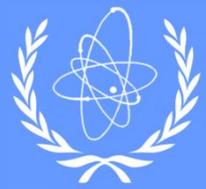




# **Presentación E. RADIOTERAPIA. METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE DOSIS EN CONDICIONES DE ACCIDENTE.**

*Organismo Internacional de Energía Atómica*



# OBJETIVOS.

- Ejemplo de estimación de dosis en condiciones de accidente en la práctica de Teleterapia.
- Ejemplo de estimación de dosis en condiciones de accidente en la práctica de Braquiterapia.



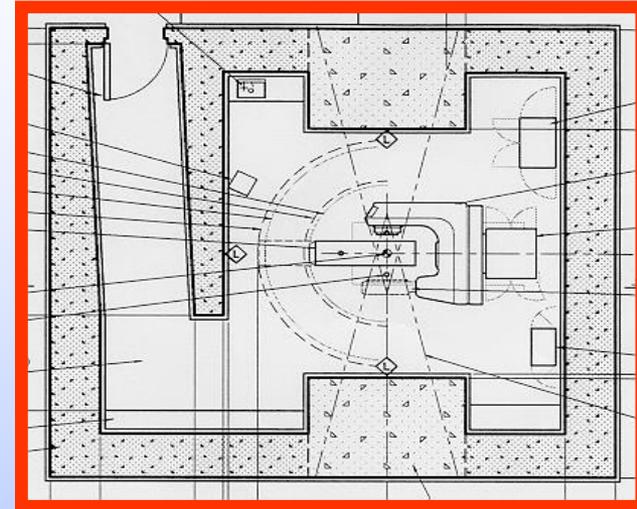


# INTRODUCCIÓN

Para la estimación de dosis en condiciones de accidente se debe comenzar por identificar y seleccionar los principales escenarios de accidentes que pudieran potencialmente ocurrir. Para ello debemos considerar la probabilidad y consecuencias asociadas a cada uno de los escenarios identificados. Es recomendable analizar escenarios de accidentes que ya han ocurrido.

Se requiere hacer la estimación de dosis para las personas que pudieran estar afectadas:

1. Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos.
2. Miembros del Público.

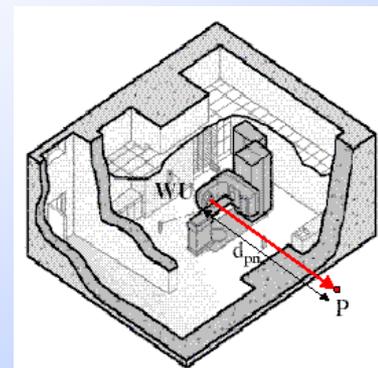




# ESCENARIOS DE ACCIDENTE. PRACTICA DE TELETERAPIA

## Escenarios de accidentes mas importantes en la práctica de Teleterapia.

1. Atascamiento inadvertido de la Fuente durante el tratamiento de un paciente (Telecobaltoterapia). *Con consecuencias para el paciente y el trabajador.*
2. Pérdida de la Fuente durante el almacenamiento o transportación (Telecobaltoterapia). *Con consecuencias para el público.*
3. Error de calibración del equipo de Teleterapia. *Con consecuencias para múltiples pacientes.*
4. Error al elaborar el plan de tratamiento de un paciente en Teleterapia. *Con consecuencias para un paciente.*
5. Entrada inadvertida de una persona (trabajador o público) al Bunker durante la ejecución del tratamiento. *Con consecuencias para el trabajador o el miembro del público.*
6. Permanencia inadvertida de una persona (trabajador o público) dentro del Bunker durante la ejecución del tratamiento: *Con consecuencia para el trabajador o el miembro del público.*

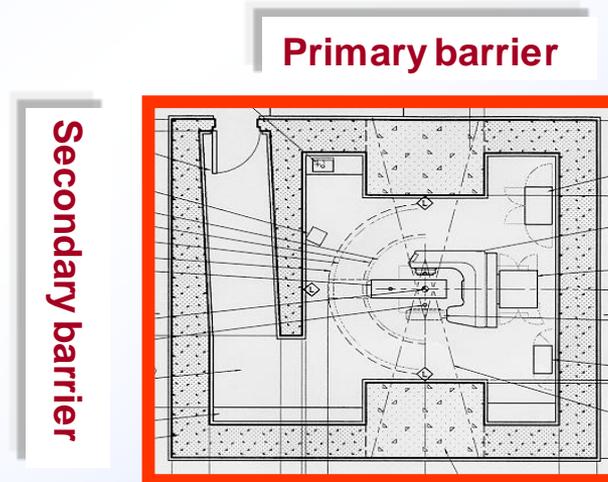




# ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN

Existen tres diferentes vías de exposición de los trabajadores y el público que son:

1. La persona se expone al haz de Radiación Primaria.
2. La persona solo se expone a la Radiación Secundaria (Radiación de fuga del cabezal del equipo y Radiación dispersa en el paciente).
3. La persona toma la Fuente radiactiva en sus manos (En casos en que la Fuente pasa al dominio público).

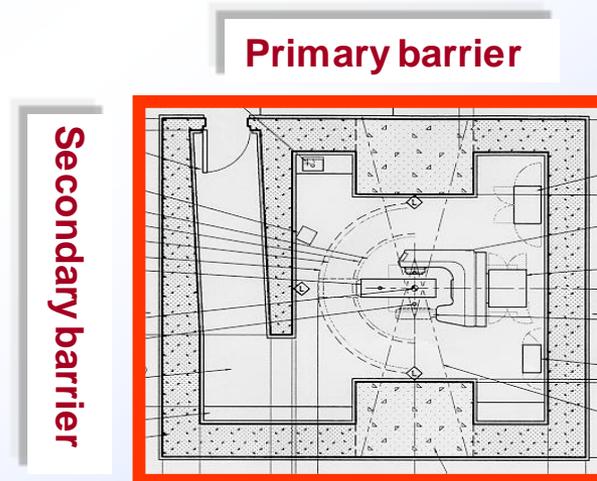




# EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN TELETERAPIA.

**EJEMPLO 1:** Permanencia inadvertida de una persona (trabajador o público) dentro del Bunker durante la ejecución del tratamiento.

1. La persona se expone al haz de Radiación primaria.
2. La persona solo se expone a la Radiación secundaria (Radiación de fuga del cabezal y Radiación dispersa en el paciente).





# EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN TELETERAPIA.

## 1. La persona expuesta al haz de radiación primaria.

La dosis que recibe la persona que se encuentra a una distancia ( $d$ ) de la Fuente de radiación en el haz primario, puede ser estimada por la ecuación:

$$D_{Hp} = D_{TTo} (d_o^2 / d^2)$$

$D_{Hp}$ : es la dosis recibida debido al haz de Radiación primaria.

$D_{TTo}$ : es la dosis en el isocentro del equipo de Teleterapia. Se asume que la persona se expone durante todo el tiempo en que se imparte la sesión de tratamiento del paciente

$d_o$ : es la distancia desde la Fuente al isocentro del equipo de Teleterapia.

$d$ : es la distancia entre la Fuente y la persona expuesta.



# EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN TELETERAPIA.

## 2. La persona expuesta que está expuesta a la Radiación secundaria.

La dosis que recibe una persona que se encuentra a una cierta distancia del isocentro del equipo de Teleterapia, fuera del haz primario, es la suma de la dosis recibida debido a la radiación dispersa en el paciente y la dosis que recibe debido a la radiación de fuga del cabezal del equipo de Teleterapia.

$$D_T = D_f + D_p$$

$D_T$  Dosis total.

$D_f$  Dosis debido a la radiación de fuga.

$D_p$  Dosis debido a la radiación dispersa.



# EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN TELETERAPIA.

## 2. La persona expuesta que está expuesta a la Radiación secundaria.

$$D_T = D_f + D_p$$

Las dos contribuciones a la dosis total pueden ser estimadas por las ecuaciones siguientes:

$$D_p = \frac{\alpha D (F/400)}{d_{sca}^2 d_{sec}^2} \qquad D_f = \frac{10^{-3} D}{d_f^2}$$

$D_p$  – Dosis debida a la radiación dispersa.

$D_f$  – Dosis debida a la radiación de fuga.

$D$  – Dosis que se imparte al paciente (en el isocentro del equipo). Se asume que la persona se expone durante todo el tiempo en que se imparte la sesión de tratamiento del paciente.

$d_{sca}$  – Distancia desde la Fuente hasta el paciente, en metros,

$d_{sec}$  – Distancia entre el punto de interés y el paciente, en metros,

$d_f$  – Distancia entre el cabezal del equipo y el punto de interés, en metros,

$\alpha$  – Fracción de dispersión, definida a la distancia  $d_{sca}$ . ( $\alpha(30^\circ) = 3,18E-03$  (15MV) =  $6,00E-03$  (Co-60 1.25 MeV)).

$F$  – Área del campo de radiación sobre el paciente, en  $cm^2$ . Se asume para un tratamiento típico de tamaño  $15 \times 15$  cm.



# EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN TELETERAPIA.

## 3. Dosis potenciales que afectan a los Pacientes en accidentes .



Las dosis potenciales que pueden recibir los pacientes varían significativamente dependiendo del escenario de accidente analizado (dependiendo del suceso iniciador). Se pueden identificar 3 grupos de accidentes:

- Accidentes que causan desviaciones de dosis mayores de un 25% respecto a la dosis prescrita a varios pacientes. Este grupo de accidente se clasifica como accidentes sistemáticos.
- Accidentes que causan desviaciones de dosis mayores de un 25% respecto a la dosis prescritas a un solo pacientes. Este grupo de accidente se clasifica como accidentes programáticos.
- Accidentes que causan desviaciones de dosis menores o iguales al 25% respecto a la dosis prescrita. No ponen en riesgo la vida del paciente. Usualmente se afecta la dosis recibida por el paciente en una sesión de tratamiento. Este grupo de accidente se clasifica como accidentes episódicos.



# ESCENARIOS DE ACCIDENTE. PRACTICA DE BRAQUITERAPIA



## Escenarios de accidentes mas importantes en la práctica de Braquiterapia

1. **Atascamiento inadvertido de la Fuente durante el tratamiento de un paciente: *Con consecuencias para el paciente y el trabajador.***
2. **Desenganche del cable accionamiento de la Fuente de Braquiterapia durante el tratamiento de un paciente: *Con consecuencia para el paciente y el trabajador.***
3. **Pérdida de la Fuente de Brquiterapia durante su almacenamiento o transportación: *Con consecuencia para el público.***
4. **Error de calibración de la Fuente de Braquiterapia: *Con consecuencias para múltiples pacientes.***
5. **Error al elaborar el plan de tratamiento de un paciente: *Con consecuencias para un paciente.***
6. **Entrada inadvertida de una persona (trabajador o público) al bunker durante el tratamiento de un paciente: *Con consecuencia para el trabajador o el público.***
7. **Permanencia inadvertida de una persona (trabajador o público) en el bunker durante el tratamiento: *Con consecuencias para el trabajador o el público.***



# ESCENARIOS DE ACCIDENTE. PRACTICA DE BRAQUITERAPIA

**Existen dos vías principales de exposición de las personas cuando el evento ha ocurrido:**

1. La persona se expone a la radiación primaria que proviene desde la Fuente. En Braquiterapia la Fuente emite en todas direcciones radiación primaria (“4 $\pi$ ”).
2. La persona toma la Fuente de Braquiterapia en sus manos.





# EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN CONDICIONES DE ACCIDENTE EN BRAQUITERAPIA

## 1. La persona se expone a la Radiación primaria.

La tasa de dosis que recibe la persona situada a una distancia «d» de la Fuente, puede ser estimada por la ecuación:

$$\dot{H}_{ir} = \frac{\Gamma \cdot A}{d^2}$$

donde:

$\Gamma$  es la constante gamma del radioisótopo que contiene la Fuente utilizada ( $\Gamma$  I-192 = 0.135 mSv m<sup>2</sup>/ GBq h).

**A** es la actividad de la fuente.

**d** es la distancia desde la Fuente hasta la persona expuesta.

$$D = H * t_o$$

donde:

$t_o$ , es el tiempo durante el cual la persona se encuentra expuesta.

Conservadoramente Se asume que la persona se expone durante todo el tiempo en que se imparte la sesión de tratamiento del paciente



# EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN CONDICIONES DE ACCIDENTE EN BRAQUITERAPIA

## 2. La persona toma en sus manos la Fuente de Braquiterapia.

La dosis recibida por sostener con las manos la Fuente de Braquiterapia durante un cierto periodo de tiempo puede ser calculada por la ecuación:

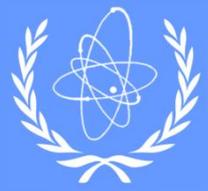
$$D_c = F_c * T_c * A$$

donde:

**F<sub>c</sub>** es el factor de conversión de tasa de dosis absorbidas, aplica a tejido blando, en Gy/Bq\*s. ( Tabla #15 EPR-D-VALUES 2006) ( para I-192  $F_c = 8.5 \text{ e}^{-15} \text{ Gy/Bq*s}$ )

**T<sub>c</sub>** es el tiempo en que la persona sostiene la Fuente con sus manos.

**A** es la Actividad de la fuente (asumimos conservadoramente la actividad inicial de la fuente)



***Gracias***