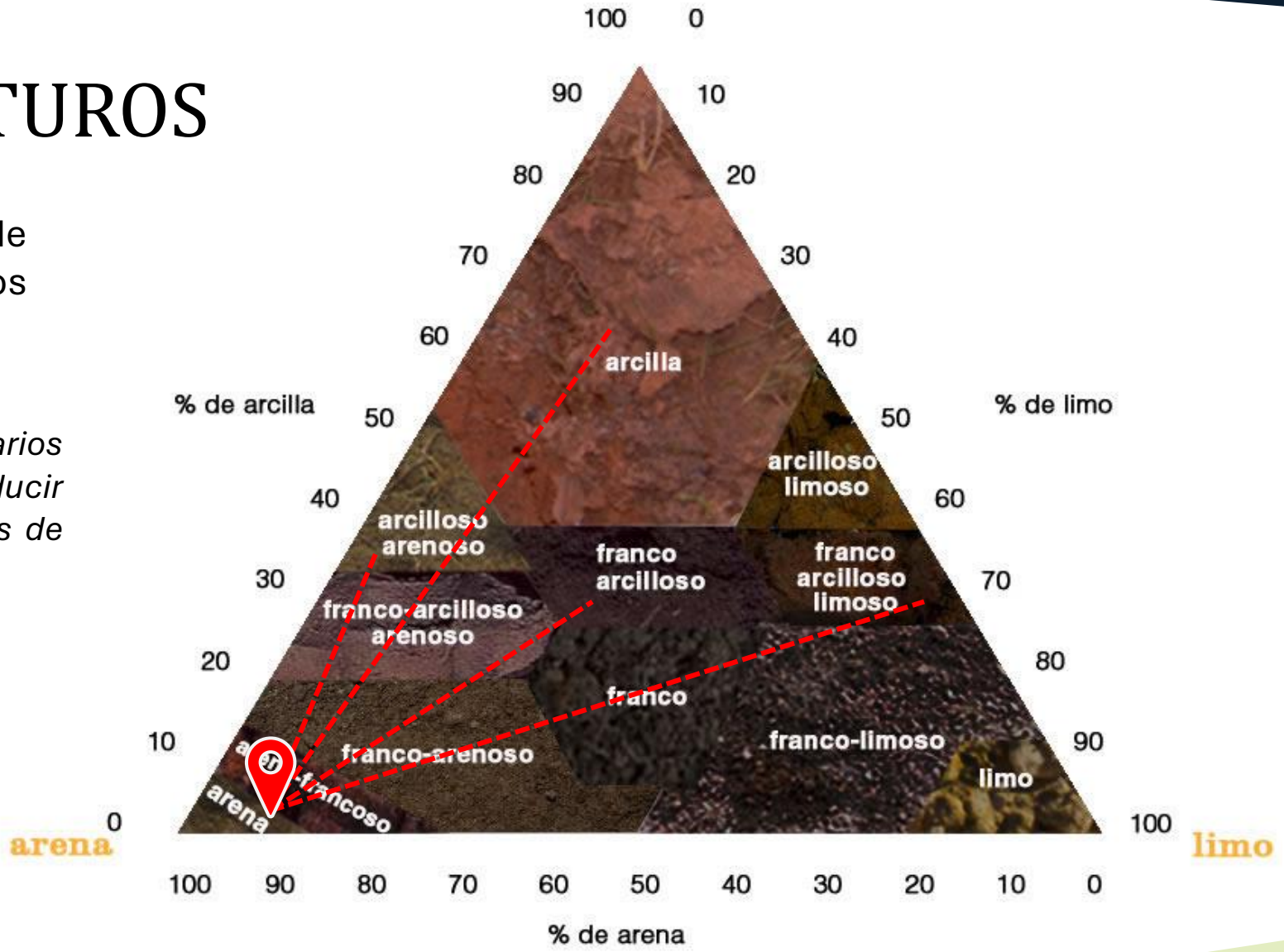
- Repetición de los ensayos de lixiviación para distintos tipos de suelo según su textura.



6. TRABAJOS FUTUROS

- Repetición de los ensayos de lixiviación para distintos tipos de suelo según su textura.

Posibilidad de reproducir escenarios naturales en donde se pueda producir lixiviación de radón (cuevas, aguas de manantial en zona volcánica, etc.)

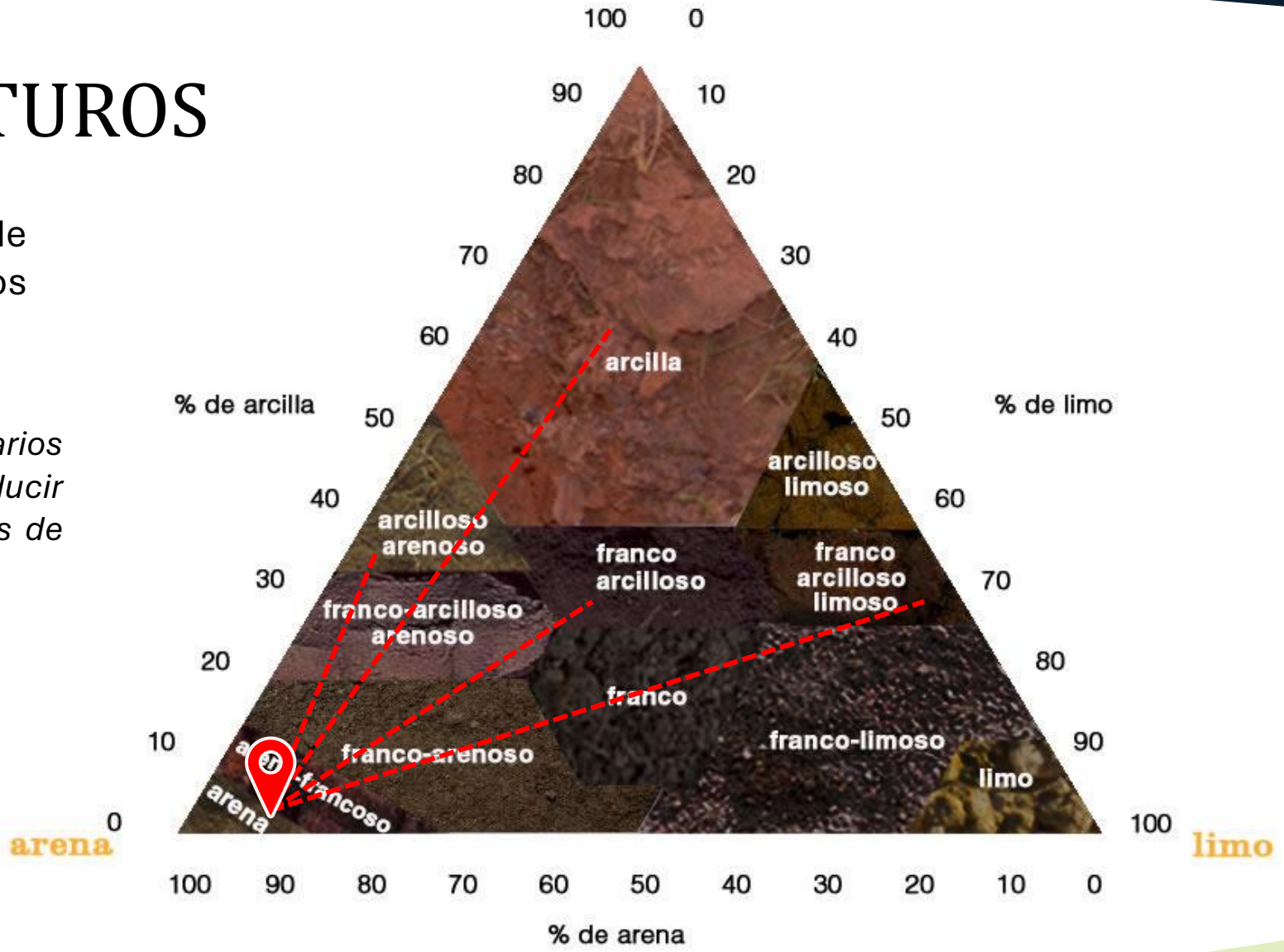


6. TRABAJOS FUTUROS

- Repetición de los ensayos de lixiviación para distintos tipos de suelo según su textura.

Posibilidad de reproducir escenarios naturales en donde se pueda producir lixiviación de radón (cuevas, aguas de manantial en zona volcánica, etc.)

- Variación de la composición del agua irrigada.



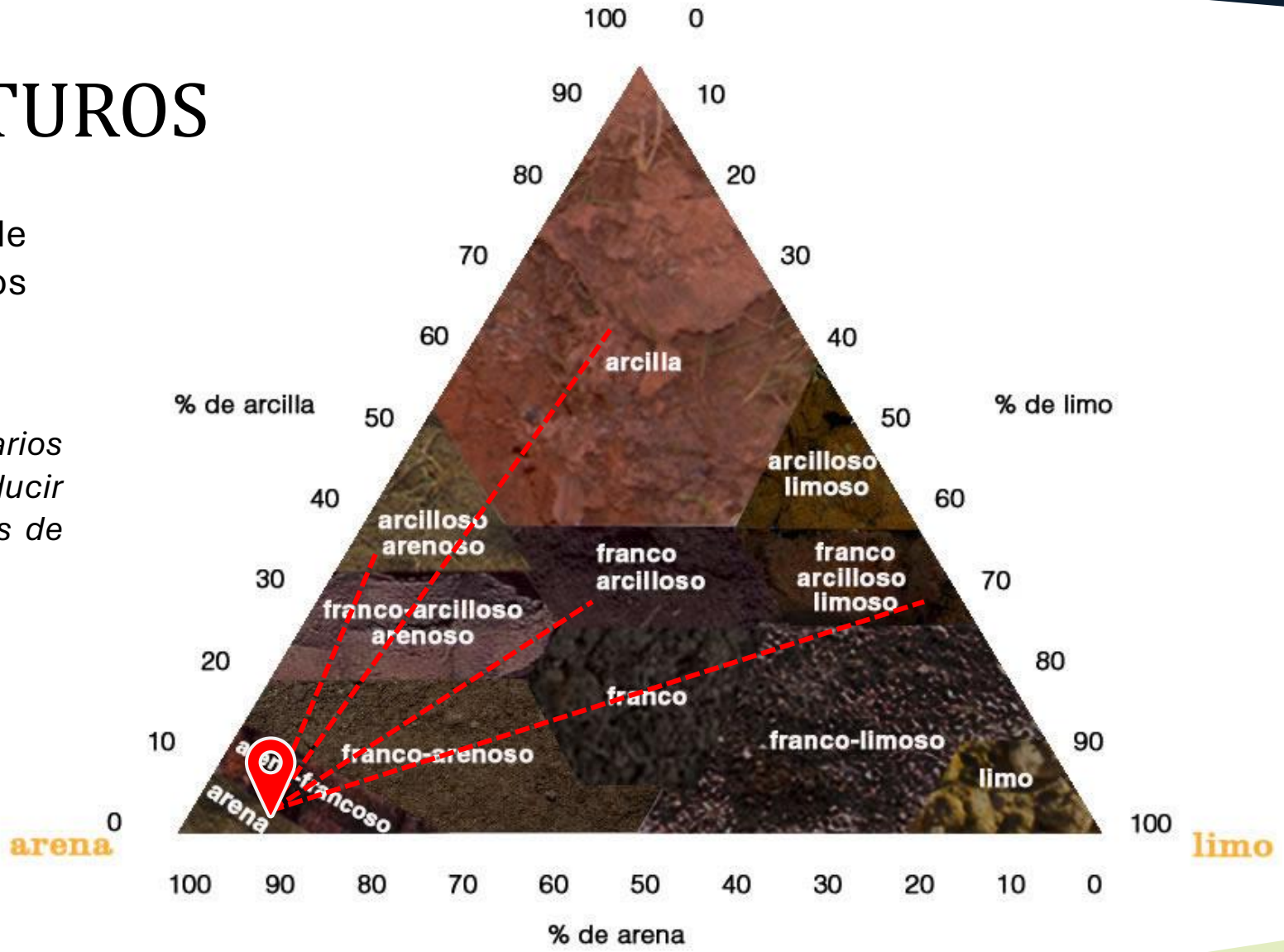
6. TRABAJOS FUTUROS

- Repetición de los ensayos de lixiviación para distintos tipos de suelo según su textura.

Posibilidad de reproducir escenarios naturales en donde se pueda producir lixiviación de radón (cuevas, aguas de manantial en zona volcánica, etc.)

- Variación de la composición del agua irrigada.

- Muestreo a distinta altura en las columnas.



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos:

- Estudio de la transferencia de radón a través de distintos medios (suelo, agua y aire). Aplicación para la protección de la población y de profesionales expuestos (PAID-11-23)-UPV

- Desarrollo de metodologías de prevención y de modelos de dosimetría interna para las radiaciones ionizantes relacionadas con materiales NORM (MEMO RADIÓN) (IDIFEDER/2018/038)-Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
Afiliada a la I.R.P.A.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Laboratorio Subterráneo Canfranc

isirym Instituto Universitario de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental

TRANSFERENCIA DE RADÓN EN LOS LIXIVIADOS DE SUELOS CONTAMINADOS CON FOSFOYESOS

Cristina Trull-Hernandis, Marta Ramos-Rey, Héctor Moreno-Ramón, Antonio Lidón, Belén Juste y María Sancho