

Determinación de parámetros hidrodinámicos en el río Chillón utilizando trazadores salinos y el software RTD

José Maguiña*, Enoc Mamani, Gerardo Maghella, 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 la determinación de parámetros hidráulicos como velocidad, caudal, tiempo de tránsito, número de Peclet y coeficiente de dispersión en el río Chillón, utilizando una sal de Cloruro de Sodio (NaCl) como trazador.

Abstract

This report shows how to determine hydraulic parameters such as speed, flow, transit time, Peclet number and dispersion coefficient in Chillon River, by using a salt as a tracer.

1. Introducción

Para la determinación de los parámetros hidráulicos en ríos, el único método utilizado es mediante el empleo de trazadores, estos pueden inyectarse de manera instantánea mediante la técnica de estímulo-respuesta. Los trazadores más utilizados en ríos son: trazadores estables (colorantes, sales químicas, etc.), trazadores radiactivos (radiotrazadores) y los trazadores activables (compuestos estables que se añaden al sistema y que luego son transformados en radiactivos en los reactores nucleares). Para este estudio empleamos sal como trazador y un conductivímetro como equipo de detección.

La inyección de trazador es instantánea y se realiza teniendo en cuenta la detectabilidad con el conductivímetro en el punto de detección, mientras que la determinación de parámetros hidrodinámicos se realiza mediante el software RTD.

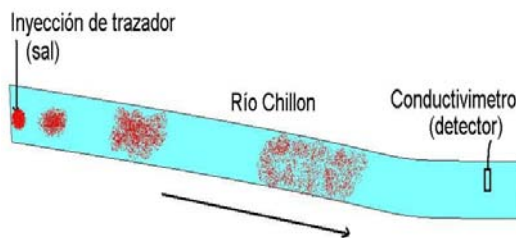


Figura 1. Disposición del detector (conductivímetro).

2. Desarrollo experimental

2.1 Materiales y equipos

- Conductivímetro.
- Sistema de inyección instantánea. (solución salina en balde de 30 litros)
- Sal de NaCl (3.5 kg).
- Materiales: Guantes, botas de jebe.
- Otros: Baldes, cinta métrica de 100 metros, cronómetro, etc.

2.2 Metodología

- Se inspecciona el río para ubicar los puntos de inyección y detección seguros. (Figura 1).
- Se calcula previamente la cantidad de sal (trazador) que será inyectada en el río, empleando como referencia una curva de calibración previamente realizada con el conductivímetro (Figura 2).
- Se instala el conductivímetro en el punto de detección ya prefijado aguas abajo y se procede a la inyección de la solución salina.
- Se miden los datos de conductividad del paso del trazador por el punto de detección.
- Se procesan los resultados para calcular el tiempo de tránsito y el caudal.
- Para hallar los parámetros hidráulicos se modelan los datos en el programa "Residence Time Distribution" (RTD).

* Correspondencia autor: jmaguiña@ipen.gob.pe

3. Resultados y Discusión

Para el cálculo de la cantidad de trazador (kg de sal) se empleó la curva de calibración, teniendo en cuenta la Figura 2, para la cual se consideraron los siguientes datos:

- Volumen aproximado del río a marcar:
 - longitud del tramo del río: 150 m
 - ancho del cauce: 6 m
 - profundidad: 0.30 m $V_{\text{río}} = 270 \text{ m}^3$
- Volumen efectivo de marcado = $(270/3) = 90 \text{ m}^3$ (Considerando 1/3 de la longitud del tramo).
- Lectura máxima estimada: 60 uS/cm que corresponde a una concentración del trazador a usar = 0.038 g/l, donde se seleccionó 3.5 kg de sal. (La concentración fue la mínima detectable).

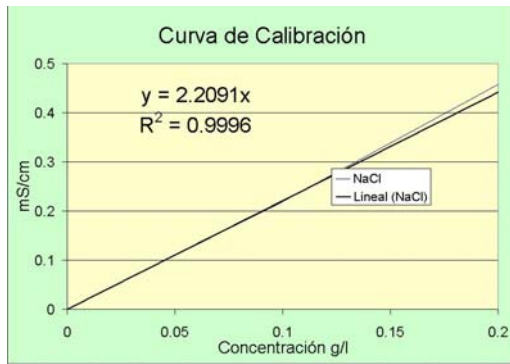


Figura 2. Curva de Calibración de sal.

Al realizar la experiencia se obtuvieron los siguientes datos que se muestran gráficamente en la Figura 3.



Figura 3. Figura obtenida de los datos obtenidos.

Con los datos obtenidos se obtuvieron los siguientes parámetros:

Tiempo de tránsito: 7.07 minutos
 Velocidad = 0.353 m/segundos

El caudal es calculado mediante el método de integración total, empleando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{m}{\int C dt} \quad (1)$$

y los valores recalculados se muestran en la siguiente figura, teniendo en cuenta la curva de ajuste de calibración de la Figura 2, se obtiene la Figura 4.

Obteniéndose un caudal de $0.761 \text{ m}^3/\text{s}$



Figura 4. Transformación a datos de tiempo vs concentración.

Utilizando el software RTD y asumiendo una inyección perfecta de un pulso se obtienen los siguientes parámetros:

Tabla 1. Parámetros hidrodinámicos.

Tiempo de tránsito	7.07 minutos
Velocidad	0.353 m/s
Caudal	$0.761 \text{ m}^3/\text{s}$
Número de Peclet	256
Coefic. de dispersión	$0.206 \text{ m}^2/\text{s}$

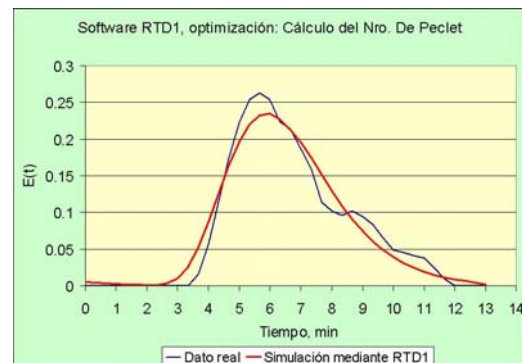


Figura 5. Parámetros obtenidos con ayuda del software RTD.

4. Conclusiones

- El uso de trazadores salinos es una técnica muy útil y económica para la determinación del tiempo de tránsito en ríos.
- El tiempo de tránsito obtenido para el tramo estudiado fue de 7.07 minutos.
- El caudal obtenido mediante el método integración total fue de 0.761 m³/s.
- El software de Distribución del Tiempo de Residencia (RTD) nos permite hallar, mediante el modelado, los parámetros hidrodinámicos del sistema en estudio.

5. Referencias

- [1] International Atomic Energy Agency. A manual for the RTD software. Vienna: IAEA.
- [2] International Atomic Energy Agency. Guidebook on radioisotope tracers in industry. Technical Report Series No. 316. Vienna: IAEA; 1990.
- [3] International Atomic Energy Agency. Radiotracer residence time distribution method for industrial and environmental applications. Training Course Series No. 31. Vienna: IAEA; 2008.