

# EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA LAGUNA TERCIARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (UNITRAR) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, MEDIANTE EL EMPLEO DE I-131

Condori J. <sup>(1)</sup> [jcondori@ipen.gob.pe](mailto:jcondori@ipen.gob.pe); Maghella G. <sup>(1)</sup> [gmaghella@ipen.gob.pe](mailto:gmaghella@ipen.gob.pe); Mamani E. <sup>(1)</sup> [emamani@ipen.gob.pe](mailto:emamani@ipen.gob.pe); Balboa M. <sup>(2)</sup>; Fustamante N. <sup>(2)</sup>

*(1) Dirección de Aplicaciones – IPEN / Lima, Perú*  
*(2) Universidad Nacional de Ingeniería / Lima, Perú*

## 1. RESUMEN

El presente estudio consistió en la determinación del tiempo de residencia de la laguna de estabilización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (UNITRAR), mediante el empleo de técnica de trazadores a través de la inyección, a la entrada de dicha laguna, de un trazador emisor gamma (I-131) a fin de evaluar el comportamiento del radiotrazador (y por ende las características hidráulicas de la laguna), hasta su salida mediante el empleo de sondas de detección.

## 2. CONTENIDO

Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales no tienen la eficiencia esperada por deficiencias hidráulicas que ocasionan diferentes distribuciones de flujo y afectan los periodos de retención del agua en los reactores. Por esto, es necesario realizar evaluaciones. Estas evaluaciones se pueden llevar a cabo mediante el uso de radiotrazadores, a fin de evaluar el comportamiento hidráulico de la laguna y en la cual se muestran las peculiaridades del fluido dentro de la misma: presencia de cortocircuitos, volúmenes muertos, mezcla completa, etc.

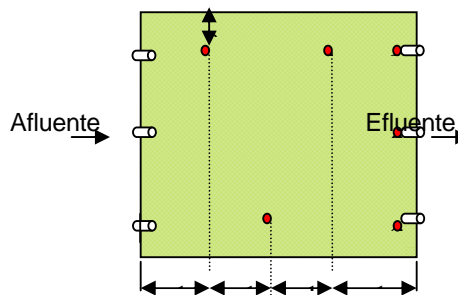
Las aguas residuales domésticas que son tratadas por la laguna de estabilización estudiada provienen de los poblados colindantes con la laguna: El Milagro y El Ángel (8000 y 10000 habitantes respectivamente). El caudal de diseño de la planta es de 10 l /s, para una carga orgánica, en términos de DQO, de 500 mg/l.

El tratamiento que se lleva a cabo en esta Planta, está constituido por un sistema de lagunas del tipo facultativas en serie, la primera de forma rectangular (8000 m<sup>3</sup>) y la

segunda de forma cuadrada y con un volumen aproximado de 3750 m<sup>3</sup>).

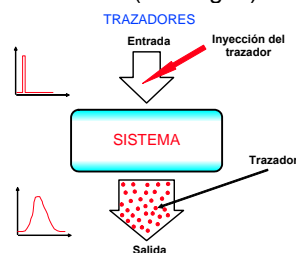
El modelo hidráulico de ambas lagunas es de flujo disperso y los procesos que se llevan a cabo en ellas son: sedimentación; digestión; estabilización aeróbica de la materia orgánica; fotosíntesis con formación de algas y producción de oxígeno y consumo de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); y remoción de bacterias y organismos patógenos.

Para la experiencia, se colocaron los detectores en diversos puntos de la laguna, de acuerdo a la Fig. 1:



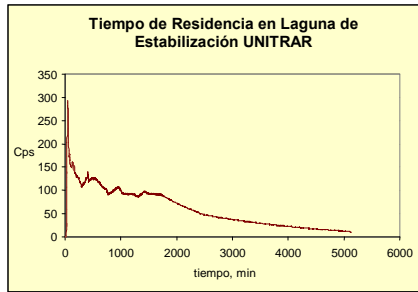
**Figura 1.** Distribución de los detectores en la laguna de estabilización.

Para evaluar los parámetros hidráulicos se consideró el caudal de funcionamiento y el volumen de la laguna, por lo que se empleó 80 mCi de I-131 y se utilizó el método de inyección instantánea (ver Fig. 2).



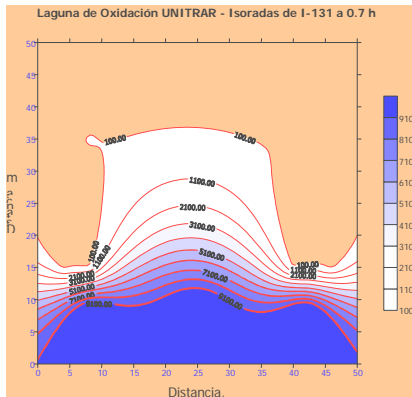
**Figura 2.** Evaluación de un Sistema mediante la Inyección de trazador.

El tiempo de residencia  $\Theta$  se calculó teniendo en cuenta el baricentro de la curva mostrada en la Figura 3.



**Figura 3.** Curva de respuesta del trazador a la salida de la Laguna.

Se advierte que aprox. a las 48 horas de la inyección de trazador prácticamente el nivel de éste es muy bajo, con una fracción del mismo significativa que ya ha pasado, determinando que la curva de respuesta

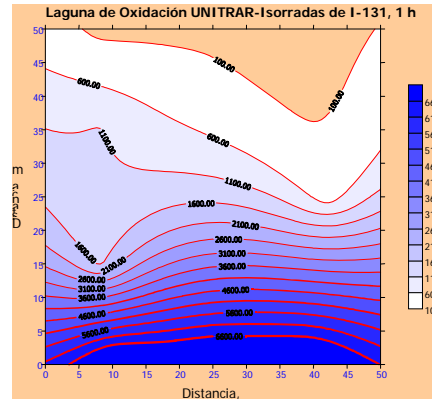


presente una cola relativamente larga por efecto de la presencia de zonas con volúmenes muertos de tránsito muy lento.

$\Theta$ teórico	$\Theta$ práctico	% vol. muerto
4.34	3.57	17.74

A continuación se tiene el análisis de la curva, utilizando el método de Wolf Resnick y de Coeficiente de dispersión.

Distancia Pto. de Inyec. -Sonda (m)	Coef. de Disp. longitudinal	Vol. Muerto (%)	Flujo Pistón (%)	Flujo Mezclado (%)
15	1.50	10.20	5.03	84.77
25	0.69	0.00	18.70	81.30
35	0.65	19.50	9.98	70.52
50	0.84	17.34	11.32	71.34
				% FM prom. = 76.98



**Figuras 4 y 5.** Comportamiento y distribución del flujo en la laguna de estabilización.

a las 0.7 h. luego de la inyección, existe flujo preferencial superficial y al centro de la unidad. Al lado derecho de ésta se observa una retracción de las isorradadas, lo que podría inducir a la existencia de un elemento que distorsione las líneas de flujo, posiblemente la altura del sedimento en el fondo de la unidad. Esto ocurre entre 20 y 25 metros aproximadamente del punto de inyección. Al cabo de una hora, parte del trazador con flujo preferencial tipo pistón llega al otro extremo de la unidad, casi con contaje de fondo.

Como conclusiones tenemos:

- El trazador recorre 3/5 de distancia lineal de la Laguna en 0,7 hr, y sale a la hora de iniciado el experimento lo que nos indica que hay un flujo preferencial en la parte superior de la

Laguna, siendo este flujo mayor por la parte central.

- El tiempo de residencia para la estación de verano es de 3.57 días, este valor varía de acuerdo a los caudales, temperatura y regulación a la salida de la Laguna de Estabilización.
- El % de volumen muerto de la laguna es de 17.34%, flujo pistón de 11.32 % y el de flujo mezclado de 71.40 %.

### 3. REFERENCIAS

[1] International Atomic Energy Agency. Radiotracer Technology for Engineering Unit Operation Studies and Unit Processes Optimization. Poland, 1999.