

## Diseño de un almacén centralizado para medidores nucleares en la gran minería que permita cumplir la norma ISO 14000

Mario Mallaupoma<sup>1,\*</sup>, Javier Gago<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección de Servicios, Instituto Peruano de Energía Nuclear Av. Canadá 1470, San Borja Lima, Perú

<sup>2</sup> Dirección de Investigación y Desarrollo, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

### Resumen

En este artículo se presenta el diseño de un almacén centralizado para fuentes radiactivas que se utilizan en un centro minero. Las características y aspectos técnicos son aplicables a todo almacén de fuentes radiactivas pudiendo variar las dimensiones del correspondiente almacén.

### Abstract

This paper presents the design of a centralizing storage for a mining center which storage a large amount of nuclear gauges. The characteristics and technical aspects are applicable to every storage of nuclear gauges; nevertheless, the storage size must be taken into account according to the inventory that considers the activity and the volume of all the nuclear gauges in the facility.

## 1. Introducción

La denominada gran minería hace uso intensivo de los medidores nucleares, que contienen fuentes radiactivas y son utilizadas en los procesos de producción. Estos centros mineros importantes tienen entre 40 a 100 medidores nucleares y requieren contar con un almacén donde se pueden guardar teniendo en cuenta las consideraciones de seguridad radiológica y seguridad física. Las exigencias son el cumplimiento del Reglamento de Protección Radiológica pero a la vez las exigencias adicionales de las normas ISO 14000.

La función de un almacén en un centro minero es la de almacenar en forma segura los medidores nucleares aun no instaladas, sin operación, con fallas o los que han cumplido su vida útil y están a la espera de ser confinados como desechos radiactivos. La mayor demanda de almacenamiento ocurre cuando los medidores nucleares van a ser colocados en los procesos de producción pero que temporalmente son almacenados en forma conjunta. En este caso se deben observar las medidas de seguridad.

Como los centros mineros aplican también a las normas ISO 9000 así como a la ISO 14000 [1], se les exige medidas adicionales a las recomendadas por el reglamento de protección radiológica [2]. Por ejemplo, la

capacidad del almacén debe albergar a todo el inventario de material radiactivo una vez que cesen las operaciones de la planta. Por esta razón, se tiene que construir almacenes flexibles que permitan cumplir con las exigencias técnicas, de seguridad y de gestión administrativa.

Las fuentes utilizadas son diversas y pueden ser de iridio-192, cesio-137, cobalto-60 o fuentes emisoras de neutrones. El volumen promedio de las fuentes radiactivas puede ser de 1 a 10 litros de capacidad. Por eso si estas fuentes no son almacenadas adecuadamente se corre el riesgo que se pierdan o que no se apliquen las normas de protección radiológica.

Los medidores nucleares que se utilizan en los centros mineros presentan diferentes características en cuanto a su actividad, tipo de blindaje, peso, volumen y tasas de dosis que pudieran presentar tanto en contacto, como a un metro de distancia con respecto a la superficie externa del bulto[3]. Se entiende por bulto al conjunto de la fuente radiactiva y su blindaje. En la Figura 1 y 2 se observan los diferentes tipos de medidores nucleares utilizados en minería [4].

\* Correspondencia autor: mmallaupoma@ipen.gob.pe



**Figura 1.** Fuente radiactiva a ser instalada.



**Figura 2.** Fuentes radiactivas en desuso.

## 2. Metodología

Para el diseño del almacén centralizado se ha tenido en cuenta las consideraciones de ingeniería, las características de los medidores nucleares y las fuentes radiactivas utilizados en los procesos de producción en los centros mineros [5].

### 2.1 Requisitos de diseño

El diseño debe ser simple y seguro. Deberá considerar las propiedades y el inventario total de equipos conteniendo material radiactivo, así como los riesgos potenciales del material almacenado. De igual manera, el diseño debe considerar la vida útil de operación del centro minero [6].

El área donde se construya el almacén debe tener acceso restringido o estar alejado del tránsito regular de personas (Figura 3).



**Figura 3.** Vista lateral de almacén de fuentes radiactivas.

La ubicación debe considerar un nivel apropiado de seguridad física; por ejemplo, una entrada única, construcción robusta, cerco perimétrico (Figura 4).



**Figura 4.** Pared lateral de almacén y cerco metálico perimétrico.

La localización del almacén debe ser específica para los materiales radiactivos y no colocar materiales inflamables, ni productos químicos o gases comprimidos. Además, la localización debe facilitar el ingreso y retiro de los materiales radiactivos.

El diseño también debe de considerar los usos futuros, así como la etapa de cierre del almacén.

Debe estar construido con material noble, de concreto. La puerta debe ser segura y de alta resistencia, considerando el material de plomo si se requiere blindaje (Figura 5).



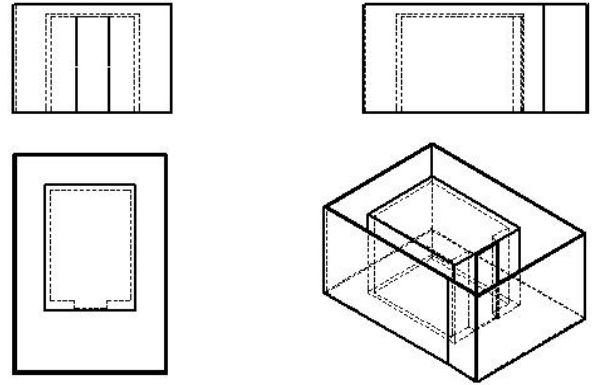
**Figura 5.** Puerta con blindaje de plomo.

Las paredes laterales deberán ser construidas con concreto puro. En su interior deberá tener un andamio de madera con diferentes niveles donde se puedan ubicar todo el inventario radiactivo que posee el asiento minero (Figura 6).



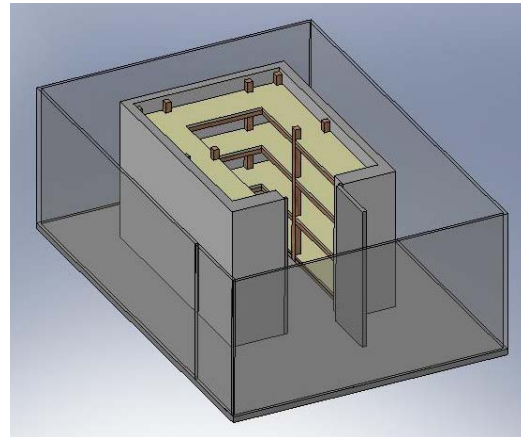
**Figura 6.** Ubicación de medidores nucleares al interior del almacén.

El almacén o bunker está considerada como un área controlada, desde el punto de vista de la protección radiológica; por lo tanto, su acceso está restringido solo a personal autorizado, que deberá actuar dentro del mismo, cumpliendo las normas de protección radiológica respectiva. En la Figura 7 se aprecian la vista frontal, lateral, superior e isométrico del almacén.



**Figura 7.** Diagrama de almacén (vista frontal, lateral, superior e isométrico).

Los aspectos técnicos de diseño indicados permiten cumplir las exigencias regulatorias y normativas de la Ley 28028 y de su Reglamento aprobado por Decreto Supremo No.0039-2008-EM. De igual manera, permite cumplir con las normas ISO 14000 lo cual evita generar riesgos inaceptables para el medio ambiente. En la Figura 8 se puede visualizar un isométrico del almacén.



**Figura 8.** Isométrico de almacén con vista de anaqueles en su interior.

Asimismo, el diseño del almacén debe facilitar la recuperación de los materiales radiactivos, la inspección y el monitoreaje. En la Figura 9 se muestra la operación de verificación de tasa de dosis.



**Figura 9.** Verificación de tasas de dosis.

### 3. Resultados y discusión

El diseño de la instalación centralizada ha sido implementado y evaluado en un centro minero, que cuenta con un inventario total de 50 equipos que tienen material radiactivo, habiéndose verificado el cumplimiento de las normas de radioprotección.

Teniendo en cuenta el inventario total de los medidores nucleares y fuentes radiactivas, y considerando los parámetros de blindaje, tiempo y distancia es posible conseguir valores de tasa de dosis aceptables, en el perímetro cercado del almacén; asimismo, permite controlar los niveles de dosis para el personal operador considerando las operaciones periódicas a desarrollar. Para el caso de público en general, en ninguna situación se alcanza el límite de dosis reglamentario de 1 mSv al año.

### 4. Conclusiones

El almacén centralizado en un centro minero, resulta ser la mejor opción para almacenar todos los equipos y fuentes radiactivas en forma segura, ya que permite tener un control permanente del inventario general de todas las fuentes radiactivas existentes, que no están en operación. También permite cumplir con las exigencias técnicas de la normativa nacional así como las exigencias administrativas de la norma ISO 14000.

### 5. Bibliografía

- [1] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual – INDECOPI. NTP - ISO 14001:2008. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso. 3ra. Edición, Lima Perú.
- [2] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Reglamento de Seguridad Radiológica. Lima: Perú, 1997.
- [3] International Atomic Energy Agency. Identification of radioactive sources and devices. IAEA Nuclear Security Series No. 5. Technical Guidance Reference Manual. Vienna: Austria, 2007.
- [4] International Atomic Energy Agency. Technical data on nucleonic gauges. IAEA-TECDOC-1459. Vienna: Austria, 2005.
- [5] International Atomic Energy Agency. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Safety Series No. 115. Vienna: Austria, 1996.
- [6] Mallaupoma Mario. Informe técnico de evaluación radiológica de un almacén para fuentes selladas. Instituto Peruano de Energía Nuclear, Dirección de Servicios, Lima: Perú, 2008. [Informe interno].