

# ASPECTOS DE SEGURIDAD EN EL USO DE DENSÍMETROS NUCLEARES

# TEMAS

- Radionucleidos más usados en Densímetros Nucleares
- Estadística de Accidentes Radiológicos
- Causas Básicas y Consecuencias de los Accidentes/Incidentes
- Prevención de los Accidentes/Incidentes

# Americio 241

- Período de semidesintegración: 432 años
- Radiotoxicidad: Muy Alta
- Actividad: 37 kBq a 420 MBq (alfa y gamma)
- Forma Física: sellada
- Usos en la Industria:
  - pararrayos,
  - detectores de humo,
  - medidores industriales,
  - calibración y
  - prospección petrolera

# Cesio 137

- Período de semidesintegración: 30 años
- Radiotoxicidad: Alta
- Actividad: 10 kBq a 3,7 PBq (beta y gamma)
- Forma Física: sellada
- Usos en la Industria:
  - medidores industriales,
  - prospección petrolera,
  - gammagrafía industrial,
  - Irradiadores
- Usos en la medicina e investigación

# Densímetro Nuclear con fuente Cesio 137 y Americio 241 (Am/Be)

- Riesgo: Medio
- Uso: Medidores de compactación, densidad y humedad
- Tasa de dosis a 1 metro: 3,6 mRem/hora =  $3,6 \times 10^{-2} \text{mSv/hora}$  para una Actividad 370 MBq (10 mCi)
- Precauciones:
  - Toda manipulación deberá ser realizada evitando el contacto directo
  - Riesgo adicional de dosis externa debido a la fuente de neutrones Am/Be
- Principales Marcas: CPN, PORTAPROBE, TROXLER

# Densímetro Nuclear con fuente Cesio 137

- Riesgo: Alto
- Uso: Medidores de densidad y humedad
- Tasa de dosis a 1 metro:  $1,6 \times 10^4$  mRem/hora =  $1,6 \times 10^2$  mSv/hora para una Actividad 1,62 TBq (43,8 Ci)
- Precauciones:
  - No tocar la fuente radiactiva
- Principales Marcas: AMERSHAM, CPN, PORTAPROBE, TROXLER, BERTHOLD, OHMART

# ACCIDENTES RADIOLOGICOS

# ESTADISTICAS

- Los accidentes radiológicos son raros.
- Entre 1944 y 1999, en 405 accidentes ocurridos en todo el mundo, unas 3.000 personas sufrieron lesiones y 120 murieron (28 víctimas directas de Chernobil).
- Durante los últimos años ha aumentado el número de accidentes e incidentes relacionados con fuentes de radiación.
- Las víctimas de estos sucesos no están concientes que pueden haber estado expuestas a radiaciones.

# ESTADISTICAS

- Probablemente los primeros en observar las consecuencias médicas de estas situaciones sean médicos de medicina general, dermatólogos, hematólogos, pero el diagnóstico puede no ser evidente a primera vista.
- La falta de conocimientos sobre las consecuencias de la exposición a las radiaciones es una de las razones principales de que muchas lesiones accidentales no se reconozcan lo suficientemente pronto para recibir el tratamiento más eficaz.

# Causas Básicas de los Accidentes/Incidentes



# Causas Básicas de los Accidentes/Incidentes

## Factores que contribuyen a los Accidentes

- Falta control Autoridad Reguladora o es inadecuado
- Entrenamiento inapropiado en la operación
- MPRO inadecuado o no existe
- No seguir procedimientos autorizados MPRO
- Mantenimiento Inadecuado de los equipos
- Defectos del equipo
- Falta en el uso de medidores de radiación
- Errores humanos
- Violaciones voluntarias

# Factores Contribuyentes a los Accidentes

## • EL PROGRAMA NACIONAL REGULADOR NO EXISTE O NO ES EFECTIVO

- La organización reguladora no tiene suficiente autoridad / recursos
- El proceso de licenciamiento no existe o no es efectivo
- Las actividades de inspecciones de campo no existen o no son efectivas
- El seguimiento de las inspecciones es inadecuado

# Factores Contribuyentes a los Accidentes

## • **FALTA DE ENTRENAMIENTO**

- Los operadores no están calificados para el uso seguro de material radiactivo
- Los trabajadores relacionados no están informados de la presencia de material radiactivo
- Los operadores y los trabajadores relacionados no comprenden los procedimientos de emergencia
- Falta de actualización del entrenamiento y de entrenamiento para nuevos empleados

# Factores Contribuyentes a los Accidentes

## EL PROGRAMA DE SEGURIDAD NO ES ADECUADO O NO ESTÁ DISPONIBLE

- Falta de compromiso de la gerencia en el programa de seguridad
- Énfasis en seguridad  $\Rightarrow$  no hay actitud de "prioridad a la seguridad"
- Falta de recursos para implementar el programa
- Falta de autoridad del OPR para controlar situaciones no seguras

# Factores Contribuyentes a los Accidentes

## • **PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD**

- Falta de una actitud de “prioridad a la seguridad”
- Inadecuada supervisión por parte del OPR para garantizar que se siguen los procedimientos
- Falta del entrenamiento necesario en el uso seguro de material radiactivo

# Factores Contribuyentes a los Accidentes

## • FALLO DEL EQUIPO

- Instalación o mantenimiento inadecuado
- Mal uso del equipo
- Uso del equipo más allá de los límites del diseño

# Factores Contribuyentes a los Accidentes

- **Fallo por no usar un medidor de radiación o usarlo inadecuadamente**
  - Son usados tipos incorrectos de medidores de radiación
  - Los medidores de radiación no tienen actualizada la calibración o no son calibrados correctamente
  - Entrenamiento inadecuado de los individuos en el uso de los medidores de radiación
  - Falta de una actitud de “prioridad a la seguridad”

# Acciones Inseguras

- Atropellamiento del densímetro por vehículo en movimiento
- Atropellamiento del operador por vehículos en movimiento, cerca del punto de trabajo
- Caídas por obstrucciones de las zonas de circulación
- Bodegas para el almacenamiento de equipos radiactivos sin protección o sin la señalización respectiva.
- Daño, robo o pérdida del equipo, por no contar con caja de transporte señalizada o con protección.
- Mediciones erróneas a las zonas aledañas, por no contar con detectores de radiación ionizante y con calibración vigente.
- No efectuar un mantenimiento periódico del equipo, lo cual puede producir un trabamiento de la fuente radiactiva.
- Irradiación externa con radiaciones gamma producidas por el equipo

# Acciones Inseguras

- No usar en forma permanente dosímetro personal.
- Golpes con herramientas al equipo en su operación.
- Utilizar el densímetro nuclear en forma incorrecta
- Exponer la fuente radiactiva del vástago fuera de la perforación del terreno.
- Colocar la caja de transporte con el equipo cerca de la cabina del conductor durante el transporte
- Operar, almacenar y transportar el densímetro nuclear por personal no calificado y sin autorización
- No demarcar y señalizar la zona de operación del equipo.
- Permitir el acercamiento de personal no autorizado durante la exposición de la fuente radiactiva.
- No utilizar elementos de protección personal como casco, zapatos de seguridad, guantes, lentes y chaleco reflectante.

# Consecuencias de malas prácticas

- Pérdidas materiales
- Daño a las personas
- Daño al medio ambiente

# Consecuencias



# Medidas preventivas

- Hacer una adecuada programación
- Contar con personal con conocimiento cabal de la práctica
- Permitir la operación del equipo solo a personal calificado
- Realizar la operación del equipo con un ayudante
- Verificar que la empresa cumpla las exigencias legales
- Verificar que al ingresar a la faena o área de trabajo se disponga de todos los elementos de requeridos para la operación

# Prevención de los Accidentes/Incidentes

- Cumplir con la Reglamentación Vigente
- Realizar las mantenciones periódicas al equipo y accesorios
- Utilizar los elementos de seguridad durante la operación
- Aplicar procedimientos de operación del equipo aprobados por la Autoridad Reguladora

# Medidas Preventivas:

La operación, almacenamiento y transporte del densímetro nuclear deberá realizarse dentro de lo que establecen las normas de seguridad para este tipo de equipo y con personal debidamente calificado, con la licencia respectiva y vigente.

## **Para el Personal:**

- El operador del equipo y su ayudante debe contar con su dosímetro personal.
- El personal debe usar todos los EPP requeridos para el trabajo que se ejecuta, (casco, zapatos de seguridad, guantes, lentes y chaleco reflectante)
- Todo el personal relacionado directa o indirectamente estará instruido acerca de las áreas del trabajo específico a realizar y de las medidas de prevención que deben adoptarse durante la operación y emergencias.

# Medidas Preventivas:

## **Bodega de Almacenamiento Densímetros:**

- El almacenamiento del equipo se realizará en una bodega autorizada por el SEREMI de Salud Regional la cual debe permanecer cerrada.
- Contar con la señalización de advertencia correspondiente al almacenamiento de equipos radiactivos (en la puerta de acceso y los cuatro costados de la bodega).
- Debe controlarse el ingreso, sólo para el personal autorizado.
- La bodega de almacenamiento será de uso exclusivo para el densímetro no deberá contener otros equipos, materiales o herramientas.
- Debe mantenerse limpio, despejado, ventilado.

# Medidas Preventivas:

## Operación Densímetro en terreno:

- Antes de proceder a la operación, con el equipo radiactivo, se demarcará el área de trabajo con conos, letreros y el símbolo relacionado con el riesgo de la radiactividad.
- Solo el operador "autorizado" manipulará el equipo, permaneciendo en las proximidades sólo el personal autorizado y restringiendo el ingreso de personal ajeno a la operación.
- Primero se perforará y marcará el suelo y el perímetro de la placa para que, posteriormente, el operador baje el vástago procediendo a medir.
- **Nunca debe bajarse el vástago sin que el equipo esté completamente apoyado en el suelo y ubicado en la perforación.**

# Medidas Preventivas:

## Operación Densímetro en terreno:

- No se trabajará en zonas de vehículos o maquinarias en **movimiento**, coordinando los trabajos con la supervisión a fin de determinar, previamente, los accesos, rutas de circulación, zonas de medición y horarios.
- Verificar que las vías de circulación en el área de operación estén expeditas.
- Una vez finalizada la tarea se procederá a guardar y mantener en su caja de transporte, el equipo, retirar la señalización en el terreno.
- Posteriormente dejar el densímetro definitivamente en la bodega de almacenamiento autorizada.
- Contar con un Manual de Protección Radiológica Operacional del Densímetro Nuclear que cuente con al menos Procedimientos de Operación y Emergencia.

# Medidas Preventivas:

## Transporte del Densímetro Nuclear:

- Cumplir con lo dispuesto en el Reglamento de Transporte N° 12.
- Al transportar el equipo radiactivo en vehículos, mantener la caja del equipo fija y en la parte más alejada de la cabina.
- Dentro de la caja colocar una hoja con el procedimiento de emergencia en caso de robo o pérdida del equipo. (Nombre Empresa, Teléfonos de emergencia, dirección).
- Llevar una bitácora de registro con los datos de las salidas e ingreso desde el lugar de almacenamiento del equipo, día, hora, lugar de trabajo y faena, además de indicar el nombre del operador responsable.