Protección Radiológica Ocupacional (GSG-7)

5. Exposición de trabajadores en situaciones de exposición existentes

GSG-7 Sección 5

IAEA
International Atomic Energy Agency

Contenido

- Introducción
- Estrategias de protección
- Justificación
- Optimización
- Exposiciones derivadas de acciones correctivas en áreas contaminadas con material radiactivo
- Exposición al radón
- Exposición a los rayos cósmicos

IAEA

INTRODUCCIÓN

IAEA

Introducción - exposiciones existentes

- Debido a la contaminación residual
  - De actividades pasadas (no sujeto a control)
  - Después de una situación de exposición de emergencia
  - Incluye exposiciones de productos contaminados (alimentos, agua potable, materiales de construcción)
- De fuentes naturales
  - NORM, Radón y Rayos Cósmicos
- Incluye exposiciones ocupacionales
  - Trabajadores que llevan a cabo acciones correctivas
  - Trabajadores expuestos por la exposición existente

Introducción - exposiciones existentes

Medidas para prevenir o reducir dosis

- Acción correctiva
  - Eliminación de la fuente o reducción en la actividad
- Acción protectora
  - Acción tomada en la vía de exposición

ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN

IAEA

Estrategias de protección

- Responsabilidades del gobierno
  - Identificar exposiciones existentes pertinentes
  - Marco legal para la gestión de exposiciones
  - Asignación de responsabilidad a las autoridades pertinentes (p. Ej. Salud, regulador nuclear, etc.)
  - Establecer niveles de referencia
  - Tomador de decisiones respecto de las acciones para la reducción de la exposición
  - Especificación de principios generales
  - Participación de partes interesadas

Estrategias de protección

- Responsabilidades relevantes de la autoridad
  - Gobierno y autoridad para garantizar estrategias de protección adecuadas a los riesgos
  - Asegurar que la estrategia defina objetivos y niveles de referencia
  - Evaluar acciones y su efectividad
  - Proporcionar información a las personas expuestas sobre los riesgos de salud y cómo reducir las exposiciones

JUSTIFICACIÓN

IAEA

Justificación

- Autoridad pertinente para establecer una estrategia de protección para una situación de exposición existente en particular en conformidad con el principio de justificación.
- Solo las acciones correctoras/protectoras que se espera que produzcan un beneficio neto deben considerarse para su inclusión en la estrategia de protección.
- Considere los riesgos de radiación, los costos y cualquier otro daño causado al tomar la acción
- Incluya las exposiciones de los trabajadores involucrados en acciones correctivas

OPTIMIZACIÓN

IAEA

Optimización - Enfoque general

- La autoridad pertinente y otros deben asegurar que la forma, escala y duración de las acciones estén optimizadas
- La optimización se logra mediante
  1. Evaluación de la situación de exposición existente, incluidas las exposiciones potenciales
  2. Identificación de opciones de protección
  3. Selección de opciones
  4. Implementación

Optimización - Niveles de referencia

- Establezca una dosis por encima de la cual sería inapropiado permitir que la exposición continúe:
  - La estrategia debe tener como objetivo reducir las dosis a una exposición optimizada que esté por debajo del nivel de referencia
- Una herramienta para priorizar acciones
  - Se debe dar prioridad a las personas expuestas por encima del nivel de referencia
- Normalmente rango de 1 a 20 mSv (dosis efectiva)
  - Para el radón, concentración media anual en el aire
- Establecido por el gobierno o su autoridad asignada

IAEA

Optimización - Niveles de referencia

- Lo siguiente debe ser tenido en cuenta
  - Naturaleza de la exposición y la posibilidad de reducirla
  - Implicaciones sociales
  - Experiencia pasada
  - Orientación internacional y buenas prácticas

IAEA



EXPOSICIÓN DEBIDO A ACCIONES CORRECTIVAS EN ÁREAS CONTAMINADAS CON MATERIAL RADIACTIVO RESIDUAL

IAEA

Áreas contaminadas: aplicación del sistema de protección y seguridad

- Las exposiciones ocupacionales a los trabajadores que llevan a cabo acciones correctivas son una situación de exposición planificada
- Los trabajadores expuestos a materiales radiactivos residuales que no están llevando a cabo acciones correctivas deben ser tratados de la misma manera que los miembros del público

IAEA

Áreas contaminadas - Estrategias de protección

- Las áreas contaminadas necesitan ser monitoreadas o inspeccionadas por la autoridad pertinente para determinar los niveles de referencia
- La autoridad pertinente debe establecer criterios para evaluar la efectividad de las medidas correctivas y el punto final

IAEA

Áreas contaminadas - Arreglos organizacionales

- Los arreglos deben ser como se describe en *OIEA Proceso de rehabilitación de zonas afectadas por actividades y accidentes pasados* IAEA Safety Standards Series No WS-G-3.1

Funciones y responsabilidades

- Claramente definido en el marco legal (por ejemplo, para la protección de los trabajadores)
- Identificación de personas u organizaciones para proporcionar recursos

IAEA

Áreas contaminadas - Arreglos organizacionales

Consideraciones reglamentarias

- El marco legal debe proporcionar protección para todas las personas y el medio ambiente
- Es posible que se requiera una restricción de uso o acceso durante y después de la remediación
- Se deben aplicar otros procesos regulatorios (p. Ej., Salud y seguridad, protección del medio ambiente, gestión de la tierra, estándares de alimentos y agua)

IAEA

Áreas contaminadas - Programa de remediación

- Evaluación radiológica previa
- Preparación y aprobación de un plan de remediación
- Actividad de remediación
- Manejo de desechos radiactivos
- El plan de remediación debe considerar la protección de los trabajadores incluyendo
  1. Naturaleza y extensión de la contaminación
  2. Vías de exposición
  3. Evaluar dosis a trabajadores individuales
  4. Cuestiones de salud y seguridad, incluido el EPI

IAEA

Áreas contaminadas - Programa de remediación

- Inspección de caracterización del sitio
  - Determinados por las condiciones, extensión de contaminación y recursos disponibles
  - Instrumentos y técnicas adecuados
  - Calibración del instrumentos
  - Mediciones gamma / mapeo
  - Muestreo (por ejemplo, suelo, material transportado por el aire, aguas subterráneas, biota, etc.)
  - Registro de datos



IAEA

Áreas contaminadas - Programa de remediación

- Las acciones deberían optimizarse teniendo en cuenta los niveles de referencia, las opiniones de las partes interesadas y la salud de las generaciones presentes y futuras.
- La justificación debería considerar
  - Reducción de dosis individuales y colectivas
  - Reducción de la ansiedad de las personas afectadas
  - Costos financieros
  - Costos sociales y económicos
  - Impactos de salud y medioambientales
  - Ruptura

IAEA

Áreas contaminadas - Programa de remediación

- La optimización debería considerar
  - Enfoque en cuanto a las situaciones planificadas
  - Naturaleza, escala y duración de las acciones correctivas
  - Impactos radiológicos en las personas y el medio ambiente
  - Manejo de desechos radiactivos
- El plan de remediación debería incluir
  - Programa de monitorización
  - Arreglos de mantenimiento de registros…

IAEA

Arreglos de mantenimiento de registros

- Descripción de actividades
- Datos del programa de monitoreo
- Registros de salud y seguridad ocupacional
- Tipo y cantidad de desechos radiactivos
- Datos de monitoreo ambiental
- Gasto financiero

- Participación de partes interesadas
- Responsabilidades continuas para el sitio
- Ubicación de áreas remediadas y contaminación residual
- Áreas con restricciones y condiciones
- Lecciones aprendidas

IAEA

Áreas contaminadas - Programa de remediación

- Informes de procedimientos para condiciones anormales a la autoridad pertinente
- Partes involucradas en la planificación, implementación y verificación
- Plan de remediación y evaluación radiológica para ser presentado a la autoridad competente
- Se puede requerir licencia o registro

Áreas contaminadas - Programa de remediación

Implementación de acciones correctivas

- Persona responsable u organización:
  - Protección y seguridad de todos los aspectos (por ejemplo, transporte, procesamiento, almacenamiento y eliminación, etc.)
  - Realización y presentación de las evaluaciones de seguridad y medio ambiente a la autoridad pertinente



IAEA

Áreas contaminadas - Programa de remediación

- El empleador de los trabajadores debería

1. Preparar e implementar procedimientos de seguridad
2. Aplicar buenas prácticas de ingeniería
3. Asegúrese de que el personal esté capacitado, calificado y competente
4. Integrar la protección y la seguridad en los sistemas de gestión
5. Cooperar con los contratistas en tema de la seguridad



IAEA

Áreas contaminadas - Programa de remediación

Implementación de acciones correctivas (cont.)

- Autoridad relevante debe inspeccionar y revisar procedimientos, monitorear programas y resultados. Tomar medidas de cumplimiento por desobediencia

El gerente de USAM vendió el antiguo edificio administrativo y los recursos se utilizaron para implementar el plan de cierre, luego una empresa privada construyó un nuevo edificio.

Área del antiguo edificio administrativo;



Después del cierre, aproximadamente 530 t de torio e hidróxido de uranio y aproximadamente 73 t de Mesotório quedaron almacenadas en las instalaciones industriales. Aproximadamente 12 t de fosfato trisódico contaminado (FTS) y 25 t de filtros utilizados en la filtración también se acumularon en esta área.

El costo de lo descomissionamiento de la USAM: U$ 2.400.000,00





DÍAS ACTUALES



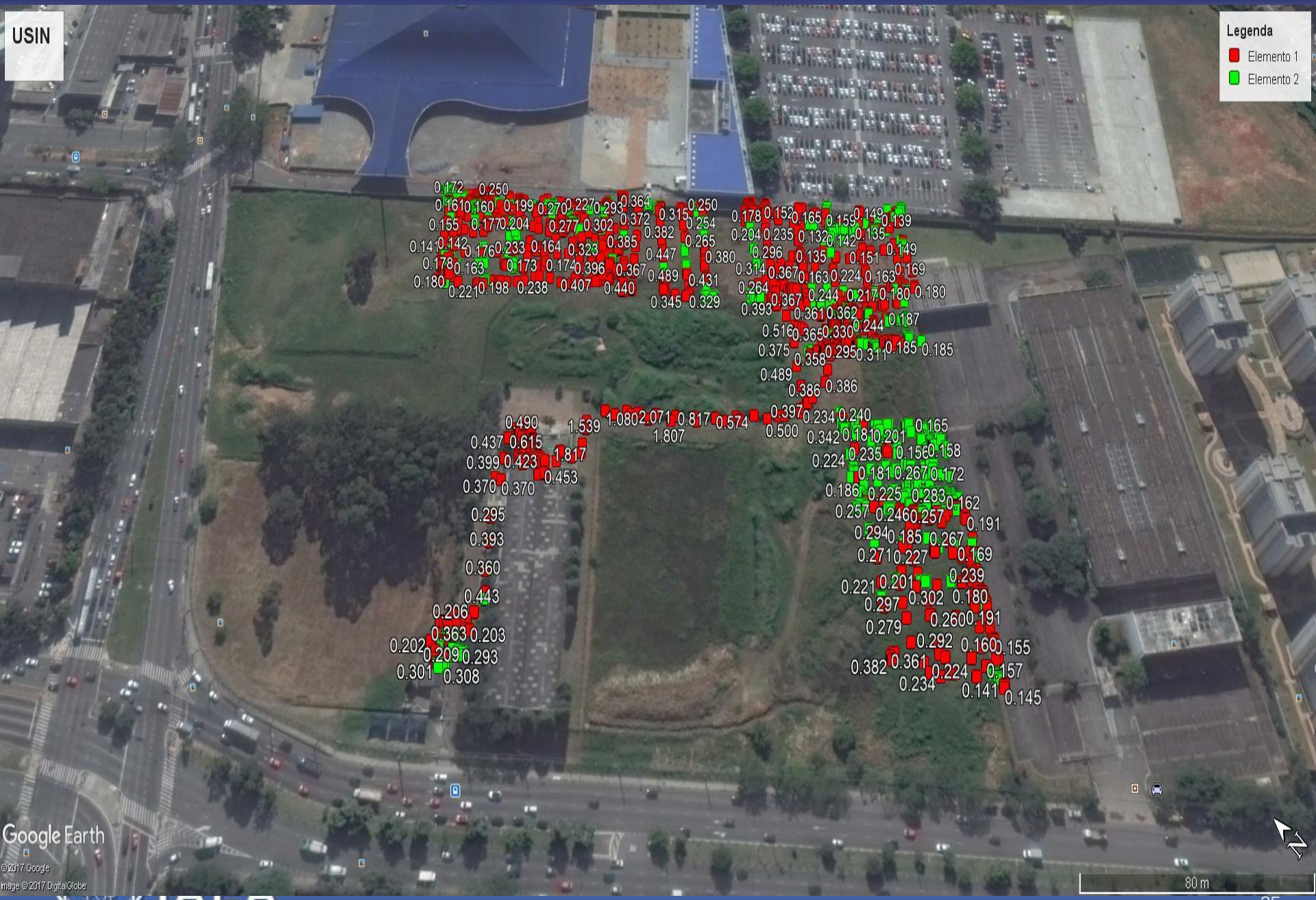
REAMEDIACIÓN DE LA AREA DE LA *USIN*




3B
2C
1D
1C
2B
1B
2A
3A
1A
Image © 2017 DigitalGlobe
© 2017 Google
Google Earth

Áreas durante las actividades de remediación.




USIN
Legenda
Elemento 1
Elemento 2
0.172 0.250
0.161 0.160 0.199 0.270 0.227 0.293 0.364
0.155 0.177 0.204 0.277 0.302 0.372 0.315 0.250
0.141 0.142 0.176 0.233 0.164 0.323 0.385 0.382 0.254
0.178 0.163 0.173 0.174 0.396 0.367 0.447 0.265
0.180 0.221 0.198 0.238 0.407 0.440 0.489 0.431
0.345 0.329
0.178 0.152 0.165 0.159 0.149 0.139
0.204 0.235 0.132 0.142 0.135
0.296 0.135 0.151 0.149
0.380 0.314 0.367 0.163 0.224 0.163 0.169
0.264 0.367 0.244 0.217 0.180 0.180
0.393 0.361 0.362 0.187
0.516 0.365 0.330 0.244
0.375 0.358 0.295 0.311 0.185 0.185
0.489
0.386 0.386
0.397 0.234 0.240
0.500 0.342 0.181 0.201 0.165
0.224 0.235 0.156 0.158
0.181 0.267 0.172
0.186 0.225 0.283 0.162
0.257 0.246 0.257 0.191
0.294 0.185 0.267
0.271 0.227 0.169
0.239
0.221 0.201
0.297 0.302 0.180
0.279 0.260 0.191
0.292 0.160 0.155
0.382 0.361 0.224 0.157
0.234 0.141 0.145
0.490 1.539 1.080 2.071 0.817 0.574 1.807
0.437 0.615 1.817
0.399 0.423 0.453
0.370 0.370
0.295
0.393
0.360
0.443
0.206
0.363 0.203
0.202 0.209 0.293
0.301 0.308
Google Earth
© 2017 Google
Image © 2017 DigitalGeobe
80 m



EXPOSICIÓN AL RADÓN

IAEA

Radón - vías de exposición

- ^{222}Rn es el resultado de la descomposición del uranio natural en las rocas
  - Escapa al aire
  - Media vida 3.8 d
  - Disuelve en las aguas subterráneas
  - Altas concentraciones en espacios cerrados
  - Exposición al pulmón al respirar aire que contiene radón y sus descendientes (^{218}Po, ^{214}Pb, ^{214}Bi, ^{214}Po)

IAEA

Radón - vías de exposición

Construcción

- Dosis alfa en el pulmón principalmente de la progenie unida a núcleos de condensación y polvo
- La ingestión de radón del agua subterránea es poco probable
- La exposición a 220Rn (desde 232Th) es poco probable que sea motivo de preocupación
- Se acumula en los edificios desde el suelo subyacente
- Los edificios del área templada están a baja presión drenando el gas del suelo
- Alguno radón puede surgir de materiales de construcción o de suministros de agua

IAEA

Concentraciones de radón

- **Construcción (cont.)**
- Las concentraciones difieren debido a la geología local, clima, construcción, ventilación y hábitos domésticos
- Los valores de concentración promedio de radón en interiores varían de 7 a 200 Bq / m3.
- Áreas de fondo alto de 100 a 2700 Bq / m3
  - >80 000 Bq/m^3 reportado

IAEA

Concentraciones de radón

Lugares de trabajo subterráneos

- Altas concentraciones en minas (de aguas subterráneas), túneles, sótanos y aparcamientos subterráneos, instalaciones de tratamiento de agua, cuevas y spas
- Concentraciones de radón:
  - 200 to 7000 Bq/m^3 en túneles
  - 20 to 20 000 Bq/m^3 en cuevas y minas
  - Valores más altos en minas subterráneas de uranio

IAEA

Sistema de Protección y Seguridad.

- La exposición ocupacional al radón es normalmente una situación de exposición existente
- La exposición ocupacional generalmente es solo una preocupación en lugares de trabajo cerrados y minas subterráneas

Radón - Identificación de puestos de trabajo

- El gobierno debe recopilar información para identificar los lugares de trabajo en áreas propensas al radón y tener planes de acción nacionales
- Consideraciones geográficas y geológicas útiles para identificar áreas relevantes.
- Las mediciones de radón en los lugares de trabajo o en las viviendas identifican áreas propensas al radón

IAEA

Exposición al radón - Plan de acción

- Los planes de acción nacionales de radón de areas internas deberían:
  - Proporcionar medios para identificar las exposiciones en los lugares de trabajo.
  - Asegurar que la información sea provista a empleadores, trabajadores y público.
  - Compartir los hallazgos y la comprensión del radón, los riesgos para la salud y cómo reducir la exposición.
- Los planes de acción deben identificar medidas para abordar el radón en los lugares de trabajo existentes y futuros
- Los edificios propensos al radón se pueden identificar por su diseño o construcción.

IAEA

Radón - Niveles de referencia

- Se deben establecer niveles de referencia apropiados.
  - No debe excederse 1000 Bq/m^3
    - 10 mSv (factor de equilibrio 0.4, ocupación 2000h)
  - Elegido cuidadosamente por implicaciones económicas.
  - El nivel de referencia para viviendas debe ser utilizado para edificios con alta ocupación por el público.

IAEA

Acción correctiva en los puestos de trabajo

- Pueden requerirse mediciones de las concentraciones de radón por parte de los empleadores.
  - Requiere acceso a asesoramiento de expertos.
  - Las autoridades nacionales pueden proporcionar orientación sobre las prácticas de construcción.
- Los lugares de trabajo donde se exceden los niveles de referencia deben ser priorizados
  - En las minas subterráneas puede haber grandes variaciones en el espacio y el tiempo.

IAEA

Exposición al radón - Acción correctiva en puestos de trabajo

- Si a pesar de los esfuerzos razonables, las concentraciones de radón n pueden reducirse por debajo de los niveles de referencia se aplican los requisitos de situación de exposición planificada
  - Improbable excepto en algunas minas.



IAEA

Métodos para reducir el radón en edificios

- Despresurización del subsuelo
- Ventilación del subsuelo
- Sellado de suelos y membranas.
- Mayor ventilación
- Tratamiento de aguas
- Eliminación de subsuelo



IAEA

Radón - Medidas Preventivas en Edificios Nuevos

- La autoridad relevante debe considerar medidas para edificios nuevos en áreas propensas al radón
  - (criterios / orientaciones)
- Si más del 5% de los edificios tienen radón por encima de 200 Bq / m3 las medidas de construcción nuevas son rentables
- Se debe considerar construir en un terreno contaminado con ^{226}Ra.
- Los cimientos (estructura)deben estar diseñados para evitar el ingreso de radón o una fácil modificación.

IAEA



EXPOSICIÓN A LOS RAYOS CÓSMICOS.

IAEA

Exposición a los rayos cósmicos - Fuentes de exposición

- Radiación galáctica desde el exterior del sistema solar (principalmente protones e iones de helio)
- Radiación solar generada cerca del sol por perturbaciones magnéticas; erupciones solares e inyecciones de masa coronal (principalmente protones)
- Radiación de los cinturones de radiación de la tierra (cinturones de van Allan a 3000 km y 22000 km de la superficie de la tierra)

Exposición a los rayos cósmicos - Fuentes de exposición

- Intensidad que alcanza la atmósfera superior.
  - Reducido por el campo magnético de la Tierra.
  - Varía con la latitud; más alto en los polos geomagnéticos, más bajo en el ecuador
  - Sigue el ciclo de actividad solar de 11 años; más bajo cuando la actividad solar alta
- Las partículas de alta energía interactúan con el aire generando una compleja gama de partículas secundarias. Los muones a nivel del suelo conducen a la mayor dosis (80%)

IAEA

Rayos Cósmicos - Sistema de Protección y Seguridad

- La exposición a nivel del suelo no se puede controlar fácilmente
- La exposición ocupacional de la tripulación aérea y espacial es una situación de exposición existente
- Las dosis son autolimitadas (por ejemplo, altitudes establecidas, tiempo de vuelo controlado, gestión de trabajadoras embarazadas). Dosis típicamente del 10% de los límites de dosis ocupacionales.

IAEA

Exposición de la tripulación aérea

- En altitudes comerciales, la radiación consiste en neutrones (40 - 80% de la dosis), electrones, positrones, fotones y protones.
- Tasa de dosis:
  - Depende de la altitud, latitud y ciclo solar. Se duplica cada 1830 m
  - Tasa de dosis de vuelo de Europa a USA es de 4 a 8 µSv/h
  - Corto recorrido (menor altitud), tasa de dosis promedio de 3 µSv/h.
- Dosis anuales de la tripulación:
  - 1 – 3 mSv promedio
  - 3.5 – 6.5 mSv máxima



IAEA

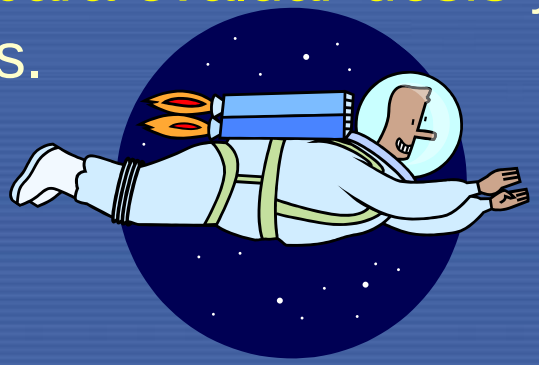
Evaluación de las exposiciones de las tripulaciones aéreas.

- Autoridad relevante debe establecer el nivel de referencia (5 mSv), el método de evaluación de la dosis y los requisitos de mantenimiento de registros
- Evaluación de la dosis si es probable que exceda el nivel de referencia
- Empleador para evaluar dosis (usando códigos de computadora) y mantener registros
- Manejar la tripulación aérea embarazada como si fuera una situación planificada. Dosis al feto <1 mSv

IAEA

Exposición de la tripulación espacial

- Misiones cortas en órbita baja dosis 2 - 27 mSv
- Las dosis de misiones más largas pueden alcanzar los 100 mSv.
- Autoridad relevante debe tener un marco para la protección radiológica de individuos en el espacio
  - Niveles de referencia para misiones y dosis de ocupación.
  - Características de diseño para optimizar la dosis.
  - Monitoreo para evaluar dosis y cambios en condiciones radiológicas.



IAEA

Summary

- Estrategias de protección
- Justificación
- Optimización
- Exposiciones derivadas de acciones correctivas en áreas contaminadas con material radioactivo.
- Exposición al radón
- Exposición a los rayos cósmicos.

IAEA

PREGUNTAS Y DISCUSION

IAEA
International Atomic Energy Agency

Ejercicio - Radón en puestos de trabajo

- ¿Cómo establecería un nivel de referencia para el radón en los lugares de trabajo en su país?
- Un puesto de trabajo organiza una investigación de radón. Los resultados muestran que las concentraciones de gas radón son 3 veces más altas que el nivel de referencia. Qué acciones se deben tomar?

IAEA