

Radiaciones Ionizantes



Ing. Luis Bermúdez Jiménez
Programa Control de Radiaciones
Ministerio de Salud
San Jose, Costa Rica

¿Qué es radiación?

Es la propagación de energía a través del espacio.

**Puede ser en forma de radiación
electromagnética**



O en forma de un flujo de partículas

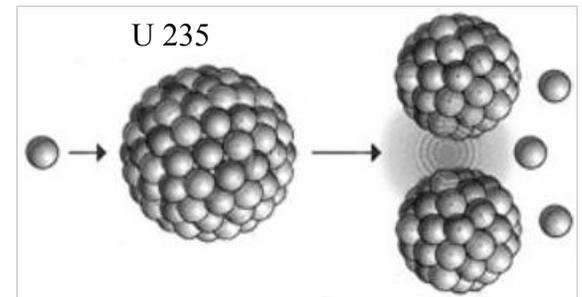


Radiación Natural : Proviene de la Naturaleza y se encuentra presente en el agua- animales – plantas- suelos – cosmos - Hombre .

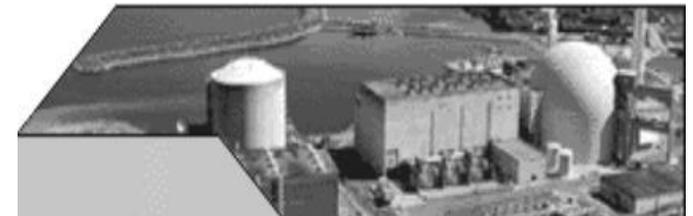
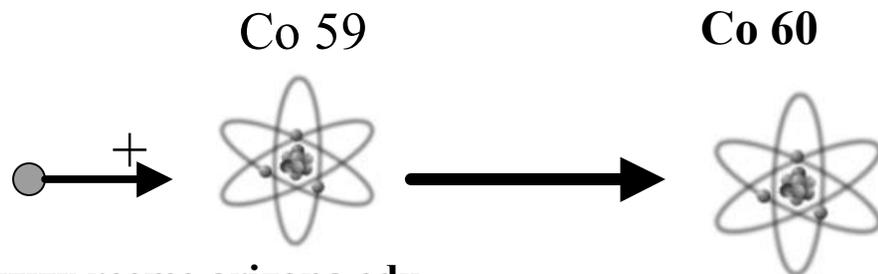


Radiación Artificial: Creada por el ^{U235} Hombre

Fisión :



Activación

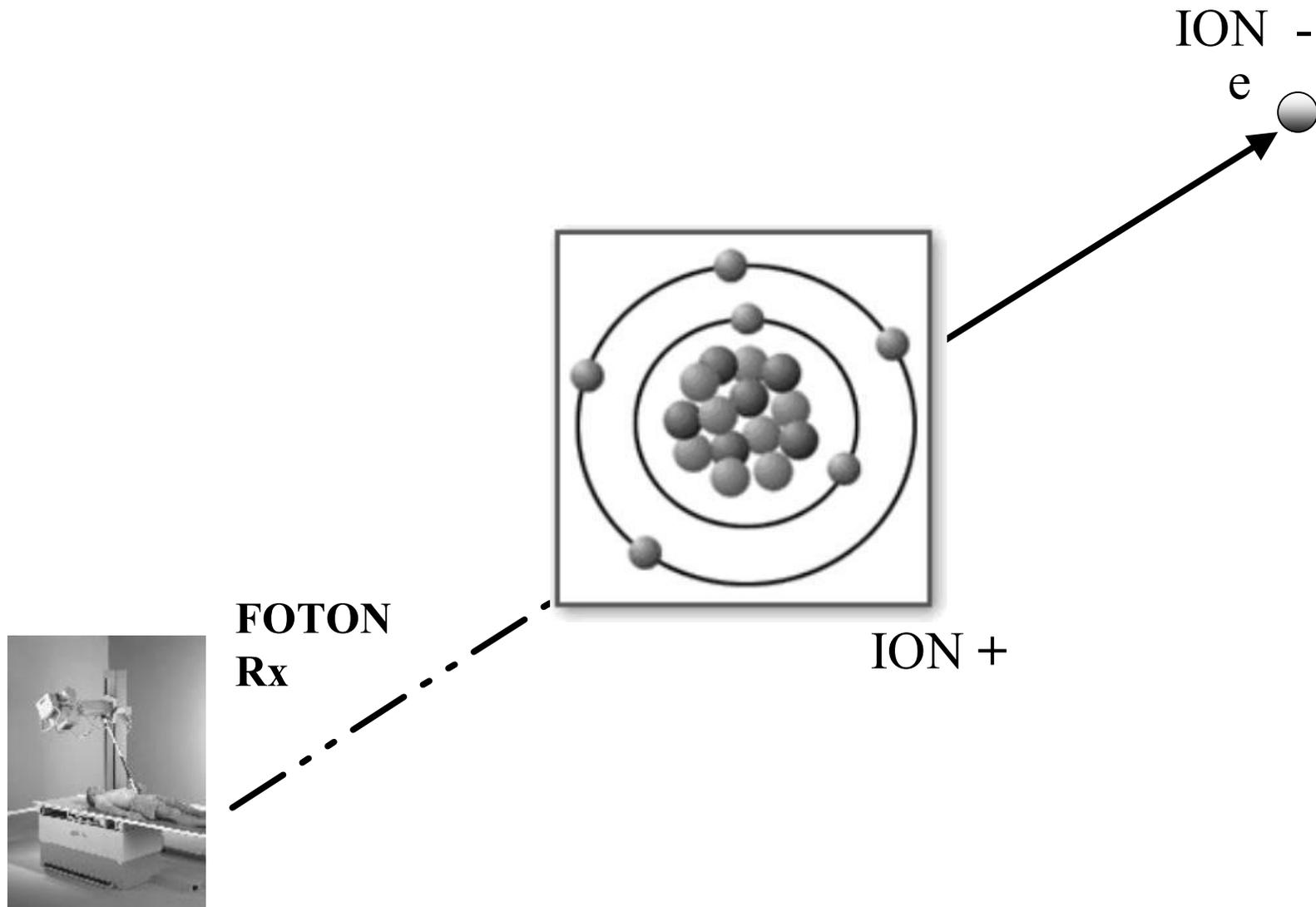


Radiaciones Ionizantes

Son radiaciones electromagnéticas o flujos de partículas que tienen la energía suficiente como para romper las uniones moleculares, formando iones.

Están constituidas por los rayos X, rayos gamma, las partículas alfa, beta y los neutrones

Fenómeno de Ionización



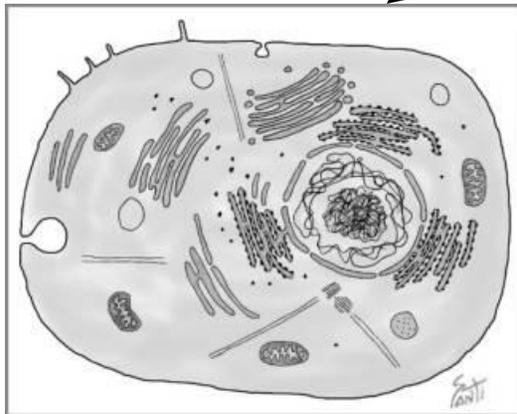
EFFECTOS BIOLÓGICOS

- 1. Las radiaciones pueden interactuar en cualquier parte de la célula.**
- 2. Los efectos producidos por las radiaciones no se distinguen de otros producidos por otros agentes externos (químicos etc).**
- 3. Los efectos no se manifiestan inmediatamente pueden pasar días, meses o años.**
- 4. Existe una relación directa del efecto biológico con respecto a las dosis recibidas.**

Efectos Biológicos Directos

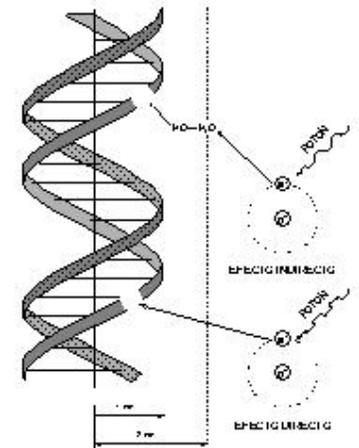


Daño en las hélices del ADN

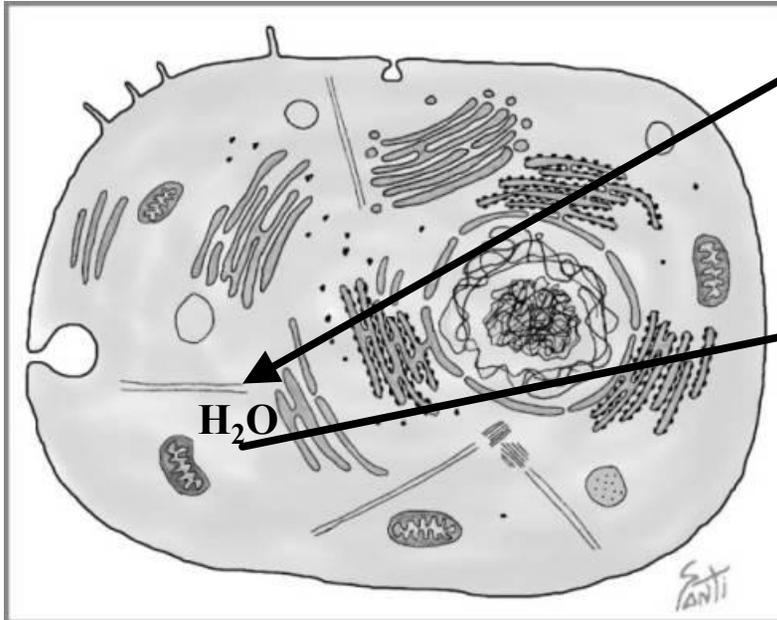


A nivel celular, las células pueden:

- **Inhibición de la reproducción celular**
- **Reparación de la lesión acertada o fallida.**
- **Muerte celular**



Efectos Biológicos Indirectos



H₂O

H + OH

OH+OH = Peróxido de Hidrógeno

80% de agua



Radiosensibilidad

Relación directa con la cantidad de ADN en la célula

- **La célula menos radiosensible es la que se reproduce menos (sistema nervioso).**
- **La célula más radiosensible es la que se reproduce más (células reproductoras, tejido neoplásico maligno, sangre).**

¿Qué se tiene en el país?

43 Industrias registradas y con PSF.

3 Unidades de Cobalto 60 C.C.S.S.

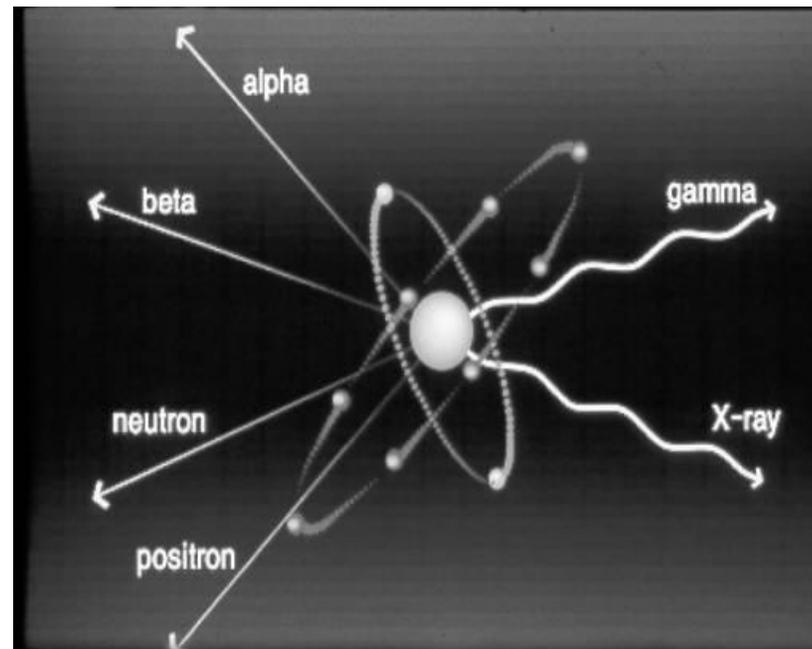
2 Aceleradores lineales privados

1 Braquiterapia de alta tasa de dosis privada y 1 estatal

370 Equipos de rayos X diagnóstico C.C.S.S. y privados

600 Equipos de rayos X odontológico

3000 Personas ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes



ACCIDENTES RADIOLOGICOS

PRACTICA MEDICA

- ❖ Brasil fuente en deshuso
- ❖ Costa Rica Mala calibracion



PRACTICA INDUSTRIAL

- ❖ Iyanango PERU



¿Qué puede pasar?

“Posibles riesgos radiológicos”

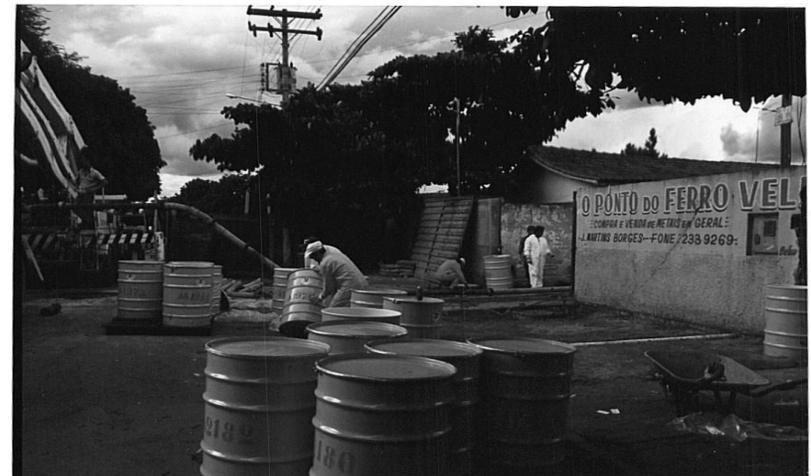


- Irradiación externa
(lesiones graves,
discapacidades, MUERTES)



- Contaminación Interna.
(inhalación o ingestión.)

- Contaminación del
ambiente



ACCIDENTES RADIOLOGICOS

Ciudad: Goiânia (es la Capital del Estado de Goiás).

Población: 1 millón de habitantes

Area del accidente: Sección pobre de la ciudad

Lugar: Instituto Goiano de radioprotección (IGR). Unidad de teleterapia abandonada

Fecha del accidente: 13/Sept./87



**GOIÂNIA,
Brasil**

¿Qué ocurrió?

- **A finales de 1985 un instituto de radioterapia privado cambio de domicilio, dejando abandonado un equipo de teleterapia de Cs-137 sin notificar a la Autoridad Reguladora**
- **El instituto donde se abandonó el equipo fue demolido parcialmente**
- **El 13 de Septiembre de 1987, dos personas que estaban informadas sobre el abandono del equipo, removieron la fuente del cabezal del equipo de radioterapia**
- **Ellos trasladaron el cilindro que contenía la fuente a su hogar e intentaron desmantelarlo**
- **En el intento, provocaron la ruptura de la cápsula**

¿Cómo fue descubierto el accidente?

- Después que la cápsula fue rota, el resto de los componentes del cilindro fueron vendidos a un comprador de chatarra**
- Fragmentos de la fuente del tamaño de un grano de arroz fueron distribuidos entre varias familias**
- Transcurridos cinco días un cierto número de personas demostraron signos y síntomas gastrointestinales a consecuencia de la radiación**
- Una de las personas irradiadas asoció la aparición de los síntomas con el cilindro; informando de esta situación a las autoridades sanitarias de la zona**
- Esta acción inicio una cadena de eventos que permitieron descubrir el accidente**

Hechos Básicos

• Individuos monitoreados	=	112.800
• Personas contaminadas	=	271
– ropas y zapatos	=	120
– interna y externa	=	151
• Lesiones localizadas	=	28
• Hospitalización	=	20
• Daños en médula ósea	=	4
• Síndrome Agudo de Radiación	=	8
• Casos fatales	=	4

Accidente de Goiânia



- Trabajos de descontaminación (calle 57)

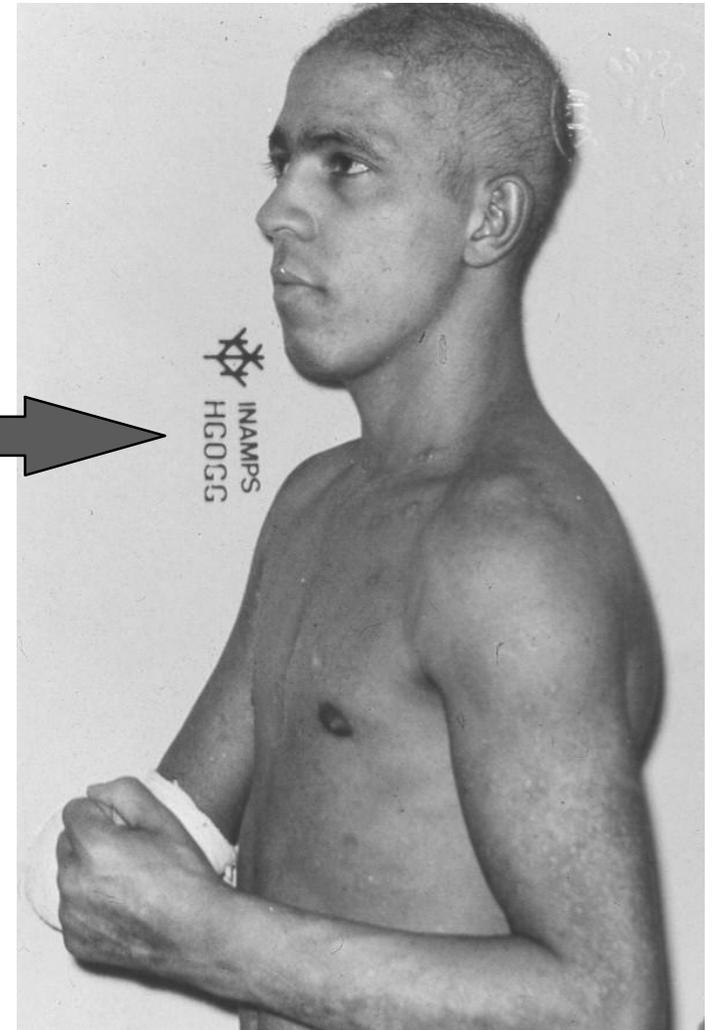
Accidente de Goiânia



CABEZAL

- Cabezal de la fuente Cs-137 recuperado

Accidente de Goiânia



- Personas afectadas durante el accidente

ACCIDENTES RADIOLOGICOS

SAN JOSÉ, Costa Rica

22/Agosto/1996

Síntesis del accidente

■ ¿Donde ocurrió?

- **En el hospital de San Juan de Dios en San José, Costa Rica, al remplazarse la fuente de Co^{60} del equipo el 22 de Agosto de 1996**

■ ¿Qué sucedió?

- **Al calibrarse el equipo con la nueva fuente, se comete un error en el cálculo de la tasa de dosis**

■ ¿Qué sucedió?

- Lo anterior provocó que se le suministrara a los pacientes una dosis mayor a la prescrita (50 al 60%)
- El 27 de Septiembre de 1996 se detienen las tratamientos (34 días después). Hasta ese entonces se habían tratado 115 pacientes
- Ante la gravedad de las lesiones se solicita ayuda oficial al OIEA y OPS

Consecuencias

“Datos actualizados hasta Julio/1999”

- 1 - con efectos graves y posibles daños en el futuro debido a la sobreexposición
- **32** - con efectos no graves, bajo riesgo o sin efectos
- **2** - detuvieron el tratamiento (subdosis)
- **13** - no examinados
- 16 - muertos por la sobreexposición de acuerdo al estudio forense
- 4 - muertos con posible relación por sobreexposición
- **35** - muertos, no relacionados a la sobreexposición
- **9** - no se tienen suficientes datos para diagnosticar

Consecuencias en pacientes



- **Úlcera severa incurable**
(necrosis grado 3)
(dosis de 15 Gy/fracción)

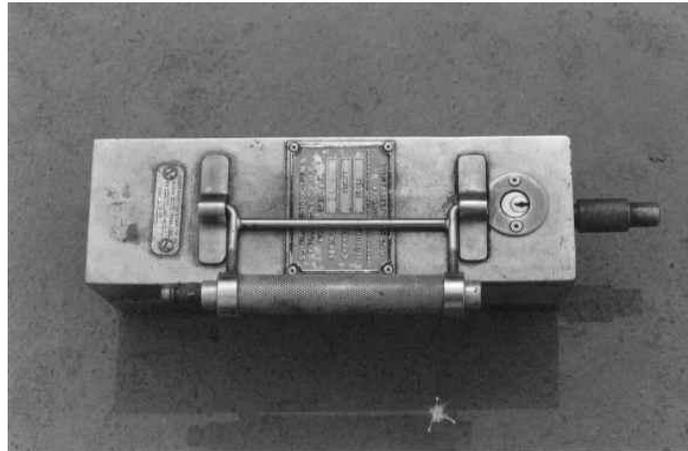


- **Pacientes con depilación permanente** como resultado de una sobreexposición y con altos riesgos de necrosis cerebral y daños en la médula espinal



- **Pigmentación profunda, sobreexposición del intestino, provocando diarrea con sangre persistente, obstrucción intestinal y anemia.**

ACCIDENTES RADIOLOGICOS



YANANGO, Perú

20/Febrero/1999

Antecedentes

- Experiencia de la compañía: **19 años (gammagrafía)**
- **1882: un caso de robo de una fuente de gammagrafía**
- Fuente radiactiva involucrada: **entró al país sin previa notificación a la Autoridad reguladora**

Síntesis del accidente

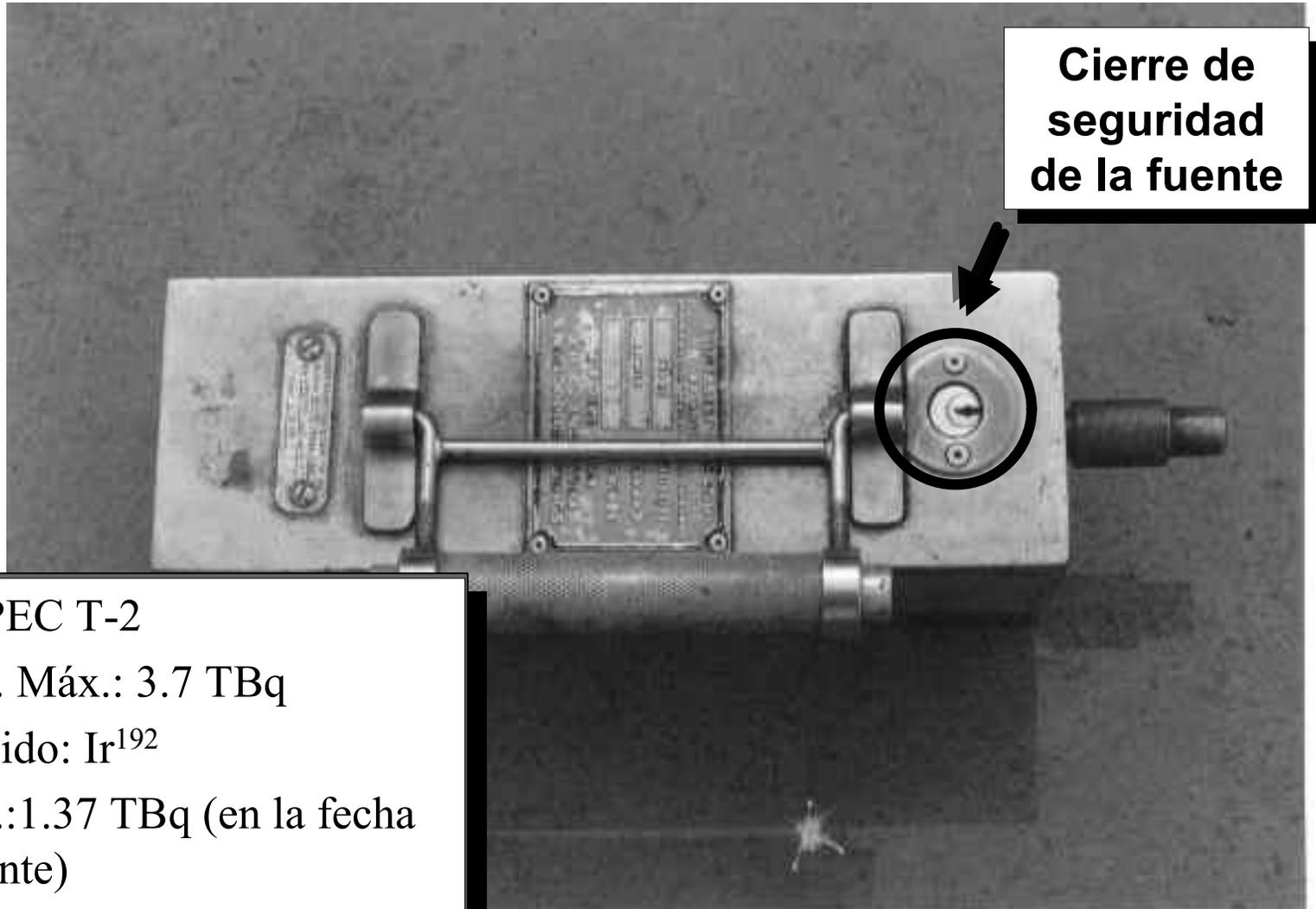
- ¿Donde ocurrió?

- **Emplazamiento en construcción de una central hidroeléctrica en Yanango**
- **Distancia de Lima: 300 km., al este**
- **Distrito: San Roman, Dpto de Junín**

- ¿Qué sucedió?

- ◆ Una persona no autorizada afloja los tornillos del cierre de seguridad para liberar la fuente radiactiva (2-3 minutos demora esta operación)
- ◆ No se requiere de la llave para liberar la fuente, solo con un destornillador

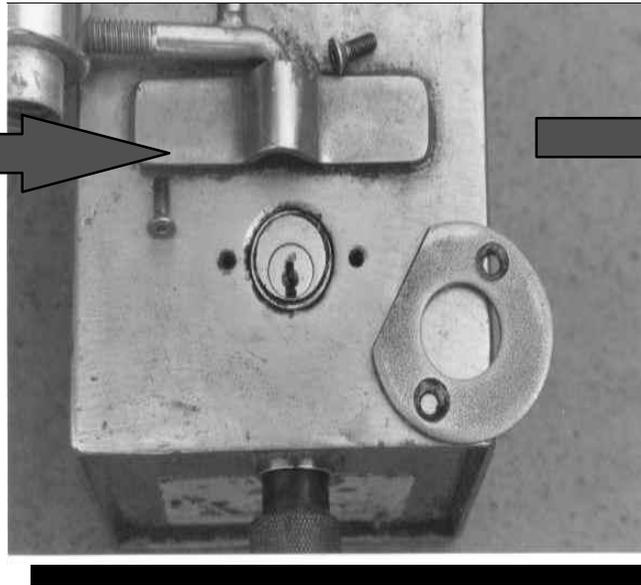
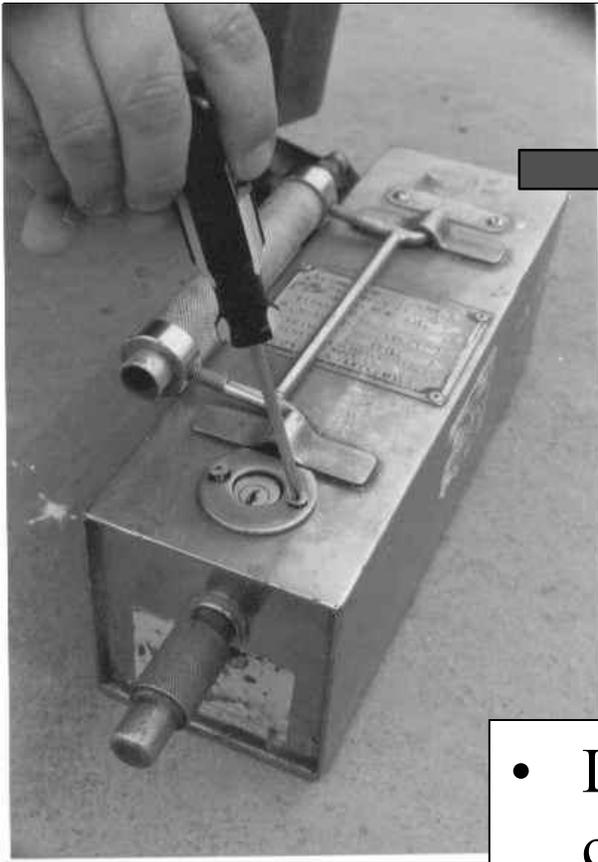
Características del equipo



Cierre de seguridad de la fuente

- Marca: SPEC T-2
- Actividad. Máx.: 3.7 TBq
- Radionúclido: Ir¹⁹²
- Actividad.:1.37 TBq (en la fecha del accidente)

Síntesis del accidente



- Liberación de los tornillos del cierre de seguridad
- La fuente puede quedar libre

Síntesis del accidente (cont.)

- 4:00 pm: Un trabajador (**soldador**) en el emplazamiento, por desconocimiento, recoge una fuente de gammagrafía ^{192}Ir abandonada dentro de una tubería
- La guarda en su bolsillo trasero de su pantalón

Síntesis del accidente (cont.)

- Viaja en Omnibus a su casa
- Durante el viaje (30 minutos) estuvo acompañado por 15 personas (a una distancia entre 0.5 - 2 m).
- El enrojecimiento de la piel lo asocia a una picada de insecto
- Se aplica compresas calientes
- La esposa estuvo sentada sobre el pantalón con la fuente (5 - 10 minutos) mientras lactaba a su bebé (18 meses de edad)

Consecuencias

- Sobreirradiación: 1 persona
- Exposición: 18 personas



- Efectos en la pierna (13:00 h, 21/02/99)



- Lesión 16 días después del accidente (8/marzo/99)



- Efectos en la pierna (70 días después del accidente; 3/mayo/99)

Consecuencias



- Amputación de la pierna
(18/octubre/99)



- Infección severa
(14/diciembre/99)

VISION AMPLIA DEL MANEJO DE LAS EMERGENCIAS

- Accidentes de Transporte (carreteras, trenes, mar, aire).
- Accidentes Ocupacionales.
- Fuego, Diluvio , Huracanes, Tornados.
- Caídas de Rocas, Deslizamientos de Barro, Avalanchas.
- Actividades Terroristas , Explosión de Bombas.
- Explosiones de Gas, Accidentes en Minas.
- Productos Tóxicos y Descargas Químicas.
- Erupciones Volcánicas y Terremotos.
- Accidentes Nucleares y Emergencias Radiológicas.

Accidentes Nuclear y Radiológicos

- ACCIDENTE NUCLEAR

Dispositivo de una reacción en cadena

- Ejemplos: Planta Nuclear, Reactor de Investigación y Submarino Atómico.

- ACCIDENTE RADIOLOGICO

Toda fuente de radiación ionizante capaz de producir daño a la salud.

- Ejemplo: Fuentes médicas para radioterapia, transporte de material radiactivo, facilidades para irradiación, uso de material radiactivo en investigación, fuentes selladas utilizadas en industria y medicina (robo, pérdida o extravió, fuente expuesta o pérdida de blindaje), reingreso de satélite y dispersión de plutonio.

Respuesta Radiológica y Respuesta No-Radiológica

- La mayoría de los elementos de respuesta son los mismos.
- Muchas de las Organizaciones son las mismas.
- Los problemas radiológicos pueden ser parte del problema global.
- Las operaciones de la respuesta deberán estar entrelazadas de forma efectiva.
- Integración de los respondedores.

OBJETIVOS PRACTICOS DE LA RESPUESTA DE EMERGENCIA

- Mitigar las consecuencias radiológicas en un accidente.
- Prevenir efectos determinísticos.
- Proveer primeros auxilios y tratamiento de lesionados.
- Reducir efectos estocásticos.
- Reducir los efectos psicológicos.
- Proteger el ambiente y propiedades.

Considerando restricciones políticas y económicas.

Institucionalizar un sistema de clasificación de emergencias

Clase	Descripción	Acciones dentro del Emplazamiento	Acciones fuera del Emplazamiento
Alerta	Degradación de la seguridad Condiciones desconocidas.	Activación parcial de la respuesta Apoyo a sala de control.	Incrementar el alerta
Emergencia en el sitio	Falla importante en la seguridad. Una combinación de incidentes con daños en el núcleo. Altas dosis en el emplazamiento (on-site)	Activación completa de la respuesta en el emplazamiento. Monitoreo riguroso de ambiente y personas. Evacuación y refugio del personal no esencial	Activación completa de la respuesta.
Emergencia general	Condición de riesgo mayor: Descarga al ambiente. Serios daños en el núcleo, altas dosis fuera del emplazamiento (off-site)	Activación completa de la respuesta de emergencia dentro y fuera del emplazamiento. Ejecutar acciones protectoras fuera del emplazamiento.	Implementar acciones protectoras con carácter urgente fuera del emplazamiento. Notificar al O.I.E.A. y países fronterizos.

RESUMEN

- Todas las actividades ejecutadas en la preparación para la atención de accidentes radiológicos deberán estar centradas en lograr una efectiva RESPUESTA en escena.
- El PLANEAMIENTO es la función primaria de la preparación de una RESPUESTA efectiva.
- ENTRENAMIENTO y SIMULACROS mejora la capacidad de RESPUESTA.

**Diay maje?
Estuviste jugando
cerca de un desecho
radiactivo**

