

## **TÉCNICA DE MICROSCOPIA ÓPTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE TAMAÑOS DE AGREGADOS**

**Menna Podversich Ileana M.<sup>1\*</sup>, Stürtz Schultheisz Elian P.<sup>1\*\*</sup>**

<sup>1</sup>*Científicos de la UNL*

*Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas - Ciudad Universitaria, Ruta Nacional n° 168, Santa Fe, Argentina.*

*Directora: Alvarez, Ana M. T.*

*Codirector: Imhoff, Matías*

*\*ileanamenna@gmail.com \*\*eliansturtz@hotmail.com.ar*

**Área:** Ingeniería

**PALABRAS CLAVE:** microscopía, agregados, partículas.

### **INTRODUCCIÓN**

Las observaciones y mediciones realizadas en cursos de agua permiten afirmar que los sedimentos finos suspendidos, debido a sus características físico-químicas, pueden encontrarse floculados o formando agregados, y alterar la calidad del agua que los transporta. En el marco de proyectos de investigación, se realizaron determinaciones de los tamaños característicos de los sedimentos en un tramo del río Salado, con el difractor sumergible LISST 25X (Sequoia, 2008). Se observó que en el tramo entre la confluencia de este río con el arroyo Cululú y hasta 8 km aguas abajo, los sedimentos transportados fueron mayoritariamente finos floculados. La distribución de tamaños fue prácticamente regular en casi todo el tramo, con excepción de la región cercana a una fuente de descarga de efluentes industriales. En esta zona se demostró que los tamaños de los agregados se incrementaron entre un 50 % y un 100 %, producto del efecto de la fuente (Trento et al., 2010).

Esto motivó el estudio de la floculación en un reactor, en condiciones controladas de laboratorio, tecnología muy utilizada en el análisis de la floculación por tensiones de corte (Bertrand et al., 2012; Benevides et al., 2014; Merten et al., 2014; entre otros). Se planteó la comparación entre las mediciones de los agregados obtenidas con el difractor LISST 25X y una adaptación de la técnica de microscopía óptica, ya empleada por Filippa (2014). Para ello, se comenzó con la verificación de dicha técnica utilizando partículas de poliestireno con rangos de diámetros conocidos.

Título del proyecto: CAI+D 2016: Estudio sedimentológico, geológico e hidráulico del transporte y

sedimentación de la carga en suspensión en ambientes fluviales de llanura, PIC  
50420150100048LI

Año convocatoria: 2016

Organismo financiador: Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe)

Directora: Kröhling, Daniela, Co-Director: Trento, Alfredo

## OBJETIVOS

Verificación de la técnica de microscopía óptica para determinación de tamaños de agregados, empleando partículas de poliestireno.

## METODOLOGÍA



Figura 1: Microscopio Arcano Xsz

Para las mediciones se utilizó un microscopio óptico Trinocular Arcano Xsz (Figura 1) con una lente de 10X de aumento, a través del cual se tomaron fotografías sobre una grilla de acrílico con separaciones de 1mm. Se utilizó una cámara Sony DSC-T20 con función macro, que permite obtener fotografías de 3264x2448 píxeles, las que posteriormente fueron analizadas con el software Image J de FIJI (Schindeling et al., 2012; Rueden et al., 2017). El mismo realiza un reconocimiento del área ocupada por cada partícula y permite medir la cantidad de píxeles comprendida en una distancia determinada. A la vez, con Image J se puede hacer un tratamiento de las imágenes para lograr una mejor detección de las partículas a contabilizar. Los resultados obtenidos fueron procesados con un programa (SVIM), desarrollado en Octave (Eaton, 2018), adaptado especialmente para este propósito, el cual permite obtener los estadísticos de la distribución granulométrica.

Se utilizaron partículas de poliestireno de tres rangos de diámetros (D) diferentes:  $D < 53 \mu\text{m}$ ;  $53 \mu\text{m} < D < 63 \mu\text{m}$ ;  $212 \mu\text{m} < D < 250 \mu\text{m}$ , las cuales fueron fotografiadas sobre la grilla anteriormente mencionada. A las fotografías obtenidas para cada rango se les aplicaron filtros con Image J para mejorar el contraste (extraer el fondo) y convertirlas al sistema binario a fin de detectar correctamente las partículas.

Luego se utilizó una herramienta de FIJI para la identificación y cálculo del área (en píxeles) de cada partícula dentro de la imagen procesada. Estas áreas y la escala de la foto (píxeles/ $\mu\text{m}$ ) fueron los datos de entrada a SVIM, que se utilizaron para convertir las áreas en volúmenes, asumiendo partículas esféricas. A partir de la distribución volumétrica de las partículas, se calcularon los estadísticos d10, d50 y d90, y las curvas de la distribución acumulada y de frecuencias en función del diámetro. Estos estadísticos representan los diámetros característicos del 10%, 50% y 90%, respectivamente, de la distribución granulométrica en volúmenes de las muestras.

## RESULTADOS

Se muestra en la Figura 2 una fotografía correspondiente a partículas cuyos tamaños reales (D) varían entre:  $53 \mu\text{m} < D < 63 \mu\text{m}$ . Los resultados obtenidos con el procedimiento explicado son: d50= 56  $\mu\text{m}$ , d10= 41  $\mu\text{m}$ , d90= 89  $\mu\text{m}$ .

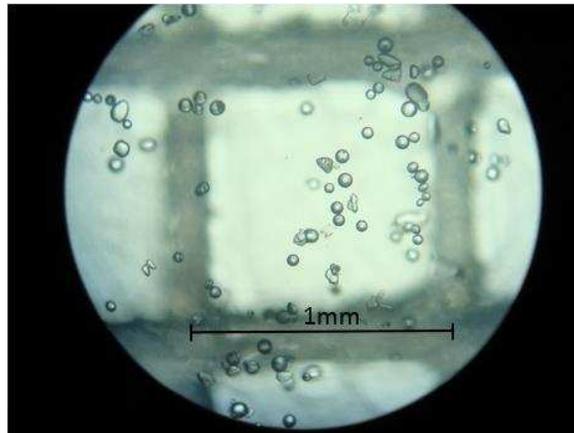


Figura 2: Partículas de diámetros  $53 \mu\text{m} < D < 63 \mu\text{m}$  en grilla de  $1\text{mm}^2$ .

En las Figuras 3 y 4 se muestran: la distribución de los tamaños en frecuencias y la granulométrica, respectivamente.

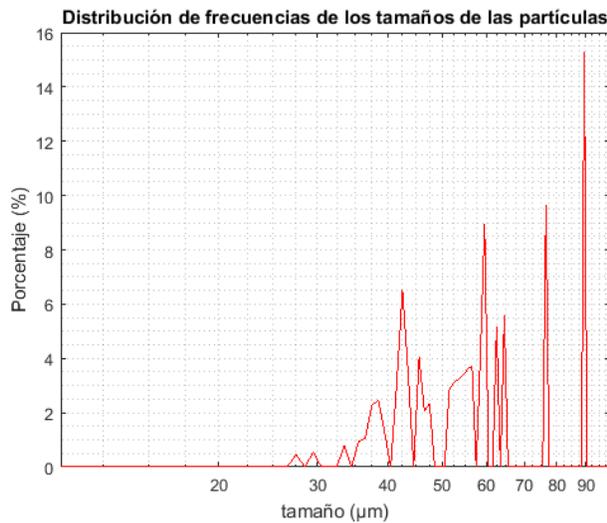


Figura 3: Distribución en clases de los tamaños de las partículas

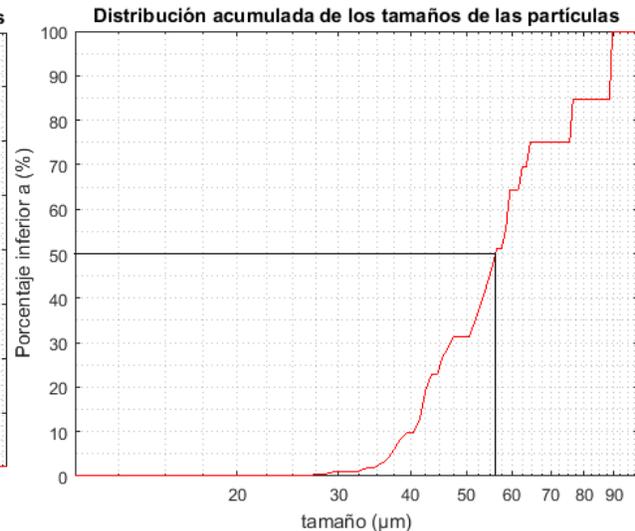


Figura 4: Distribución granulométrica en volumen

En cuanto a los resultados obtenidos para  $D < 53 \mu\text{m}$  fueron:  $d_{50} = 37 \mu\text{m}$ ,  $d_{10} = 27 \mu\text{m}$ ,  $d_{90} = 53 \mu\text{m}$ ; y para  $212 \mu\text{m} < D < 250 \mu\text{m}$  fueron:  $d_{50} = 231 \mu\text{m}$ ,  $d_{10} = 212 \mu\text{m}$ ,  $d_{90} = 244 \mu\text{m}$ .

## CONCLUSIONES

Se observó que los  $d_{50}$  calculados estuvieron dentro de los rangos de diámetros  $D$  de las muestras.

Respecto a los otros estadísticos,  $d_{10}$  y  $d_{90}$ , presentaron discrepancias con los tamaños límites de las muestras, debido a la presencia de partículas anómalas o fuera del rango, como puede observarse en la Figura 2.

Los resultados mostraron que esta técnica, relativamente sencilla y expeditiva, presenta un aceptable nivel de certidumbre para los rangos estudiados.

**Agradecimientos:** a la Dra. Eva Rueda (FHUC-UNL) por sus aportes en el desarrollo de las actividades.

## BIBLIOGRAFÍA

- Benevides, C. X.; Oliveira Silva I., Gallisa, Guimarães L.; Gallo, M.; Parente Ribeiro, C. and Figueiredo, A.,** 2014. Estimation of suspended sediment concentration by acoustic scattering: an experimental and theoretical analysis for spherical particles, *J. Soils Sediments*, 14:1325–1333, DOI 10.1007/s11368-014-0905-5.
- Bertrand, M.; Parmentier D.; Lebaigue, O.; Plasari, E. and Ducros, F.,** 2012. Mixing study in an unbaffled stirred precipitator using les modelling, *International J. of Chemical Engineering*, ID 450491, doi:10.1155/2012/450491.
- Filippa, L. M.,** 2014. Estudio de la dinámica de la floculación y su relación con el transporte de cromo en el río Salado (Tesis de Doctorado). Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Santa Fe, Argentina.
- Merten, G.; Capel, P. and Minella, J.,** 2014. Effects of suspended sediment concentration and grain size on three optical turbidity sensors, *J. Soils Sediments*, 14:1235–1241, DOI 10.1007/s11368-013-0813-0.
- Eaton, J. W.; Bateman, D.; Hauberg, S. and Wehbring, R.,** 2018. GNU Octave version 4.4.1 manual: a high-level interactive language for numerical computations. URL <https://www.gnu.org/software/octave/doc/v4.4.1/>
- Rueden, C. T.; Schindelin, J. and Hiner, M. C.,** 2017. Image J2: Image J for the next generation of scientific image data, *BMC Bioinformatics* 18:529, PMID 29187165, doi:10.1186/s12859-017-1934-z (on Google Scholar).
- Schindelin, J.; Arganda-Carreras, I. and Frise, E.,** 2012. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis, *Nature Methods* 9(7): 676-682, PMID 22743772, doi:10.1038/nmeth.2019 (on Google Scholar).
- Sequoia Sci Inc,** Bellevue (WA), 2008, p. 31.
- Trento, A.; Alvarez, A., Filippa, L.; Gallo, M. y Vinzón, S.,** 2010. Simulación de cromo y sedimentos finos en un escenario fluvial, XXIV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, IAHR, Punta del Este, Uruguay. Trabajo completo 519.pdf, Resumen 2C\_519, p. 31.