

Medición de caudales y determinación de parámetros hidrodinámicos en tuberías utilizando radiotrazadores y el software RTD

Gerardo Maghella*, Enoc Mamani, José Maguiña, Jorge Condori

División de Ingeniería e Hidrología, Instituto Peruano de Energía Nuclear,
Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Resumen

El presente estudio tuvo como finalidad determinar parámetros hidrodinámicos como velocidad, caudal, tiempo de tránsito, Número de Peclet y coeficiente de dispersión en tuberías, siendo estos parámetros importantes para la simulación.

Abstract

This report shows hydrodynamic parameters determination such as velocity, flow, transit time, Peclet Number and dispersion coefficient in pipes, which are important parameters for simulation purposes.

1. Introducción

El empleo de trazadores radiactivos para la determinación de parámetros hidrodinámicos en tuberías tales como el tiempo de tránsito, velocidad, caudal, número de Peclet y coeficiente de dispersión, es fácilmente aplicable porque ofrece una serie de ventajas, tales como:

- La identidad entre el producto marcado y el trazador puede lograrse a nivel atómico.
- Un átomo del trazador o isótopo del trazador radiactivo se comportará igual que un átomo estable del mismo elemento.

Los trazadores radiactivos son detectados y medidos con una alta sensibilidad a través de las paredes de diverso material y equipos, lo que hace posible efectuar mediciones en línea; éstos se utilizan en pequeñas cantidades, de modo que no perturben los procesos, pueden detectarse selectivamente por discriminación del tipo y energía de la radiación emitida cuando el flujo involucra dos o más fases en transporte; no se ven afectados por las variables del proceso como la presión, temperatura, etc. [1,2].

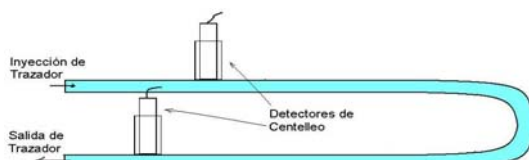


Figura 1. Disposición de detectores.

El trazador utilizado fue el I-131 de 2 μ Ci de actividad, debido a que si bien el tiempo de semi desintegración es mayor que el del Tc-99m (8 días vs. 6 horas), por la actividad usada y el tiempo de tránsito previsto del fluido en el sistema, se precisó del radioisótopo más energético. Asimismo, se empleó un sistema de medición que consiste en 02 detectores de Centelleo y la electrónica asociada para la adquisición de datos.

2. Desarrollo Experimental

2.1 Materiales y equipos

- Sistema de adquisición de datos con detectores de centelleo de NaI (Figura2).



Figura 2. Sistema de adquisición de datos con sonda.

- Sistema de tubería, de inyección instantánea.
- Dosímetro personal
- Monitor de radiación

* Correspondencia autor: gmaghella@ipen.gob.pe

- Trazador I-131, 2 μCi
- Materiales: Guantes, jeringas, deslacrador de viales.

2.2 Metodología

La metodología se basa en la inyección de un trazador en una tubería donde se ha instalado previamente en la parte externa detectores de radiación (02), los cuales captan la radiación que emite el radiotrazador a su paso por estos detectores. Esta se mide en cuentas/s.

Los valores considerados para los cálculos son:

- Diámetro de la tubería = 0.016 m
- Longitud de la tubería = 5.14 m
- Volumen de la tubería = 1.033 litros
- Espesor de la tubería = 0.25 cm
- Trazador utilizado = I-131
- Detector = Centelleo 3.81 x 3.81 cm

El método de inyección es instantáneo y el método de cálculo es denominado de dilución. Se siguen los siguientes pasos:

- Se prepara un sistema de tuberías donde pasarán el agua y el trazador I-131 (Fig. 1).
- Se calcula previamente la actividad del trazador a utilizar con los software ECRIN y SPEEDY [3,4].
- Se define previamente la logística y procedimiento a emplear.
- Se procede a realizar la inyección y la medición.
- Se procesan los resultados para calcular el tiempo de tránsito y el caudal.
- Para hallar los parámetros hidrodinámicos se procesan los datos en el software RTD (Residence Time Distribution) [5].

3. Resultados y Discusión

Se utilizaron los software ECRIN 2 y SPEEDY para calcular la actividad del trazador, utilizando los datos consignados en el ítem 2.2:

La tasa de conteo obtenida mediante el software ECRIN 2 es:

Tasa de conteo = 41600 c/s

La actividad obtenida mediante el software SPEEDY es:

- Actividad utilizada: 1.578 μCi

y se representa en la Figura 3.

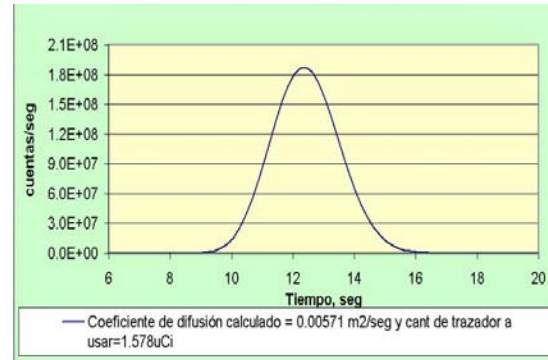


Figura 3. Curva de la simulación de la actividad de radiotrazador a inyectar utilizando el software SPEEDY.

La curva de respuesta del radiotrazador en el sistema se muestra en la Figura 4.

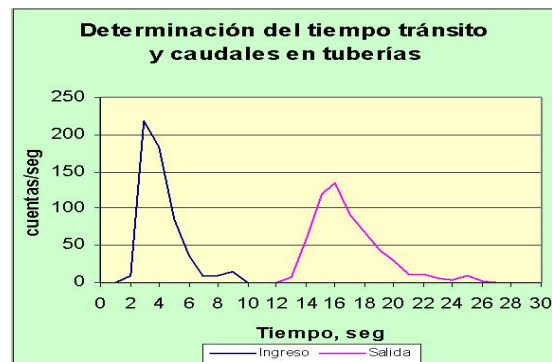


Figura 4. Curva obtenida al paso del radiotrazador por los puntos de detección.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Tiempo de tránsito: 12.62 s

Velocidad = 40.70 cm/s

Caudal = 81.83 ml/s

Utilizando el software RTD, empleando los datos de ingreso y salida, se tiene los siguientes datos optimizados (Figura 5).

- Tiempo de tránsito = 12.62 s.
- Número de Peclet = 145
- Coeficiente de dispersión = 0.0144 m^2/s que es un valor más real que el obtenido con el software SPEEDY (ideal) de 0.0057 m^2/s .

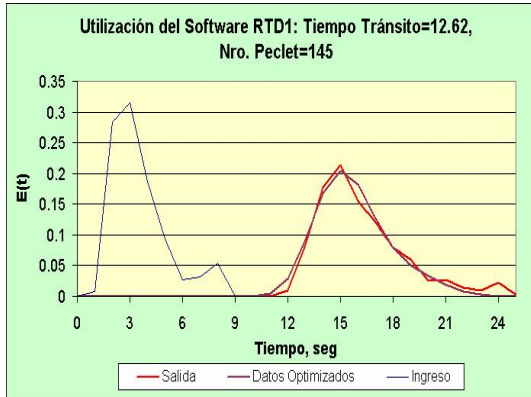


Figura 5. Curva optimizada del radiotrazador mediante el empleo del software RTD.

Los parámetros hidrodinámicos obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros hidrodinámicos.

Tiempo de Tránsito	12.62 s
Velocidad	40.70 cm/s
Caudal	81.83 ml/s
Número de Peclet	145
Coefficiente de dispersión	0.0144 m ² /s

4. Conclusiones

- El tiempo de tránsito obtenido en el sistema de tuberías estudiado es de 12,62 s.
- El número de Peclet obtenido fue de 145, lo que demuestra que el proceso opera con un comportamiento tipo flujo pistón.
- Existen diferencias entre los Coeficientes de Dispersión obtenidos por el software RTD

(0,0144 m²/s) y SPEEDY (0,0057 m²/s) debido al modelado de la curva del fluido en el sistema, considerando el cálculo en condiciones reales relacionados con la dispersión hidrodinámica, caracterizada por la no uniformidad del movimiento de las moléculas del fluido dentro del sistema en estudio, y el Número de Peclet obtenido.

- Los software ECRIN 2 y SPEEDY nos permiten calcular la actividad y la tasa de conteo necesarias del radiotrazador a inyectar.

- El software RTD nos permite realizar el modelado de la curva de respuesta del radiotrazador en un proceso con el fin de obtener la distribución del tiempo de residencia.

5. Bibliografía

- [1]. International Atomic Energy Agency. Radiotracer technology as applied to industry. IAEA-TECDOC-1262. Vienna: IAEA; 2001.
- [2]. International Atomic Energy Agency. Radiotracer residence time distribution method for industrial and environmental applications. Training Course Series No. 31. Vienna: IAEA; 2008.
- [3]. Software de Aplicación ECRIN 2
- [4]. Software de Aplicación SPEEDY
- [5]. International Atomic Energy Agency. A manual for the RTD software. Vienna: IAEA.