Protección Radiológica Ocupacional (GSG-7)

9. Controles de ingeniería, controles administrativos y equipo de protección personal

GSG-7 Sección 9

IAEA
International Atomic Energy Agency

Contenido de la presentación

- Consideraciones Generales
- Controles de ingeniería
  - Control de contaminación superficial
  - Blindaje
  - Ventilación y control de polvo
- Controles administrativos
  - General
  - Programa de monitoreo de contaminación superficial
  - Derrame de material radiactivo y descontaminación
- Equipo de protección personal
- Consideraciones especiales para NORM

IAEA

CONSIDERACIONES GENERALES

IAEA

Consideraciones Generales

- Cuando las características de diseño físico de una instalación no brinden suficiente blindaje o contención, se requerirán medidas de control adicionales
- Por ejemplo:
  - Sistema de ventilación
  - Campanas de extracción
  - Cajas de guantes
  - Manipuladores
- Se pueden requerir controles de ingeniería temporal durante las operaciones no rutinarias
- Se requiere el monitoreo de la efectividad de estos controles

IAEA

La jerarquía de las medidas de control

Controles de ingeniería y características de diseño

↓

Controles administrativos (sistemas de trabajo)

+

Equipos de protección personal (EPP)

Usa estos primero

Contención, ventilación, diseño para facilitar la descontaminación (y protección)

Cuando el uso de controles de ingeniería no es suficiente solo para restringir las exposiciones, considere los controles de administración.

Se usa cuando los controles de ingeniería y los controles de administración no son suficientes para proporcionar una protección adecuada

IAEA

CONTROLES DE INGENIERÍA

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA SUPERFICIE

IAEA

Control de la contaminación de la superficie

- El programa de control de contaminación debe implementarse para identificar la presencia de contaminación en la superficie y evitar la transferencia inadvertida
- El programa de control de la contaminación va a hacer uso de las características de diseño y los controles de ingeniería, respaldado por controles administrativos y EPP en su caso
- Características de diseño son más importantes y pueden incluir:
  - características de diseño destinadas a contener material radiactivo
  - sistemas de ventilación para reducir la contaminación en el aire
  - sistemas de drenaje para la transferencia de desechos líquidos contaminados
  - cambiar las barreras para controlar la propagación de la contaminación
  - monitoreo de las instalaciones en las salidas de las áreas contaminadas

IAEA

Control de la contaminación de la superficie

- El empleador debe proporcionar instalaciones de lavado a la salida de las áreas contaminadas
  - Cambiar las barreras para controlar la propagación de la contaminación
  - Instalaciones de monitoreo
- Diseñado, monitoreado y mantenido de acuerdo con los requisitos reglamentarios
- Instrucción a los trabajadores para prevención de contaminación :
  - no comer, beber, mascar chicle, etc.
  - proteger cortes y heridas antes de entrar al área
  - tomar precauciones especiales si herido en el área
  - entrenamiento específico de primeros auxilios

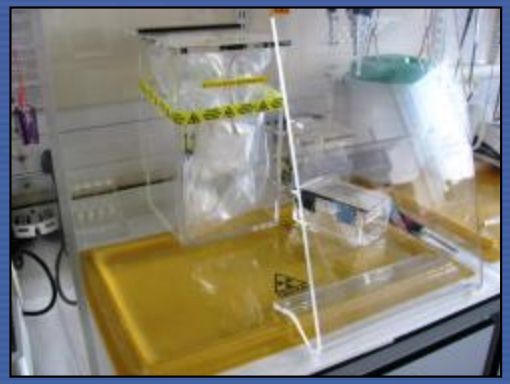
Control de la contaminación de la superficie

- La acumulación de contaminación en las instalaciones es un problema con los radionucleidos de vida más larga
- Identificar de dónde viene la contaminación es importante
- Se requiere cuidado y planificación especial para las operaciones que puedan crear contaminación, p. cambio de filtro y uso de reservatorios y drenaje temporales y tanques de contención para líquidos contaminados.
- Los revestimientos / capas removibles y los revestimientos para pisos pueden usarse para proteger el edificio de la contaminación permanente (pero puede aumentar los desechos radiactivos)
- La reparación de la contaminación in situ puede ser apropiada, pero debe eliminarse la mayor cantidad posible de contaminación.

IAEA

Enfoque gradual a los controles de ingeniería

Contención muy simple



Sistemas de ventilación de ingeniería básica (campana extractora de humos)



Sistemas de contención total (‘glove box’)



Riesgo bajo

Alto riesgo

IAEA

Contención básica para trabajo de bajo riesgo

Laboratorio de uso general utilizado para trabajar con fósforo-32



Bandeja de goteo para contener derrames

Contenedores para artículos contaminados

Blindaje local para la radiación beta

IAEA

Laboratorio de trabajo de riesgo medio



Campana extractora



Piso sellado

Superficies fáciles de descontaminar

Barrera de cambio

IAEA

Campanas de extracción

- Contención parcial
- Criterio de velocidad de flujo, p. velocidad mínima de 0.5 m/s
- Puede imponer límites operacionales (Bq) para radionucleidos





IAEA

Glove boxes

- Diseñado para proporcionar un alto nivel de contención
- Acceso a través de puertos enguantados y puertos de ‘destino'
- Guantes con riesgo de rasgarse y pincharse

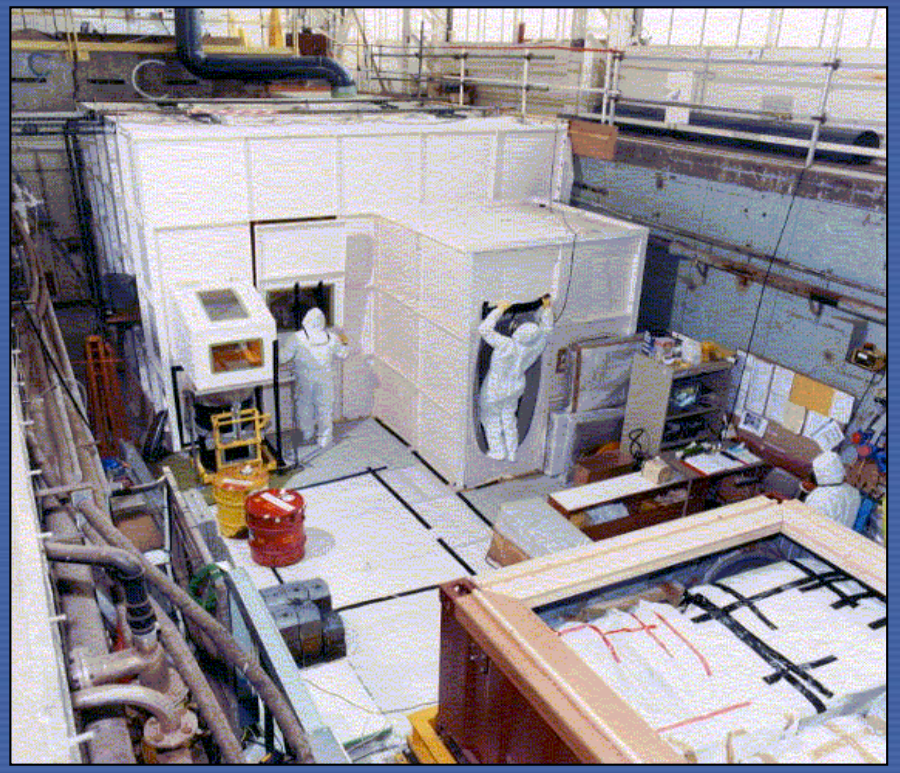
- Bajo presión negativa (flujo muy bajo normalmente)
- El incumplimiento de la contención produce una velocidad de flujo hacia el interior de al menos 1 m / s producida automáticamente por el sistema de extracción de alta capacidad



IAEA

Contenedores temporales

- Láminas de PVC en "tiendas de campaña" y sistemas de contención modulares
- Utilizado para mantenimiento o desmantelamiento de sistemas activos para limitar la propagación de contaminación
  - Requiere ventilación temporal separada (por ejemplo, conductos flexibles y debe incorporar un filtro HEPA)
  - Uso de recubrimientos temporales desprendibles para proteger el piso y otras áreas



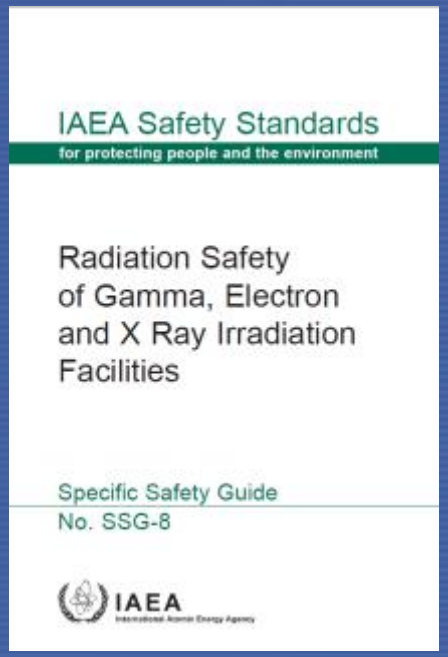
IAEA

CONTROLES DE INGENIERÍA
BLINDAJE

IAEA

Blindaje

- Puede ser una forma efectiva de control de ingeniería
- Debe ser considerado en el trabajo que involucra:
  - Rayos X
  - Rayos Gamma
  - Otras partículas de alta energía (incluso beta)
- Seleccione blindaje apropiado para el tipo de instalación



IAEA

Sistemas de contención blindados

- Muy altos niveles de contención como ‘glove box’
- Fuertemente blindado con gruesas ventanas de visualización y sistemas de CCTV
- Operar utilizando manipuladores maestro / esclavo
- Para aplicaciones con alta tasa de dosis, p. manejo del combustible irradiado del reactor





IAEA

CONTROLES DE INGENIERÍA

VENTILACIÓN

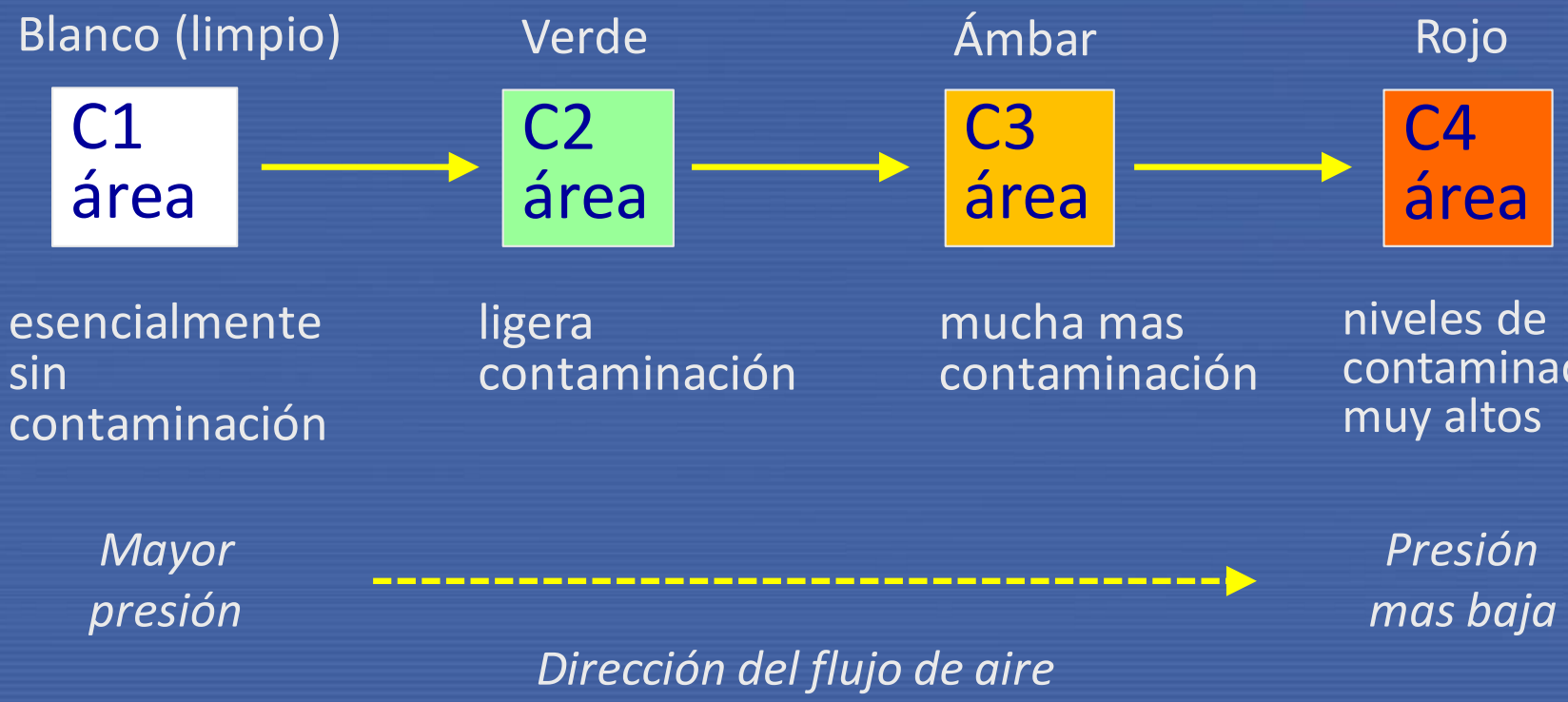
IAEA

Ventilación

- El requisito primario es proporcionar aire fresco al lugar de trabajo y eliminar los contaminantes
- Control de la contaminación del aire se puede llevar a cabo por:
  - manteniendo una presión negativa adecuada
  - proporcionando una cantidad adecuada de cambios de aire
  - proporcionando sistemas de limpieza apropiados (depuradores, adsorbedores, filtración HEPA)
- Siempre se requieren sistemas de ventilación dedicados para soportar los sistemas de contención (el aire) de materiales radiactivos, incluidas las campanas de extracción de humos y los sistemas de contención total.

Flujo de aire entre áreas de contaminación zonal

- El diseño debe garantizar el flujo de áreas 'limpias' a 'contaminadas' (ejemplo de sistema de zonificación)



IAEA

Ventilación

- El aire fresco suministrado por el sistema de ventilación primario puede no ser adecuado en algunos lugares de trabajo
- En estos casos, la ventilación auxiliar se puede suministrar a través de conductos flexibles
- Los conductos deben colocarse para evitar la recirculación del aire contaminado
- Se debe garantizar el funcionamiento de los sistemas de ventilación primarios y auxiliares
- Esto debería incluir un programa de inspección y mantenimiento

IAEA

Ventilación

- Para una operación efectiva de sistemas primarios y auxiliares, necesita:
  - pretenden alcanzar el tasa de flujo deseada a través de las áreas de trabajo (no tan alto como para resuspender el polvo sedimentado)
- Para escenarios de mayor riesgo:
  - sistemas de espera pueden ser requeridos
  - La indicación en tiempo real del rendimiento del sistema puede ser necesaria
- Si el sistema falla, se cambia o se apaga, se debería hacer una monitorización para confirmar la situación operacional efectiva antes de que los trabajadores regresen al lugar de trabajo.

IAEA

Filtración

- Cuando se requiera la filtración de contaminantes, es mejor tener el filtro primario lo más cerca posible de la fuente
  - Una tasa de flujo más baja permite un filtro más pequeño y menos desechos radiactivos
  - evita o reduce la contaminación del sistema de conductos de ventilación principal (un problema importante con el desmantelamiento de las instalaciones históricas)
  - reduce el riesgo para los trabajadores que llevan a cabo el mantenimiento de ventiladores de extracción y componentes similares no flujo descendente de la fuente
- Filtros secundarios más grandes pueden estar situados más cerca de los puntos de descarga para proporcionar protección adicional

IAEA

Filtración

- Los filtros deben ser fabricados y instalados en acuerdo con los estándares requeridos - que deben ser de alto nivel de detección de partículas (HEPA).
- Los filtros se deben cambiar antes de que el rendimiento del sistema de ventilación se haya degradado a niveles inaceptables
- Los sistemas de filtración deben diseñarse de forma que se puedan conectar fácilmente y se pueden sustituir con un mínimo de daño de diseminar la contaminación durante la operación
- En situaciones de mayor riesgo cambiar el filtro requiere procedimientos especiales que podrían incluir elementos de contención temporales

Filtración

- Los escapes de los sistemas portátiles de tratamiento de aire, incluidas las aspiradoras, deben:
  - equipado con filtros HEPA u otros adsorbedores adecuados
  - dirigido a sistemas de ventilación instalados de manera similar
- El uso inadecuado de aspiradoras y equipos portátiles de tratamiento de aire puede dar lugar a una acumulación significativa de material radiactivo en los conductos y filtros

Sistemas de cambio de filtros Cambio Seguro 'Safe Change‘





Ventilación en minas subterráneas: consideraciones adicionales

- La ventilación es de crucial importancia en las minas subterráneas
- Los trabajadores pueden estar expuestos al radón y al polvo en el aire que contiene NORM
- El diseño del sistema de ventilación debe ser parte del proceso de planificación de la mina
- Debe garantizar una buena calidad del aire y minimizar la acumulación de radón / polvo
- Diseño de sistemas de ventilación complejos y requiere habilidades especiales
- Es usual nombrar un Oficial de Ventilación calificado
- Ver párrafo 3.177 de GSG-7 para los deberes del Oficial de Ventilación

Ventilación en minas subterráneas: consideraciones adicionales

- El sistema de ventilación primario idealmente debe ser operado continuamente
- El empleador debe disuadir la entrada a cualquier área no ventilada en la mina
- Las instrucciones de operación locales deben especificar las acciones a tomar si el sistema de ventilación falla
- Evite ubicar estaciones de trabajo cerca de vías aéreas de retorno o áreas de alta radiación externa (pueden necesitarse cabinas de operador con suministro de aire filtrado)

CONTROLES DE INGENIERÍA
CONTROL DE POLVO

IAEA

Control de polvo

- Por lo general, es un requisito legal por razones no radiológicas en operaciones que entrañan la posibilidad de generación significativa de polvo, por ejemplo:
  - minería
  - procesamiento de minerales
- Para estas operaciones, se debe establecer un programa de muestreo y control del polvo transportado por el aire, que incluya:
  - supresión del polvo, en la fuente o usando otros medios
  - dilución de polvo mediante frecuentes cambios de aire (pero tenga cuidado de no resuspender el polvo sedimentado)
- Filtración del aire antes de la descarga al medio ambiente

Estándares para ventilación

- Los estándares generales de diseño especificarán las velocidades de flujo esperadas para varios tipos de área en términos de cambios de aire por hora, p. ej..
  - 1-2 áreas generales no activas, incluidas las oficinas
  - 2 áreas de trabajo de bajo riesgo potencial
  - 4-5 Cambiar áreas
  - 5-10 Áreas de alto riesgo potencial

- El flujo de aire debe ser de áreas de menor contaminación a áreas de mayor contaminación
- Pero si la velocidad del flujo de aire (m / s) es demasiado alta, entonces la resuspensión del polvo ocurre - evite esto

IAEA

CONTROLES ADMINISTRATIVOS
GENERAL

IAEA

La jerarquía de las medidas de control

Controles de ingeniería y características de diseño

↓

Controles administrativos (sistemas de trabajo)

+

Equipos de protección personal (EPP)

Usa estos primero

Contención, ventilación, diseño para facilitar la descontaminación (y protección)

Cuando el uso de controles de ingeniería no es suficiente solo para restringir las exposiciones, considere los controles de administración.

Se usa cuando los controles de ingeniería y los controles de administración no son suficientes para proporcionar una protección adecuada

IAEA

Consideraciones Generales

- Cuando el uso de controles de ingeniería por sí solo no es adecuado para restringir las exposiciones, es posible que se necesiten controles administrativos para optimizar la protección

- Ejemplos de controles administrativos incluyen:
  - autorizaciones de trabajo
  - restricciones o controles de acceso
  - procedimientos escritos para minimizar la transferencia de contaminación

IAEA

Control de acceso

- El control de acceso puede ser necesario para:
  - informar a los trabajadores sobre el estado del área y los peligros potenciales
  - garantizar que los trabajadores reciban el EPP correcto
- Deben mostrarse las visualizaciones del estado de contaminación
- La salida de los trabajadores y el equipo del área debe ser controlada

Rotación de trabajo

- La rotación de trabajos puede considerarse un control administrativo para restringir la exposición individual, pero solo:
  - en lugares de trabajo con alto potencial de exposición
  - donde no hay otros medios practicables de control disponibles
- El uso de este método debe mantenerse al mínimo
- La rotación de trabajos nunca debe usarse como un sustituto del uso de métodos apropiados de control de exposición individual

IAEA

CONTROLES ADMINISTRATIVOS

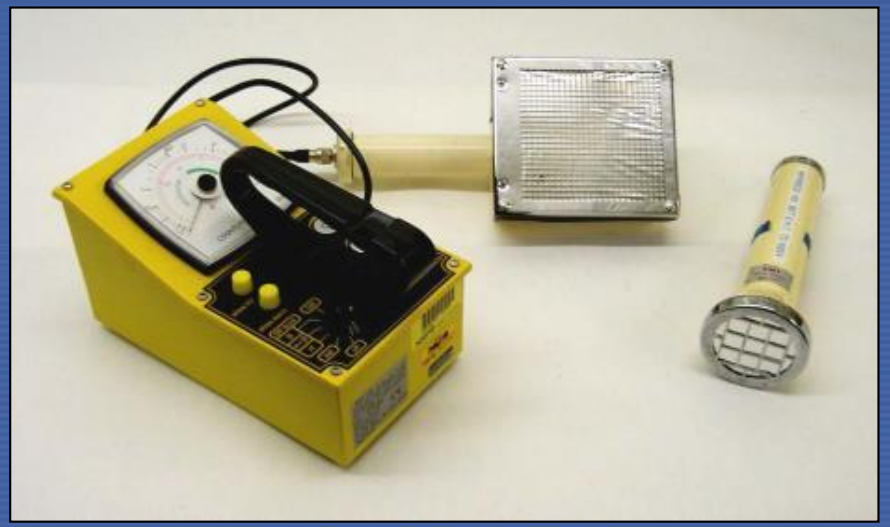
MONITOREO DE CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL

IAEA

Monitoreo de contaminación superficial

- Se debe implementar un programa de monitoreo de contaminación para verificar la efectividad de las medidas de control de contaminación de la superficie
- Los instrumentos y las técnicas utilizados deberían ser apropiados para los tipos, niveles y energías de los materiales radiactivos utilizados
- El instrumento adecuado debería estar disponible donde se usen materiales radiactivos no sellados

Orientación sobre la selección de monitores apropiados dados en el Capítulo 9 de GSG-7 (Párrafos 9.36 a 9.40)



IAEA

Monitoreo de contaminación superficial

- Los instrumentos deben ser mantenidos y calibrados regularmente
- Esto debería incluir:
  - prueba antes del primer uso
  - prueba de rutina a intervalos anuales
  - después de cualquier reparación que pueda haber afectado el rendimiento
- La prueba debe ser realizada por un experto calificado para determinar:
  - eficacia de detección para los radionucleidos pertinentes
  - voltaje de operación para detectores intercambiables
  - linealidad de la respuesta
- Certificado de prueba debe ser proporcionado
- El usuario debe realizar verificaciones de rutina (baterías, respuesta a la fuente de verificación)

IAEA

Monitoreo de contaminación superficial

- El programa de monitoreo de la contaminación debe incluir el monitoreo de rutina de:
  - Bancos
  - Pisos
  - Ropa protectora
  - Equipo
  - Manos
  - Paquetes de transporte



IAEA

Métodos indirectos para Monitoreo de contaminación superficial

- Algunos emisores de baja energía como el tritio y el níquel-63 no se pueden detectar de manera confiable mediante un equipo de monitoreo manual
- También puede ser un problema con superficies difíciles o de difícil acceso
- Se puede usar un muestreo por frotamiento (frotis)
- Evaluar la contaminación removible

Use el factor 'despegue' si busca cuantificar la contaminación como Bq/ cm2



IAEA

Métodos indirectos para Monitoreo de contaminación superficial

- Para emisores de baja energía, envíe una muestra para contar y una posible análisis radioquímica.
- En el caso de otros radionucleidos, puede ser suficiente una prueba "Swab to to probe" – testar el bastoncillo con el monitor portátil (solo un control cualitativo)





alfa / beta / gamma counting



centelleo líquido counting

IAEA

CONTROLES ADMINISTRATIVOS

DERRAME Y DESCONTAMINACIÓN

IAEA

Derrame de material radiactivo

- El empleador debería asegurarse de que se proporcionen procedimientos para hacer frente a los derrames, incluidos:
  - procedimientos de limpieza
  - restricción de acceso a la zona afectada
  - monitoreo de las personas afectadas
  - consejo de OPR o Experto Calificado
  - gestión de los residuos que surjan
  - notificaciones a las autoridades pertinentes
- Cualquier derrame debe limpiarse tan pronto como sea posible para minimizar la propagación de la contaminación

Descontaminación de equipos

- El empleador debe proporcionar instalaciones y materiales para la descontaminación de equipos y lugares de trabajo
- El agua es el agente de descontaminación preferido
- Se deben seleccionar otros agentes de limpieza basados en :
  - eficacia
  - restricción de acceso a la zona afectada
  - propiedades peligrosas
  - cantidad de basura generada
  - compatibilidad con la superficie / elementos a limpiar
  - facilidad de eliminación
- La eficacia de la descontaminación debe revisarse periódicamente

IAEA

Descontaminación personal

- Incluye contaminación de:
  - ropa personal
  - piel
  - cabello
  - ojos
  - membranas mucosas
  - heridas
- ORP debe ser informado si se detectó contaminación
  - Es posible que se necesiten muestras para la evaluación de la dosis
  - Entonces comience el proceso de descontaminación

IAEA

Descontaminación personal

- La contaminación por lavado puede no ser efectiva en algunas circunstancias.
- En caso de contaminación grave, consultar a un médico inmediatamente.
- Se requiere asistencia médica para los métodos de descontaminación intrusiva, como la extracción de tejidos.
- El tratamiento médico de las lesiones tiene prioridad sobre las consideraciones radiológicas (pero los esfuerzos de descontaminación deben comenzar tan pronto como sea posible para evitar las ingestas)
- La ropa personal contaminada debe ser lavada, controlada y devuelta al propietario o eliminada como desecho radiactivo

IAEA

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

IAEA

La jerarquía de las medidas de control

Controles de ingeniería y características de diseño

↓

Controles administrativos (sistemas de trabajo)

+

Equipos de protección personal (EPP)

Usa estos primero

Contención, ventilación, diseño para facilitar la descontaminación (y protección)

Cuando el uso de controles de ingeniería no es suficiente solo para restringir las exposiciones, considere los controles de administración.

Se usa cuando los controles de ingeniería y los controles de administración no son suficientes para proporcionar una protección adecuada

IAEA

Consideraciones Generales

- Las medidas de control tales como las características de diseño, los controles de ingeniería junto con los controles administrativos y la capacitación se deben utilizar en la mayor medida posible antes de confiar en el equipo de protección personal (EPP) para la protección del trabajador.

- Cuando los controles de ingeniería y los controles administrativos no son suficientes, debe proporcionarse el EPP

IAEA

Equipo de Protección Personal (EPP)

- La selección de EPP depende de los peligros involucrados en el trabajo
- El EPP debe proporcionar una protección adecuada y ser confortable y cómodo de usar
- Se debe tener en cuenta el posible aumento de la exposición debido a restricciones adicionales del PPE
- Ejemplos de EPP incluyen:
  - ropa protectora
  - ropa reforzada
  - trajes ventilados
  - gafas protectoras
  - equipo de protección respiratoria

Ropa protectora

- El empleador debe especificar ropa de protección adecuada de acuerdo con el riesgo de exposición interna y externa
- Por ejemplo:
  - batas o capas de protección
  - protectores de cabeza
  - guantes
  - calzado impermeable
  - Delantales (*incluidos los delantales blindados con plomo cuando sea apropiado*)
- El empleador debe proporcionar instalaciones de cambio, lavado y lavandería según corresponda
- Las personas deben usar EPP proporcionado

IAEA

Gafas protectoras para el riesgo de radiación externa

- Se pueden usar gafas blindadas adecuadas donde es probable que la dosis en el cristalino sea significativa

- Si se usan anteojos de seguridad convencionales para la protección contra la radiación beta, primero se deben evaluar sus propiedades de protección

- El área cubierta por gafas también debe considerarse

IAEA

Ropa protectora para el peligro de contaminación

- Objetivos:
  - prevenir la transferencia de contaminación radiactiva al trabajador
  - proporcionar protección contra otros peligros, incluidos los productos químicos
  - puede necesitar ofrecer protección contra los riesgos de incendio
  - necesita ser cómodo (especialmente si se usa continuamente)
  - necesita ser lo suficientemente fácil como para ponerlo, usarlo y despegarlo (o el trabajador puede tratar de evitar usarlo)

- Se necesita un enfoque graduado para que coincida con el nivel de riesgo y tener en cuenta las necesidades particulares del entorno de trabajo y las tareas realizadas

IAEA

Ropa protectora

- La capa de ropa externa es más probable que esté contaminada
- Protege la ropa interior y el equipo que lleva puesto el trabajador



IAEA

Equipo de protección respiratoria (EPR)

- Los empleadores no deben confiar en el uso de EPR para cumplir con los límites de dosis individuales
- El EPR puede ser necesario para emergencias, reparaciones y mantenimiento y en circunstancias especiales
- Debe usarse solo por un período de tiempo limitado y especificado
- Si los niveles de contaminantes en el aire exceden los niveles de trabajo seguros especificados por la administración, se debe usar un EPR apropiado.
- El área debe ser monitoreada y los trabajadores retirados si se pueden exceder los niveles de trabajo seguros o los límites de dosis



IAEA

Equipo de protección respiratoria (EPR)

- El uso del EPR debe ser supervisado
- Los empleadores deberían asegurarse de que los usuarios sean "probados en forma" y entrenados para usar EPR
- Los resultados de las pruebas de ajuste deben registrarse
- Los factores de protección deben ser especificados
- El período de uso no debe ser tan largo como para desalentar el uso de EPR
- Los respiradores de filtro deben tener baja resistencia a la respiración
- En el EPR de aire suministrado, el aire debe ser de calidad respirable y en cantidad suficiente para garantizar el uso sin fugas

IAEA

Equipo de protección respiratoria (EPR)

- Se debe considerar la comodidad y la conveniencia de uso, así como el factor de protección
- Los respiradores de aire con motor o los cascos con protectores faciales son preferibles para la comodidad
- El EPR debe limpiarse, mantenerse e inspeccionarse regularmente
- Registros de inspecciones y reparaciones deben mantenerse
- La frecuencia de las pruebas depende del tipo de EPR y del entorno en el que se utiliza
- El EPR se debe verificar antes del uso y después de la limpieza



IAEA

Eliminación de EPR en situaciones de mayor riesgo

- Riesgo significativo de ingesta durante la eliminación de EPR y EPP
- Necesita ayudante / equipo de apoyo que también use EPP
- Puede poner un respirador nuevo al trabajador mientras retira el resto del EPP
- Verificar la contaminación en la nariz
- Debe tener un plan de emergencia para hacer frente a una emergencia médica en un área altamente contaminada





IAEA

CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA NORM

IAEA

NORM en el procesamiento de minerales, etc.

- Concentraciones típicas de cadenas U-238 + Th-232 (1-10 Bq/g)
- Tasas de dosis de radiación externa relativamente bajas
- Principal preocupación radiológica es la exposición interna del polvo
- La primera consideración debería ser la contención (pero la contención completa con frecuencia no es práctica)
- Por lo general, es necesario controlar los niveles de polvo en el lugar de trabajo de todos modos
- Seguir los principios generales de control de polvo

IAEA

NORM en el procesamiento de minerales, etc.

- Diseñar procesos para minimizar la producción de polvo
- Suprima el polvo donde sea posible (por ejemplo, pulverizadores de agua)
- Proporcione ventilación lo más cerca posible de la fuente
- Buen mantenimiento: mantenga limpias las superficies del lugar de trabajo para minimizar la resuspensión
- Controle la exposición de NORM acumulada durante las operaciones de mantenimiento
- EPP puede ser requerido

IAEA

Sistema de ventilación local para NORM



IAEA

Monitoreo de contaminación NORM

- Se pueden necesitar instrumentos especialmente diseñados
- Riesgo de incendio o explosión - ¿equipo intrínsecamente seguro?
- Sondas cilíndricas para monitorear dentro de las tuberías
- Calibrado usando estándares naturales de uranio / torio si es posible



IAEA

Resumen de presentación

- Consideraciones Generales
- Controles de ingeniería
  - Control de contaminación superficial
  - Blindaje
  - Ventilación
  - Control de polvo
- Controles administrativos
  - General
  - Programa de monitoreo de contaminación superficial
  - Derrame de material radiactivo y descontaminación
- Equipo de protección personal
- Consideraciones especiales para NORM

IAEA

PREGUNTAS Y DISCUSIÓN

IAEA
International Atomic Energy Agency