



Evaluación de las consecuencias de la dispersión de radionucleidos asociada al atascamiento de fuentes selladas en el Yacimiento Cerro Hamaca



I. INTRODUCCIÓN

Con motivo del atascamiento de una herramienta portante de fuentes radiactivas selladas, propiedad de la Empresa Halliburton, en una perforación de un pozo petrolífero del Yacimiento Cerro Hamaca, se evaluó mediante escenarios conservativos las dosis en miembros del público, que pudieran asociarse a la dispersión del material contenido en la fuente radiactiva por pérdida de su estanqueidad y sus consecuencias radiológicas.

El atascamiento se produjo a una profundidad aproximada de 578 m y las actividades de las fuentes involucradas son:

- 3,5 kBq, 3,1 kBq y 66 GBq de Cs 137
- 163 MBq de Cf 252

Estudios realizados en la región oriental de la Provincia de Neuquén, hasta una profundidad de 500 m, permiten reconocer tres unidades hidrogeológicas. Una unidad con sedimentos escasamente permeables con techo a una profundidad de entre 300 y 400 m. Por encima, el complejo acuífero que corresponde a arenas permeables se desarrolla hasta los 180 y 200 m de profundidad. La unidad superior se extiende por encima de los 180 m y presenta una mayor interrelación con el ciclo hidrológico.

Si bien el acuífero se desarrolla aproximadamente a 250 m por encima de las fuentes atascadas, para esta evaluación se asume conservativamente que el acuífero de consumo humano está en contacto directo con las fuentes a aproximadamente 580 m de profundidad.

Aunque en la realidad las fuentes se encuentran protegidas y selladas a 250 m por debajo del acuífero, también se supone que el deterioro total de las fuentes y el consecuente pasaje del contenido radiactivo al acuífero, ocurre al cabo de un año.

II. METODOLOGÍA

Se estimó la dosis que recibiría un adulto debido a la ingestión de agua contaminada con cesio 137 y californio 252, proveniente de un pozo ubicado en la dirección del flujo subterráneo cercano a la de la posición de las fuentes.

Utilizando el modelo de Dispersión de Radionucleidos en Acuíferos Freáticos (DRAF) se analizó el movimiento y evolución temporal de la concentración de un elemento radiactivo disuelto en agua en un medio saturado. Este modelo resuelve numéricamente, mediante un programa computacional, la ecuación de transporte de solutos en un medio poroso saturado en tres dimensiones en forma discretizada.

A efectos de realizar la modelación, se eligió una región de interés de 300 m de longitud por 10 m de ancho y 6 m de profundidad y se la representó mediante 18000 nodos de 1 m^3 cada uno. Se supone que la actividad inicial de cesio 137 ($6,6 \text{ E}10 \text{ Bq}$) y de californio 252 ($1,6 \text{ E}8 \text{ Bq}$) se halla distribuida uniformemente en un nodo (volumen de 1 m^3), ubicado



en un extremo de la región. Se eligieron puntos de interés cercanos a la posición de las fuentes. Los mismos representan posibles posiciones de un pozo de extracción de agua. El tiempo de duración de la simulación se tomó igual a 800 años.

A partir de la concentración de actividad se estimó la dosis anual que recibiría un adulto debido a la ingestión de agua proveniente del acuífero.

III. CONCLUSIONES

En base al escenario conservativo planteado, los cálculos realizados arrojaron valores de dosis muy por debajo del valor establecido por la normativa vigente para miembros del público; los mismos son indistinguibles del fondo natural de radiación y las concentraciones obtenidas de cesio 137 y californio 252 resultaron inferiores a los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (10 Bq/l y 1 Bq/l, respectivamente) en su guía para la calidad del agua potable (año 2006).

Ante la imposibilidad de recuperar la herramienta y basándose en la estimación conservativa de las dosis calculadas, se procedió a autorizar la inmovilización y el sellado de la zona cubriéndola con un tapón de cemento de 61 m de espesor.

IV. OTROS ANTECEDENTES

Los protocolos aplicados en Cerro Hamaca, son consistentes con las prácticas internacionalmente recomendadas para casos similares.

Según documentación publicada por el Organismo Internacional de Energía Atómica, hay aproximadamente 9000 fuentes radiactivas destinadas a perfilaje de pozos de petróleo en el mundo y cientos de ellas han resultado atascadas y posteriormente cementadas en profundidad para proceder a una disposición final segura en el sitio. Por ejemplo, en el Golfo de México se han registrado atascamientos de más de 40 fuentes de Am Be (equivalentes a aproximadamente 592 GBq) y un número similar de fuentes de cesio 137 (equivalentes a aproximadamente 74 GBq), las cuales debieron ser inmovilizadas en profundidad vía cementación, al fallar los intentos de recuperación.

Por otra parte, datos recabados en países de Europa con producción de petróleo, muestran que en promedio se reciben seis solicitudes por año de autorización para disposición final en el sitio de fuentes atascadas.