



OBJETIVO:

Indicar los valores establecidos para los límites y niveles de referencia aplicables al uso del equipo generador de Rayos-X, en las instalaciones de la **AGENCIA NACIONAL DE ADUANAS DE MÉXICO**.

REFERENCIAS:

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica (RGSR). Diario Oficial de la Federación. 22 de Noviembre de 1988.
2. Recomendaciones de Protección Radiológica. Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones, Publicación 26, 1977 (ICRP 26).
3. Instructivo para la preparación del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.
4. Manual de operación del equipo generador de radiación ionizante.

DEFINICIONES:

1. **Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS):** Organismo regulador del uso de materiales radiactivos y equipos generadores de radiación ionizante en México.
2. **Encargado de Seguridad Radiológica (ESR):** Persona física autorizada por la CNSNS para establecer las actividades y disposiciones relacionadas con la seguridad Radiológica de una instalación radiactiva.
3. **Auxiliar de Encargado de Seguridad Radiológica (AESR):** Persona física autorizada por la CNSNS para establecer las actividades y disposiciones relacionadas con la seguridad Radiológica de una instalación radiactiva en coordinación con el ESR.
4. **Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE):** Aquel que en ejercicio y con motivo de su ocupación, está expuesto a radiación ionizante o a la incorporación de material radiactivo.
5. **Vigilante y/o guardia:** Persona especializada en seguridad, la cual controlara el orden, acceso, salida de personal, manteniendo la seguridad y la integridad física de la totalidad de las instalaciones y accesorios pertenecientes a la institución.
6. **Archivo de seguridad Radiológica:** Carpeta donde se mantienen los documentos, bitácoras y registros, referentes a la seguridad radiológica de la instalación.
7. **Límite de dosis:** valor de la dosis efectiva o de la dosis equivalente a individuos debido a la práctica, sin tener un control o limitación de la dosis que reciben.
8. **Dosis Absorbida (D):** Energía depositada por unidad de masa causada por la radiación. Las unidades usadas son: *Gray (Gy)* o el *rad (rad)*, donde $1 Gy = 100 rad$.
9. **Dosis Equivalente (H):** Concepto usado para correlacionar la dosis absorbida de radiación con los efectos biológicos. Las unidades usadas son: Sievert (Sv) o rem, donde $1 Sv = 100 rem$. La dosis equivalente se relaciona con la dosis absorbida de acuerdo a $H = DQ$,



donde D es la dosis absorbida y Q es un factor de calidad que depende del tipo de radiación, en donde su valor es igual a 1 para radiación gamma y beta.

10. **Efectos biológicos:** Daños que se presentan en una persona causados por la radiación ionizante y son observables cuando un gran número de células han sido afectadas. Se presentan dos efectos:
 - **Efectos no estocásticos (Determinísticos):** Son aquellos casos en los que la severidad del efecto es función de la dosis y se presentan a partir de un valor umbral. Estos efectos se manifiestan en el individuo expuesto.
 - **Efectos estocásticos:** Efectos biológicos de la radiación para los cuales no existe una dosis umbral, sino que la probabilidad de que se produzcan es en función de la dosis absorbida y cuya severidad es independiente de la dosis.
11. **Exposición (X):** Acción y efecto de someter una persona a irradiación. La exposición se denomina externa cuando la fuente está afuera del sujeto e interna cuando la fuente se encuentra incorporada al sujeto. También se utiliza el término exposición para indicar el grado de ionización que produce la radiación ionizante en el aire.
12. **Exposición accidental:** Dosis recibida mayor a la normal por acciones no previstas. Estas únicamente pueden detectarse por comentarios del personal o por deducción del Encargado de Seguridad radiológica, al detectar niveles de radiación mayores a los normales.
13. **Nivel de radiación:** rapidez de exposición expresada en mR/h, medida con el equipo detector y medidor de radiación ionizante.
14. **Nivel de referencia:** Son los valores de magnitud, cuya importancia para la protección radiológica justifica someterla a vigilancia continua, que de alcanzarse implican la obligación de iniciar o realizar una acción correspondiente a nivel de registro.

REQUISITOS:

- Los límites deben basarse en las disposiciones mencionadas en el RGSR o en las recomendaciones internacionales indicadas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (referencia 1 y 2).

MATERIAL Y EQUIPO:

1. Detector y medidor de radiación ionizante.

PRECAUCIONES:

No aplica.

INSTRUCCIONES:

1. Cálculo de la dosis equivalente.



La **AGENCIA NACIONAL DE ADUANAS DE MÉXICO** puede estimar la dosis que recibe una persona midiendo el nivel de radiación y multiplicándolo por el tiempo de exposición. Cabe mencionar que el medidor puede indicar el valor en mR/h o en mSv/hr , el tiempo de exposición debe estar en horas.

$$H = \text{nivel de radiación} \times \text{tiempo de exposición}$$

El valor obtenido en mR puede igualarse numéricamente a mrem, ya que se trata de ondas electromagnéticas. ($1 mR = 1 mrem$)

2. Clasificación de los límites.

- a) Límites básicos: Valores asignados para evitar los efectos no estocásticos y reducir a niveles aceptables los efectos estocásticos. En este caso, se considera al personal de la **AGENCIA NACIONAL DE ADUANAS DE MÉXICO**, como Personal Ocupacionalmente Expuesto (P.O.E.).
 - Para el POE: 50 mSv/año (5000 mrem/año)
 - Para el PNOE y público en general: 5mSv/año (500 mrem/año).
- b) Límites derivados: Límites que, mediante un modelo matemático, aseguran que se cumplen los límites básicos. En este caso, se establecen en función del nivel de radiación, ver anexo 1, Resumen de límites y niveles de referencia A/PARX-1.3/1, de este procedimiento.
- c) Límites autorizados: Límites establecidos por la CNSNS.

RAPISCAN CARVIEW INLANE

En el equipo RAPISCAN CARVIEW INLANE los operadores estarán ubicados en una caseta de operación a una distancia considerable del área de exclusión. Por lo que la dosis recibida será menor a $0.5 \mu Sv/h$ ($50 \mu rem/h$) por hora; de acuerdo con lo especificado en el manual de operación del equipo.

De lo anterior y considerando que el operador permanece 8 horas durante 5 días a la semana, durante 52 semanas al año en la caseta de operación, la dosis recibida será la siguiente:

$$I = i * t$$

$$I = 0.5 \frac{\mu Sv}{h} * 8 h/día * 5 días/semana * 52 semanas /año$$

$$I = 1040 \mu Sv/año$$

$$I = 1.04 \frac{mSv}{año} = 104 mrem/año$$



RAPISCAN AS&E ZBV

Los operadores estarán expuestos a dosis naturales, ya que los niveles obtenidos en la cabina de control de la ZBV son similares a la intensidad de radiación de fondo natural. Así mismo los operadores del sistema están recibiendo una dosis menor a $1 \mu Sv/h$, $0.1 mR/h$) según lo indicado en las especificaciones técnicas del equipo.

De acuerdo con lo anterior, considerando que el operador permanece 8 horas durante 5 días a la semana, durante 52 semanas al año en la caseta de operación, la dosis recibida será la siguiente:

$$I = i * t$$
$$I = 1 \mu Sv/h * 8h/día * 5 días/semana * 52 semanas /año$$
$$I = 5200 \mu Sv/año$$
$$I = 2.08 \frac{mSv}{año} = 208 mrem/año$$

De lo anterior, el personal operador estará recibiendo una dosis máxima de $520 mrem/año$. El cálculo anterior queda por debajo del límite de dosis para público en general, ya que el límite para Personal No Ocupacionalmente Expuesto (NO-POE), es de $(500 mrem/año)$. El cálculo establece un nivel máximo para NO-POE de $5.2 mSv/año$ ($520 mrem/año$). Por lo tanto, se fija como **Límite Derivado** un valor de $502 mrem/año$.

3. Clasificación de los Niveles de referencia para la operación de los equipos Generadores de Radiación Ionizante:
 - a) Nivel de registro: Valores de la dosis equivalente por arriba de los cuales se considera de importancia registrar la dosis. En el caso de la **AGENCIA NACIONAL DE ADUANAS DE MÉXICO**, se registran los valores de equivalente de dosis mensual esperados por operación normal de los equipos de acuerdo con el historial de dosimetría.
Valor establecido: $0.10 mSv$
 - b) Nivel de investigación: Se realizará una investigación cuando el valor del equivalente de dosis mensual supere 10 veces el valor de nivel de registro.
Valor establecido $1 mSv$
 - c) Nivel de Intervención: Se realizará una intervención cuando los valores del equivalente de dosis mensual superen 3 veces el nivel de investigación
Valor establecido $3 mSv$

ANEXOS:

1. Resumen de límites y niveles de referencia **A/PARX-1.3/1.**



ANEXO 1. A/PARX1.3/1

VALORES ASIGNADOS A LIMITES Y NIVELES DE REFERENCIA	
	LIMITES
LIMITE BASICO	POE 50 mSv/año (5000mrem/año) PNOE 5 mSv/año (500mrem/año)
LIMITE DERIVADO	5.2 mSv/año (500mrem/año)
LIMITES AUTORIZADOS	Establecidos por la CNSNS
	NIVELES DE REFERENCIA
NIVELES DE REGISTRO	Cualquier valor del equivalente de dosis mensual esperados por operación normal de acuerdo con el historial de dosimetría. 0.10mSv
NIVELES DE INVESTIGACIÓN	Se realizará una investigación cuando el valor del equivalente de dosis mensual supere 10 veces el valor de nivel de registro. 1.0 mSv
NIVEL DE INTERVENCIÓN	Se realizará una intervención los valores del equivalente de dosis mensual superen 3 veces el nivel de investigación. 3.0 mSv