

Reactores de ultrafloculación para relaves de cobre



Dr. Fernando Betancourt Cerda
CRHIAM y Departamento de Ingeniería Metalúrgica UdeC



Contenidos

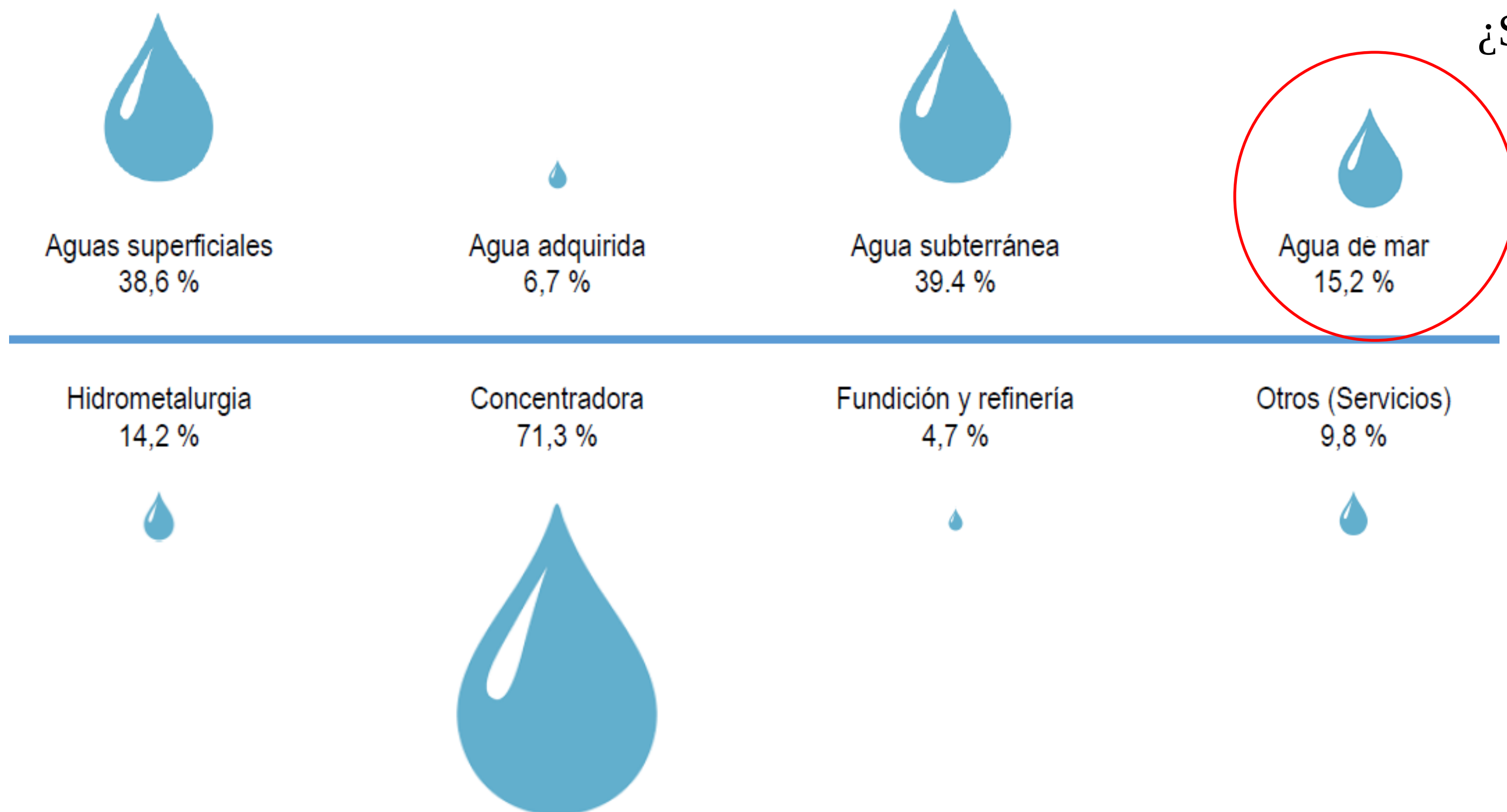
- Generalidades
- Ultrafloculación
- Resultados
- Conclusiones

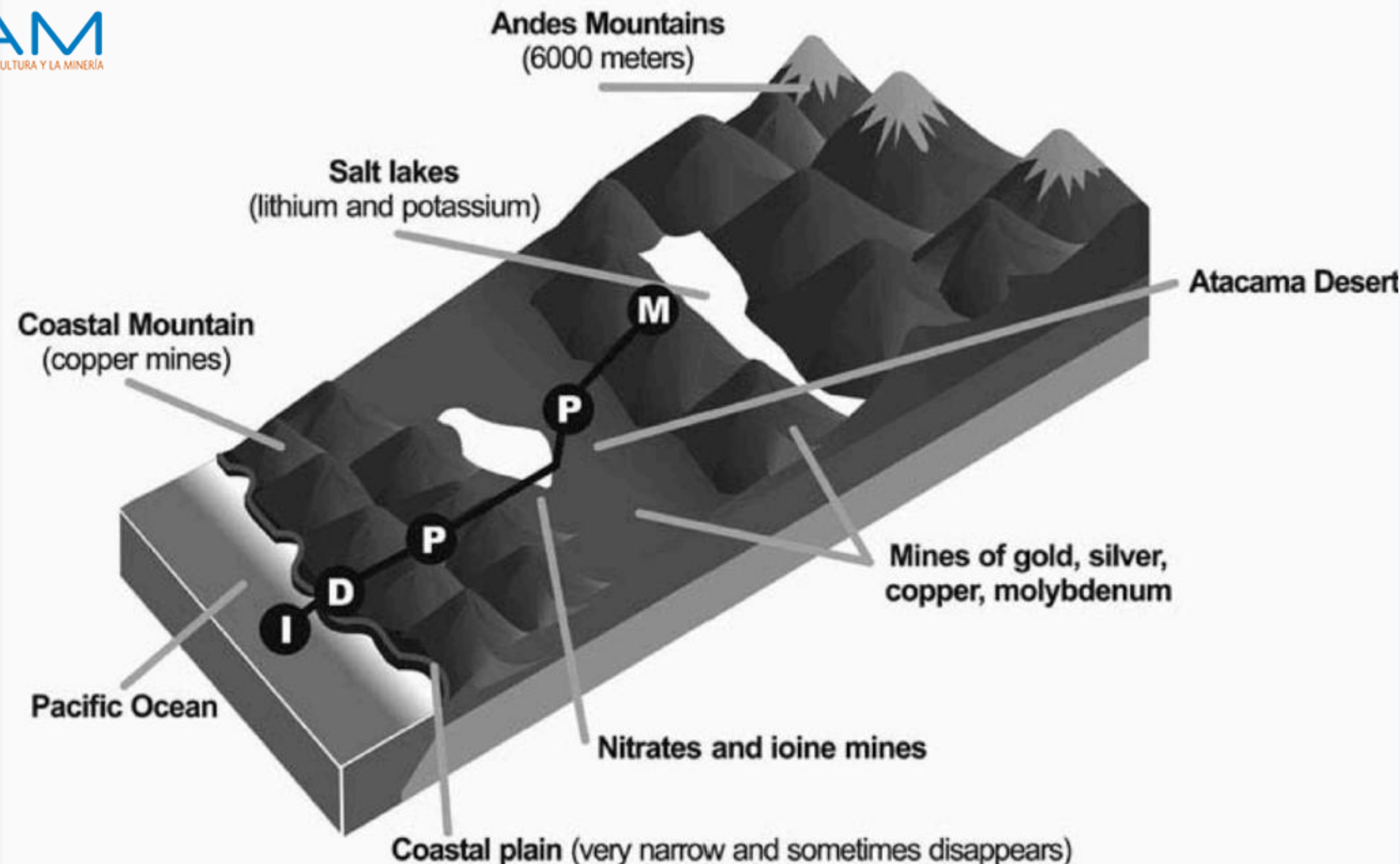




GENERALIDADES

¿SOLUCIÓN?





Inconvenientes

- Requiere energía para su desalinización (1 US\$/m³) y **transporte** (1-5 US \$/m³)
- Más costosa que el agua dulce (fresca 0.2 US \$/m y recuperada 0.6 US \$/m³)
- Requiere adaptación de los procesos actuales (por ejemplo eliminación de Mg)
- No aumenta la **vida útil** del tranque de relave

- **Espesamiento**

- **Tranque**



Mejor opción, descarga 68% sólido
Alto costo de capital



Applied Clay Science 170 (2019) 57–69

Contents lists available at ScienceDirect

Applied Clay Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/clay



minerals



Article

The Depressing Effect of Kaolinite on Molybdenite Flotation in Seawater

Andres Ramirez^{1,2}, Leopoldo Gutierrez^{1,2,*}, Dennis Vega-Garcia¹ and Lorenzo Reyes-Bozo³

¹ Department of Metallurgical Engineering, University of Concepcion, Concepción 4070371, Chile; aramirez@udec.cl (A.R.); dvega@udec.cl (D.V.-G.)

² Water Research Center for Agriculture and Mining (CRHIAM), University of Concepcion, Concepción 4070411, Chile

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile, Santiago 7500912, Chile; lorenzo.reyes@uautonoma.cl

* Correspondence: lgutierrezb@udec.cl



minerals



Article

Chemometric Optimisation of a Copper Sulphide Tailings Flocculation Process in the Presence of Clays

Claudia Castillo^{1,2,*}, Christian F. Ihle^{1,2} and Ricardo I. Jeldres³

¹ Laboratory for Rheology and Fluid Dynamics, Department of Mining Engineering, Universidad de Chile, Beauchef 850, Santiago 8370448, Chile; cihle@ing.uchile.cl

² Advanced Mining Technology Center, Universidad de Chile, Tupper 2007, Santiago 8370451, Chile

³ Departamento de Ingeniería Química y Procesos de Minerales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antofagasta, Av. Angamos 601, Antofagasta 1240000, Chile; ricardo.jeldres@uantof.cl

* Correspondence: ccastillo@ing.uchile.cl; Tel.: +562-2978-4991



Review article

The effect of clay minerals on the process of flotation of copper ores - A critical review

Ricardo I. Jeldres^{a,*}, Lina Uribe^b, Luis A. Cisternas^a, Leopoldo Gutierrez^c, Williams H. Leiva^{a,d}, Julio Valenzuela^e

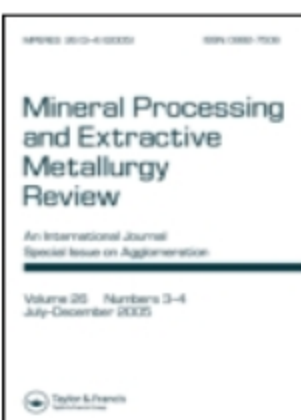
^a Departamento de Ingeniería Química y Procesos de Minerales, Universidad de Antofagasta, PO Box 170, Antofagasta, Chile

^b Department of Mining Engineering, Universidad de Talca, Talca, Chile

^c Department of Metallurgical Engineering, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

^d CSIRO Chile, International Center of Excellence, Las Condes, Santiago, Chile

^e Departamento de Ingeniería Química, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile



Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review

An International Journal

ISSN: 0882-7508 (Print) 1547-7401 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/gmpr20>

The Depressing Effect of Clay Minerals on the Floatability of Chalcopyrite

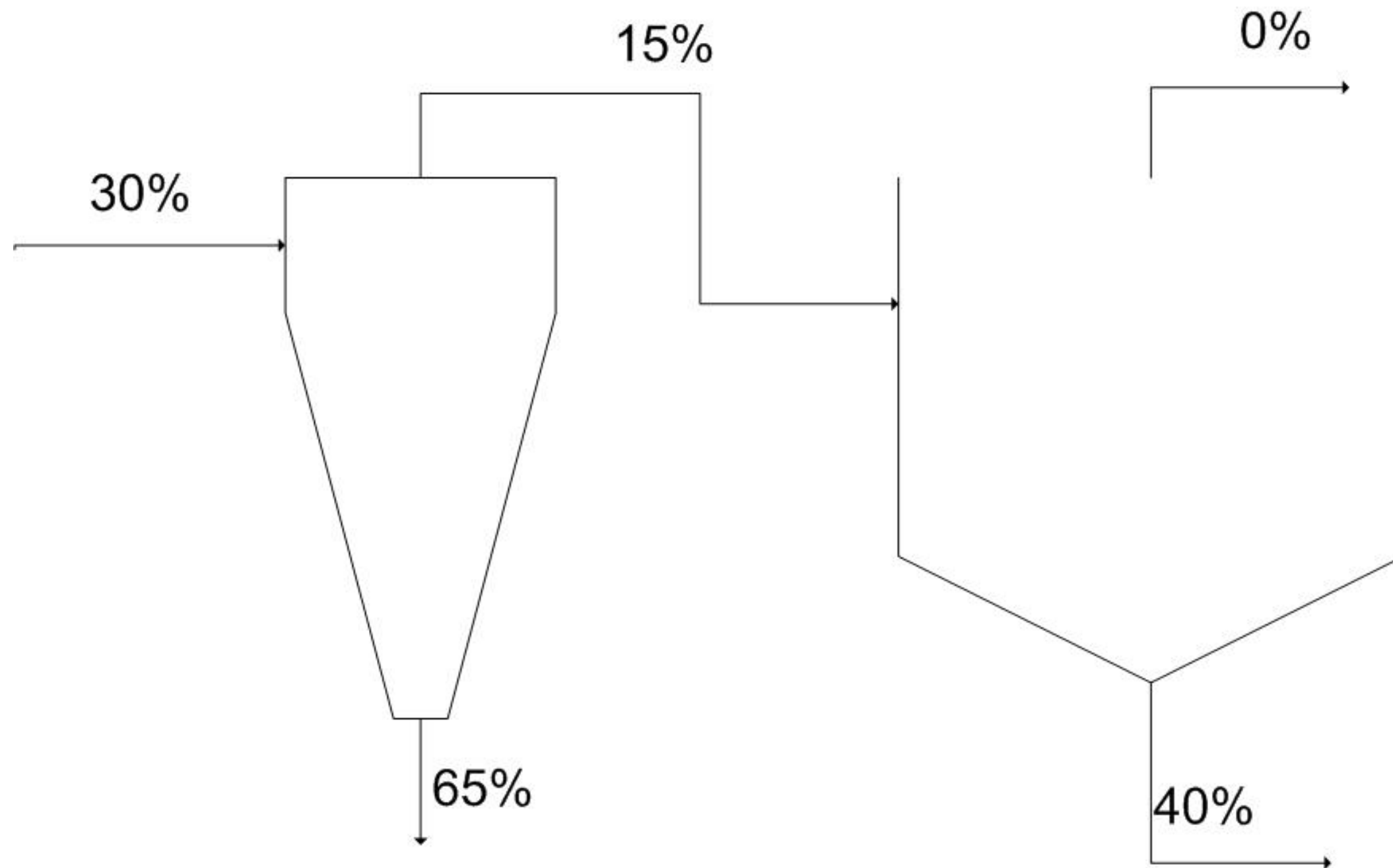
Lina Uribe, Leopoldo Gutierrez & Oscar Jerez

Problema adicional: **Arcillas**

- Partículas pequeñas : bajo 10 micrones
- Alta superficie específica
- Cambia la reología negativamente
- Mayor consumo de reactivos
- Baja recuperación en espesamiento→mayor volumen en tranque

Opción 1: Eliminar arcillas antes del proceso ? Desventaja: pérdida de mineral valioso

Opción 2: Eliminar arcillas después de la flotación? Problema al espesar



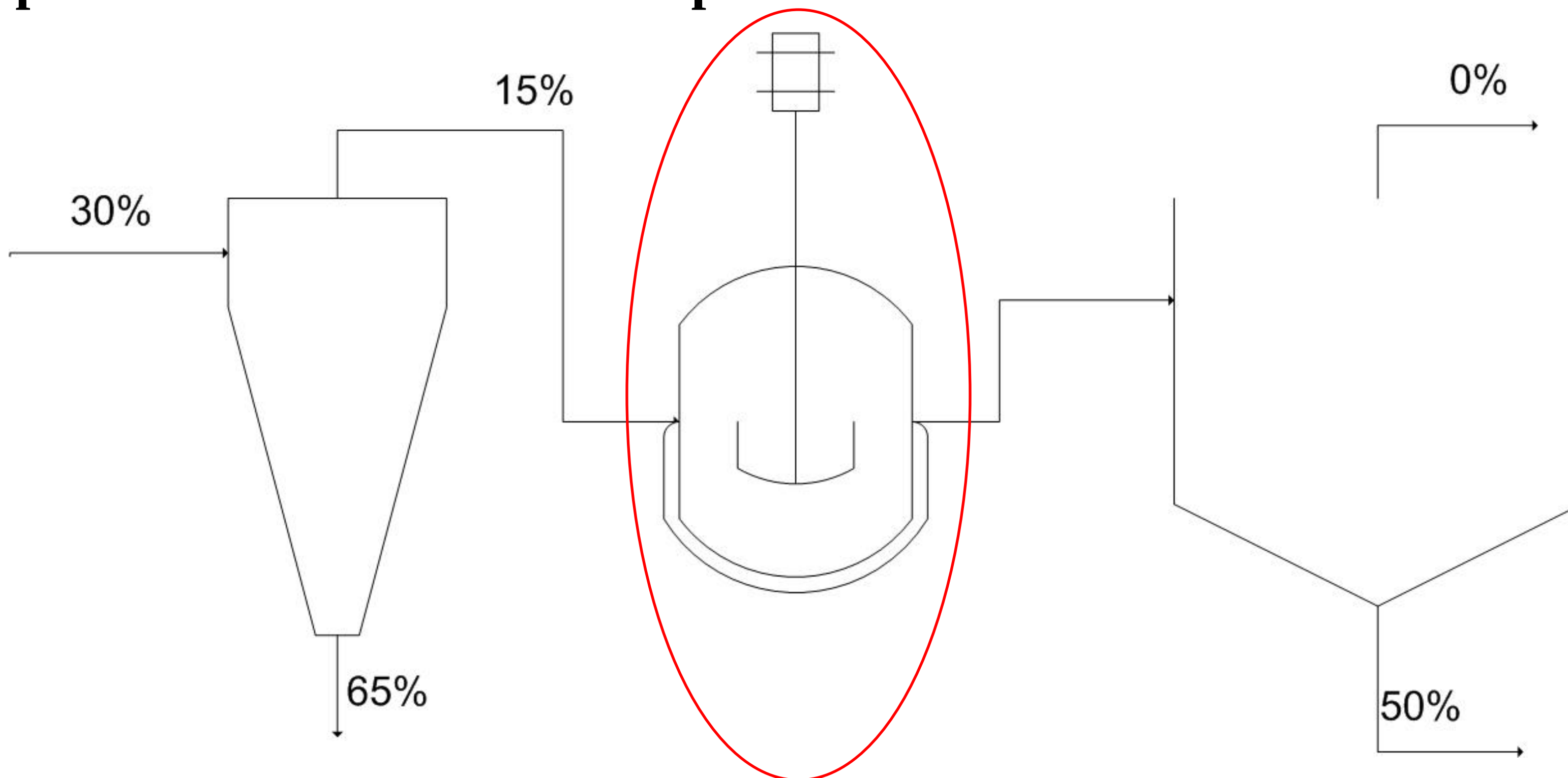
Ganancia baja en recuperación de agua



Problema adicional: **Arcillas**

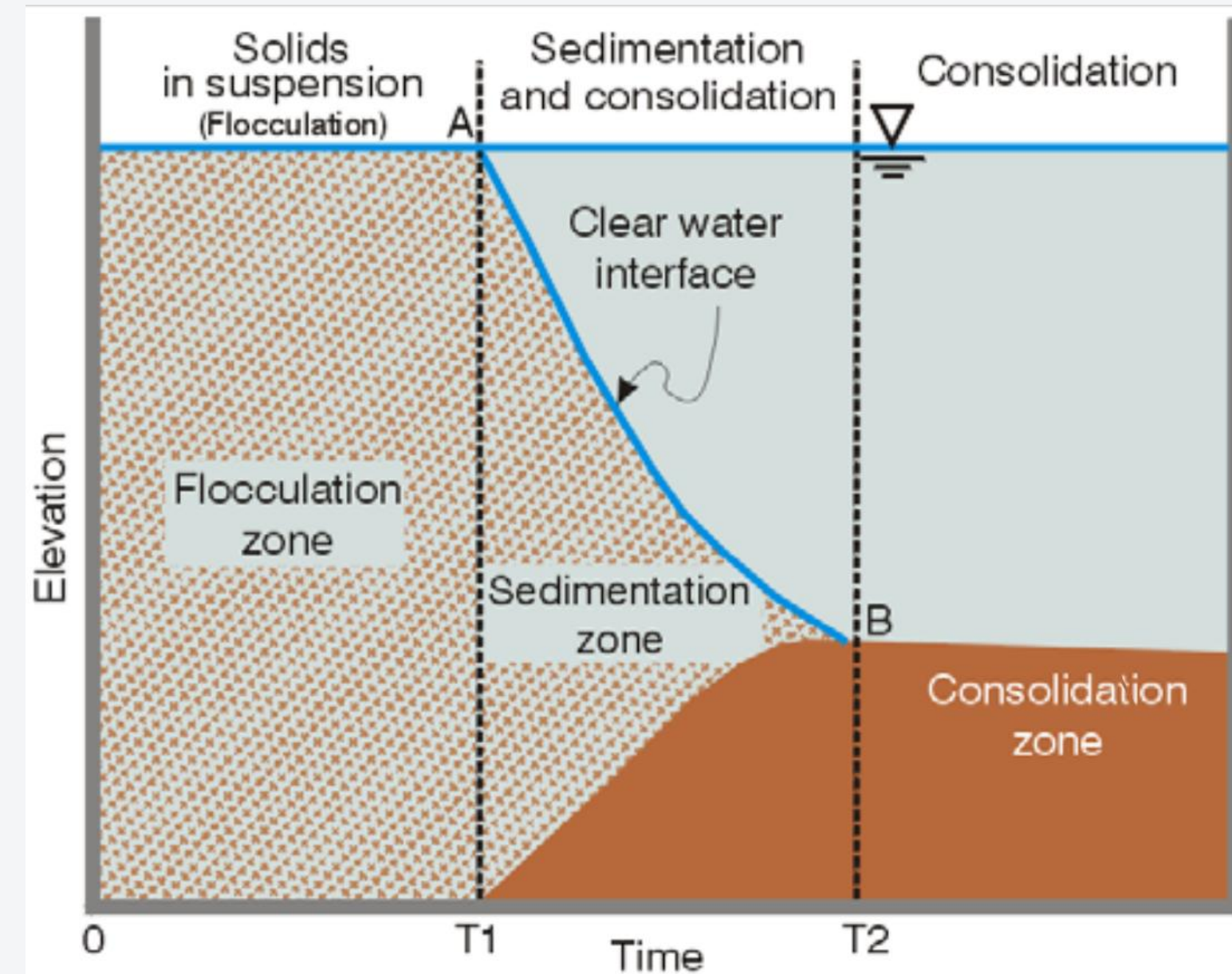
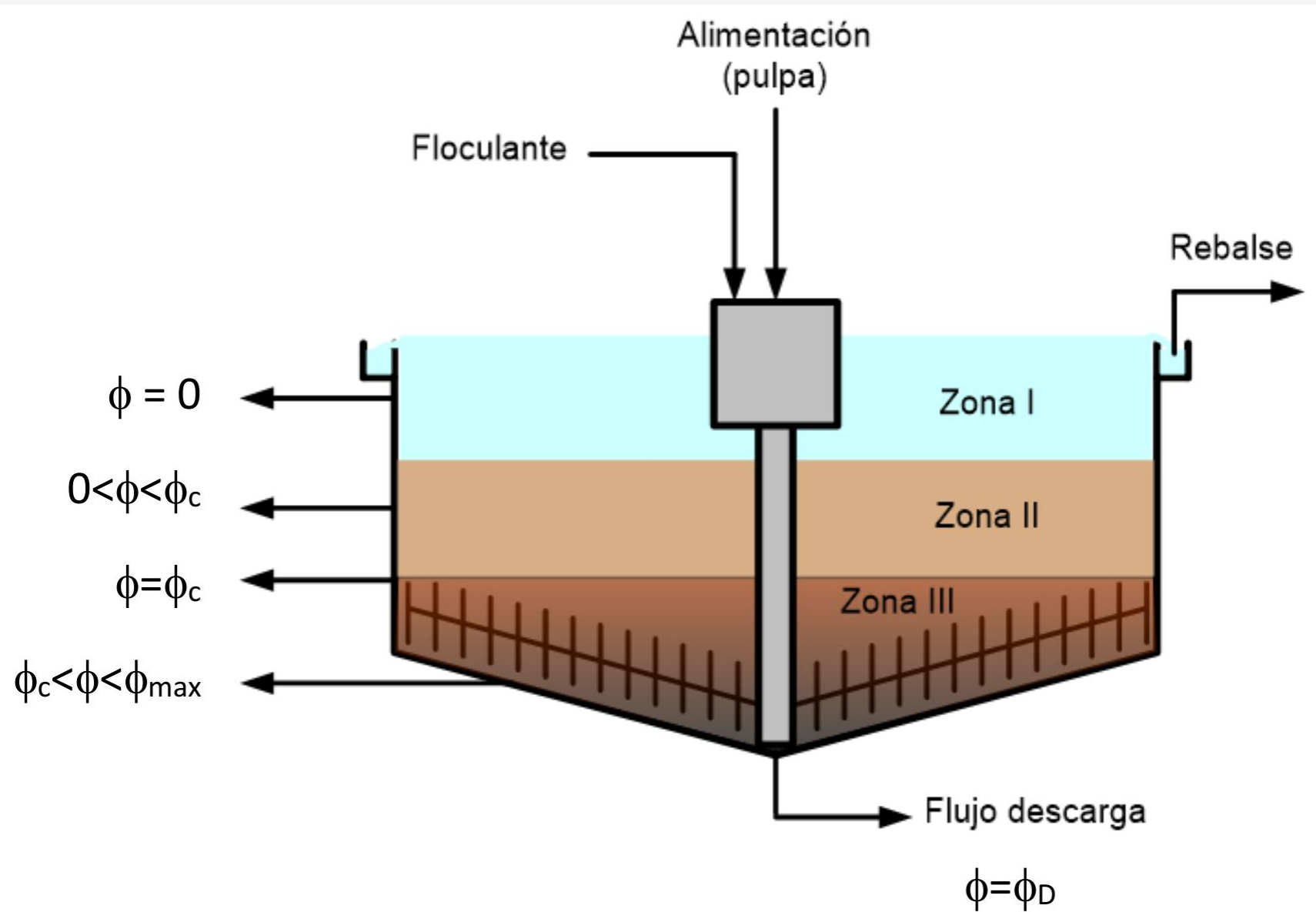


Opción 2: Eliminar arcillas después de la flotación?



¿Reactor de floculación?

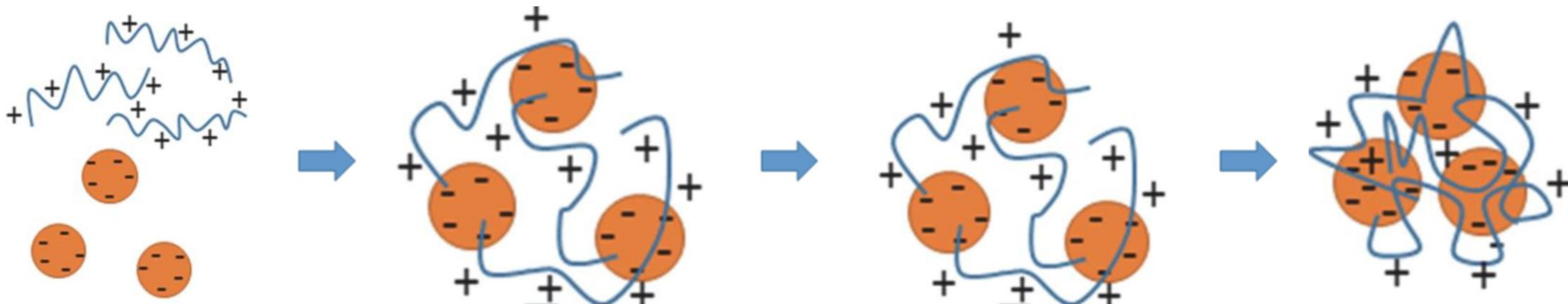
Espesamiento



- w_D varía entre 50% y 70%
- Partículas finas (arcillas!) perjudican enormemente el proceso



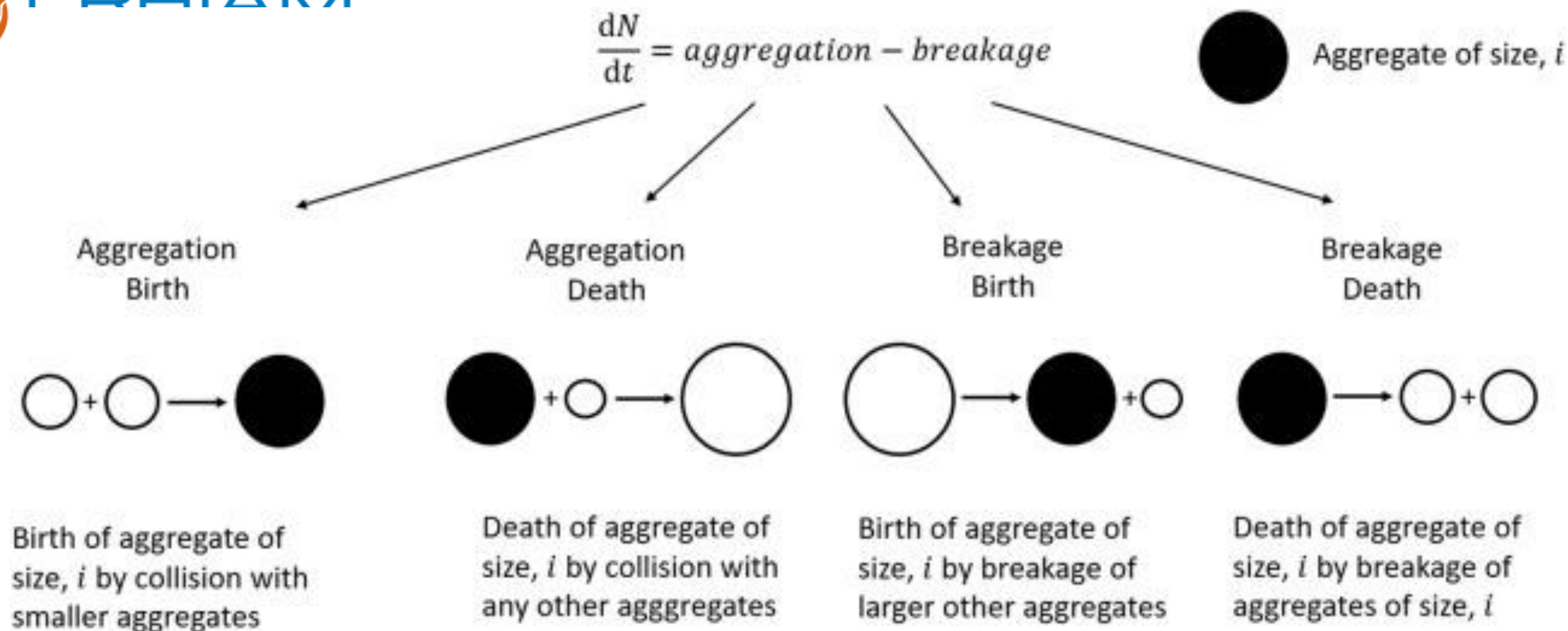
FLOCULACIÓN



La tasa de agregación de partículas está dada por:

$$d_A(t) = d_p \exp \left[\frac{4\phi}{3\pi} G \alpha t \right]$$

$$G = \sqrt{\frac{|\varepsilon|}{\nu}}$$



$$f_{ij} = K_{ij} N_i N_j$$

movimiento Browniano:

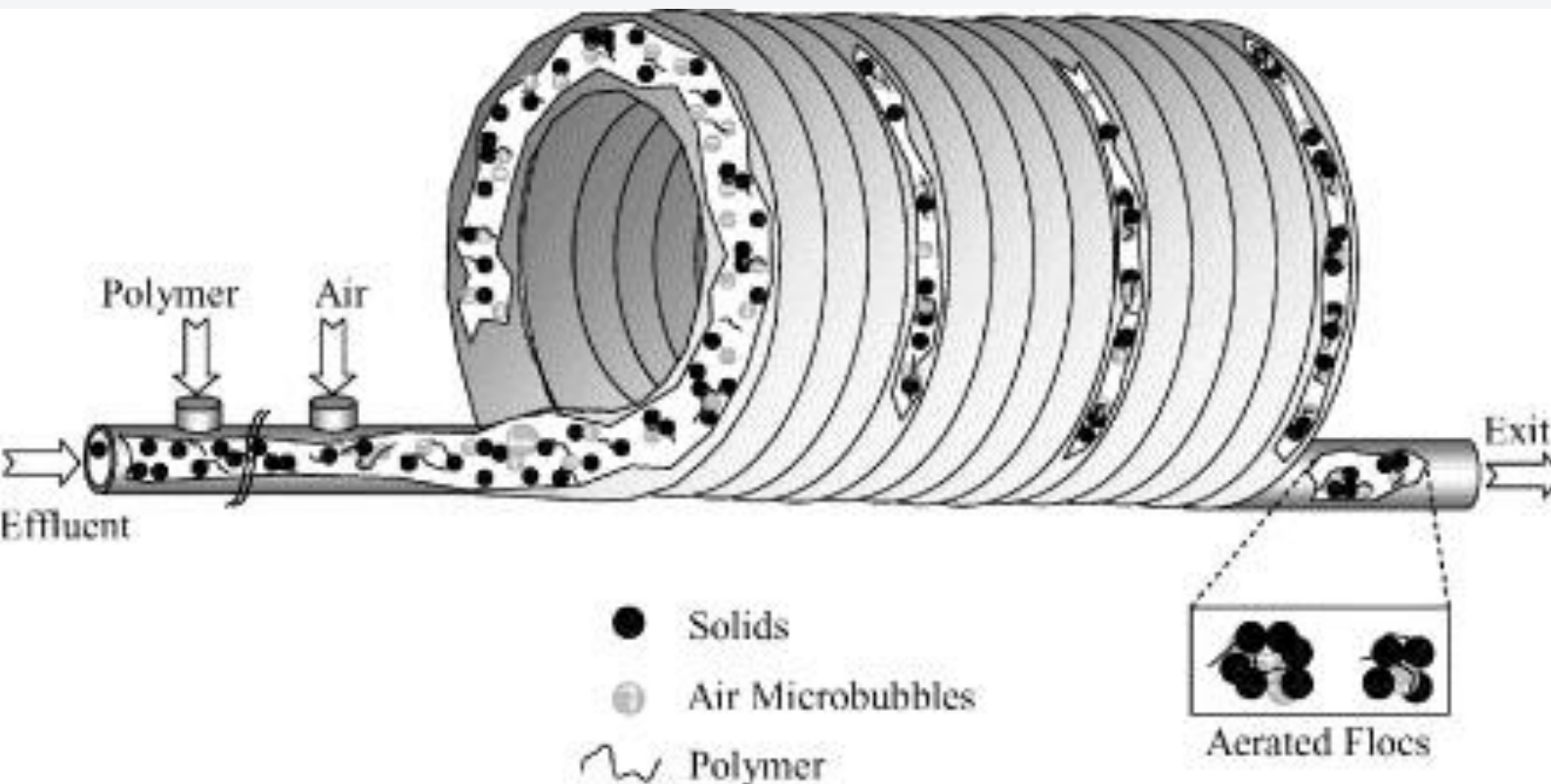
$$K_{ij} = \frac{2kT}{3\mu} \left(2 + \frac{d_i}{d_j} + \frac{d_j}{d_i} \right)$$

Cizalle hidrodinámico:

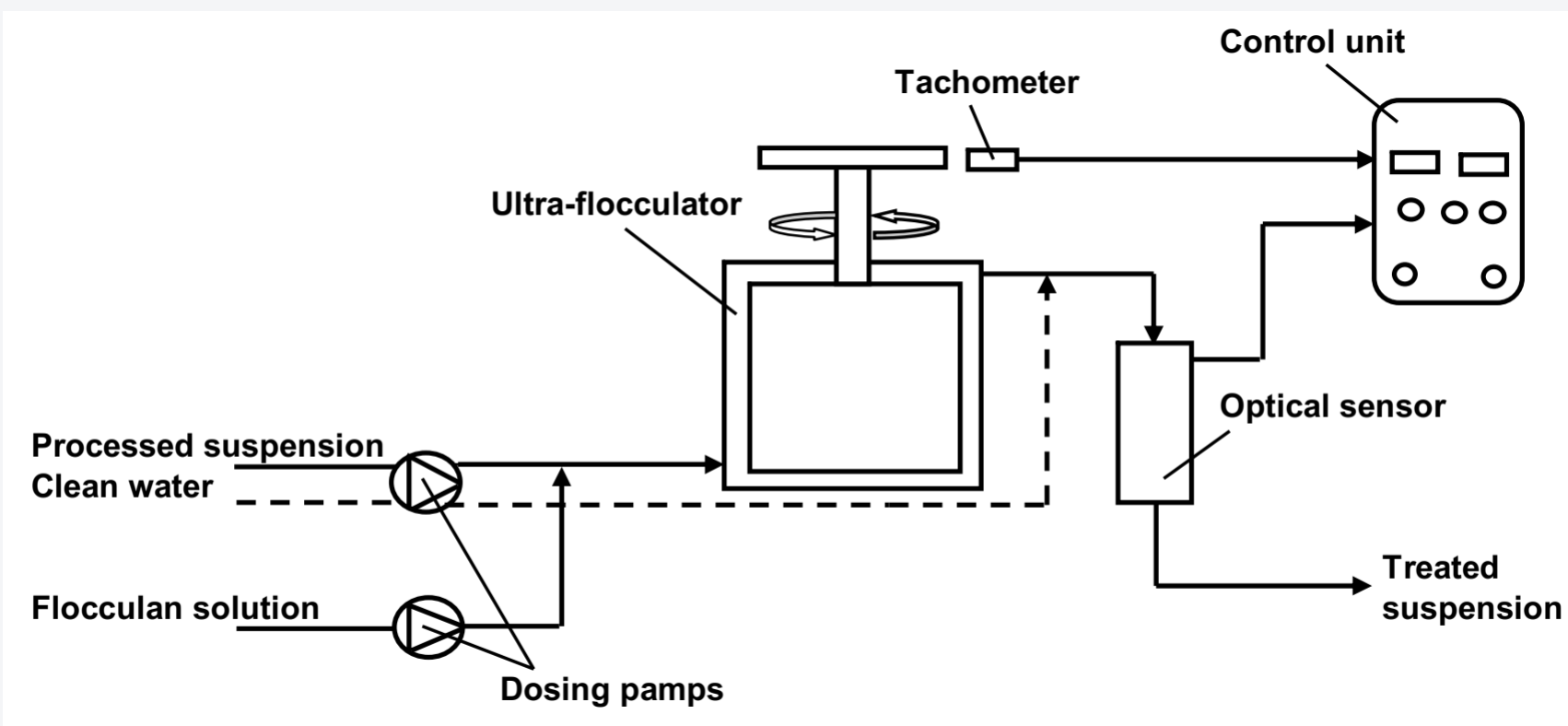
$$K_{ij} = \frac{\bar{G}}{6} (d_j + d_i)^3$$

Sedimentación:

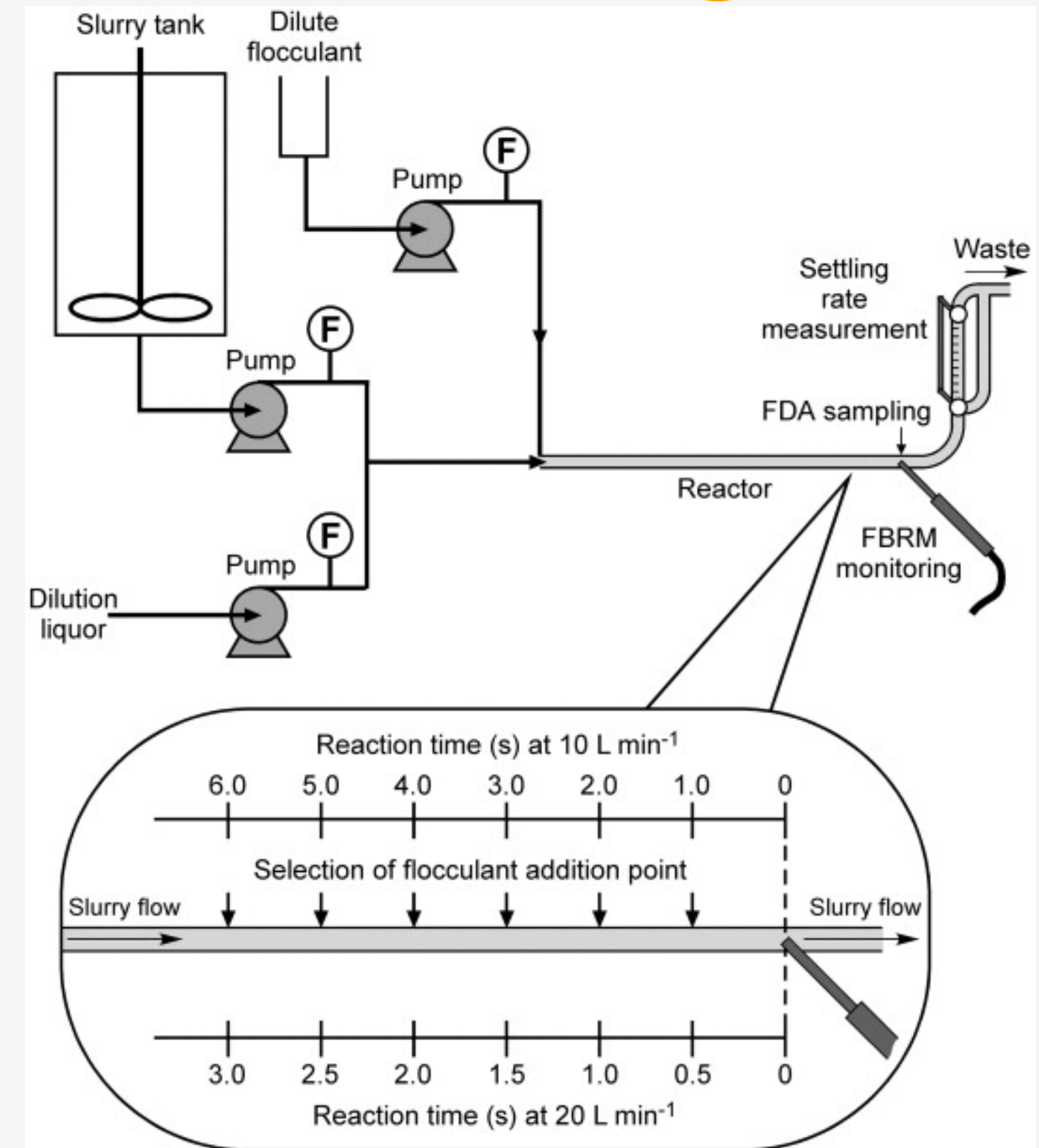
$$K_{ij} = \frac{\pi \Delta \rho g}{72\mu} (d_j + d_i)^3 |(d_i^2 - d_j^2)|$$



FGR: $G = 1000-1500 \text{ s}^{-1}$ (Carissimi et al. (2007))



ULTRAFLOC: $G = 500-10000 \text{ s}^{-1}$ (Rulyov et al. (2010))



LPR: $G = 240-1660 \text{ s}^{-1}$ (Owen et al. (2008))

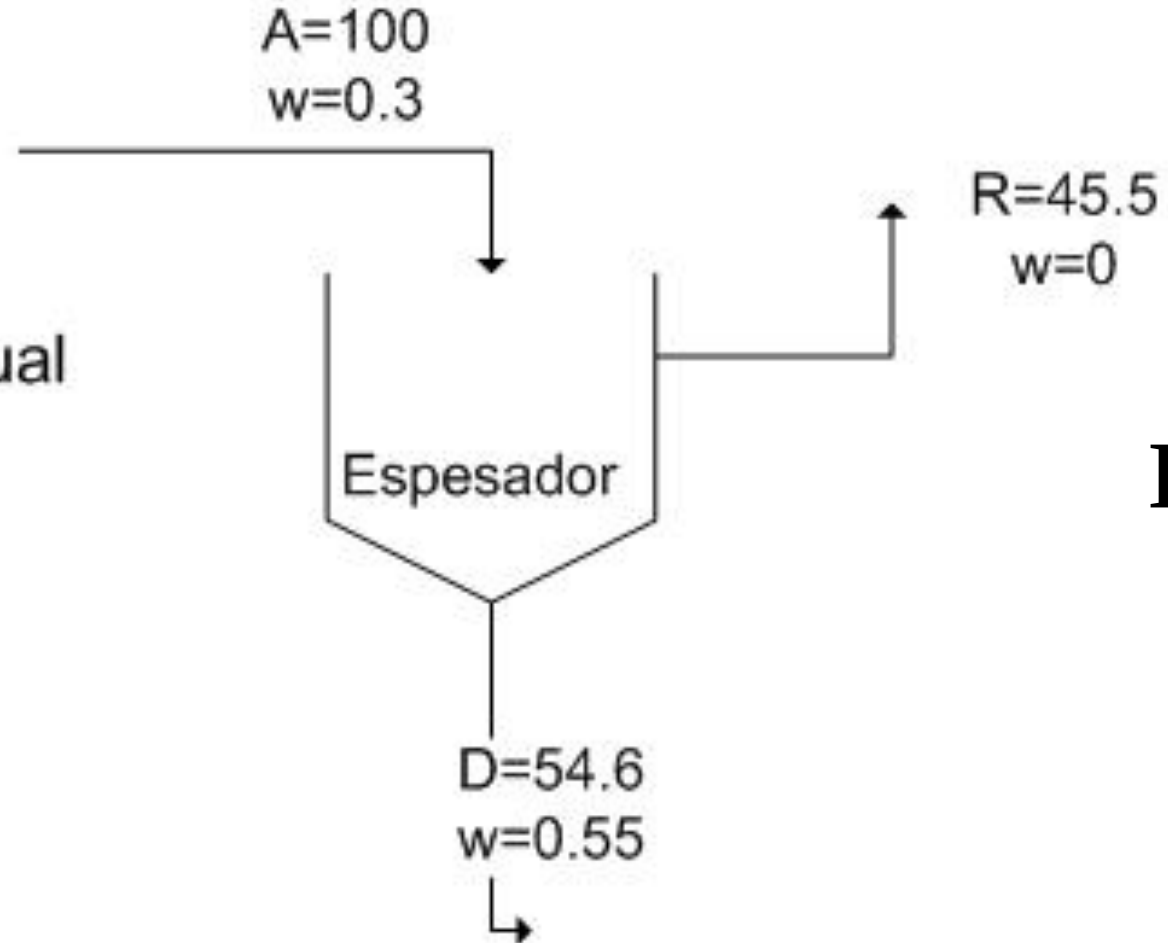
FONDEF ID15I10291 Nueva tecnología para aumentar la recuperación de agua en plantas concentradoras de minerales de cobre

Ultrafloculación: agregación de partículas desarrollada en un campo hidrodinámico no uniforme por un periodo corto de tiempo ($t < 10$ s) a una alta velocidad de cizalle ($G > 1000 \text{ s}^{-1}$)

- Aumenta la capacidad de espesamiento
- Mejora la calidad del líquido clarificado
- Disminuye el consumo de floculante
- Disminuye costo de equipos
- Permite tratar partículas finas bajo 10 micrones (**arcillas!**)

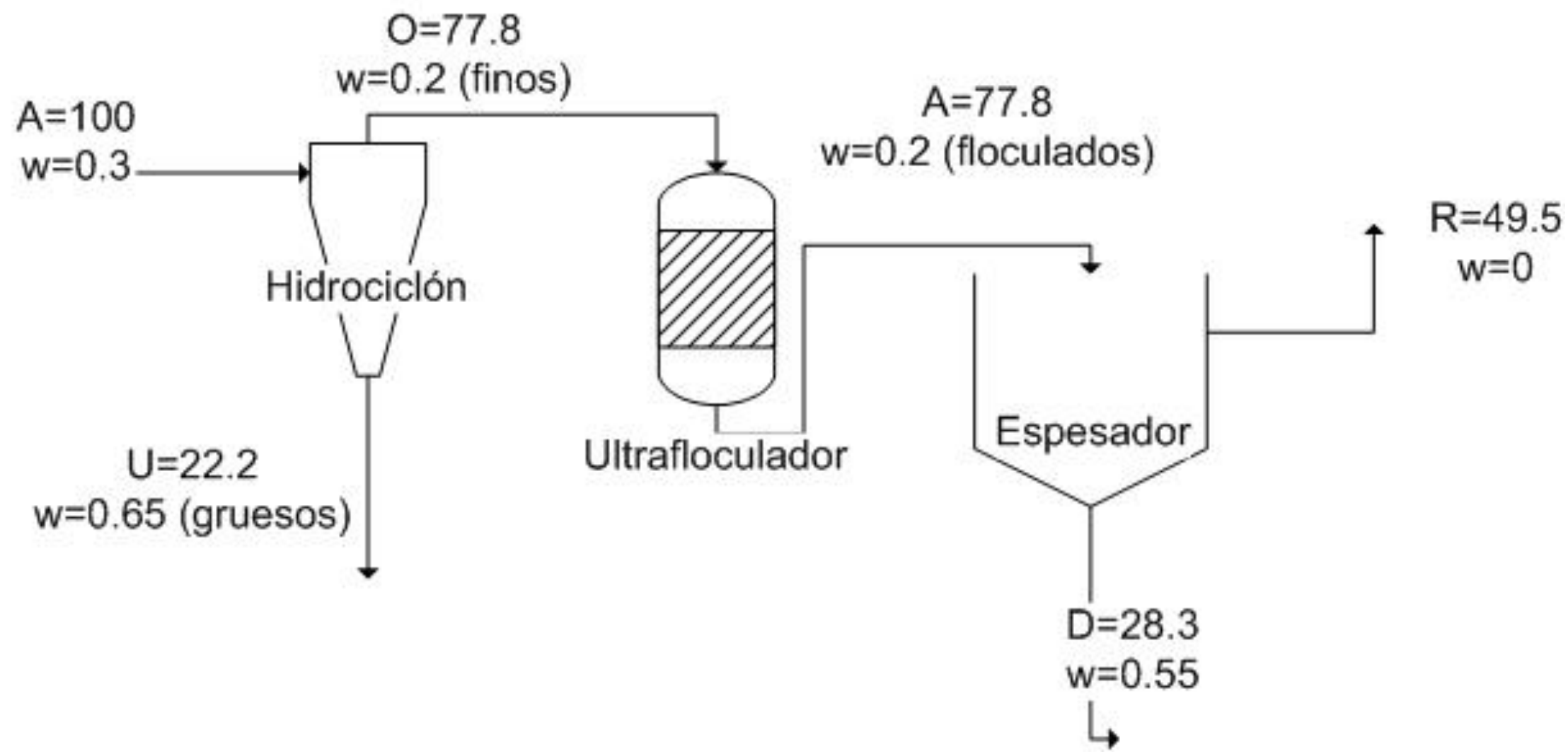


Proceso Actual



IDEA PROYECTO FONDEF ID15I10291

Proceso Propuesto

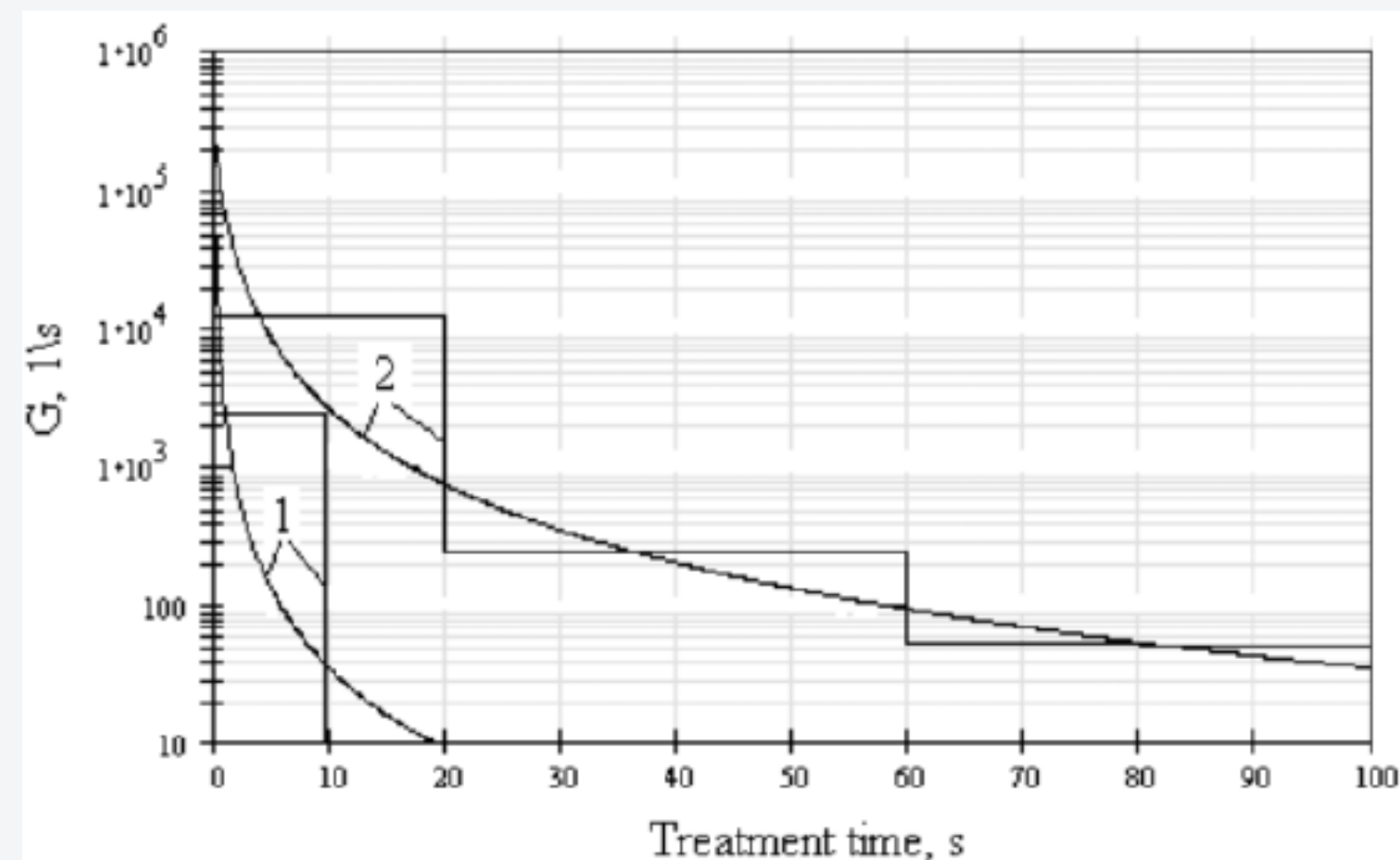


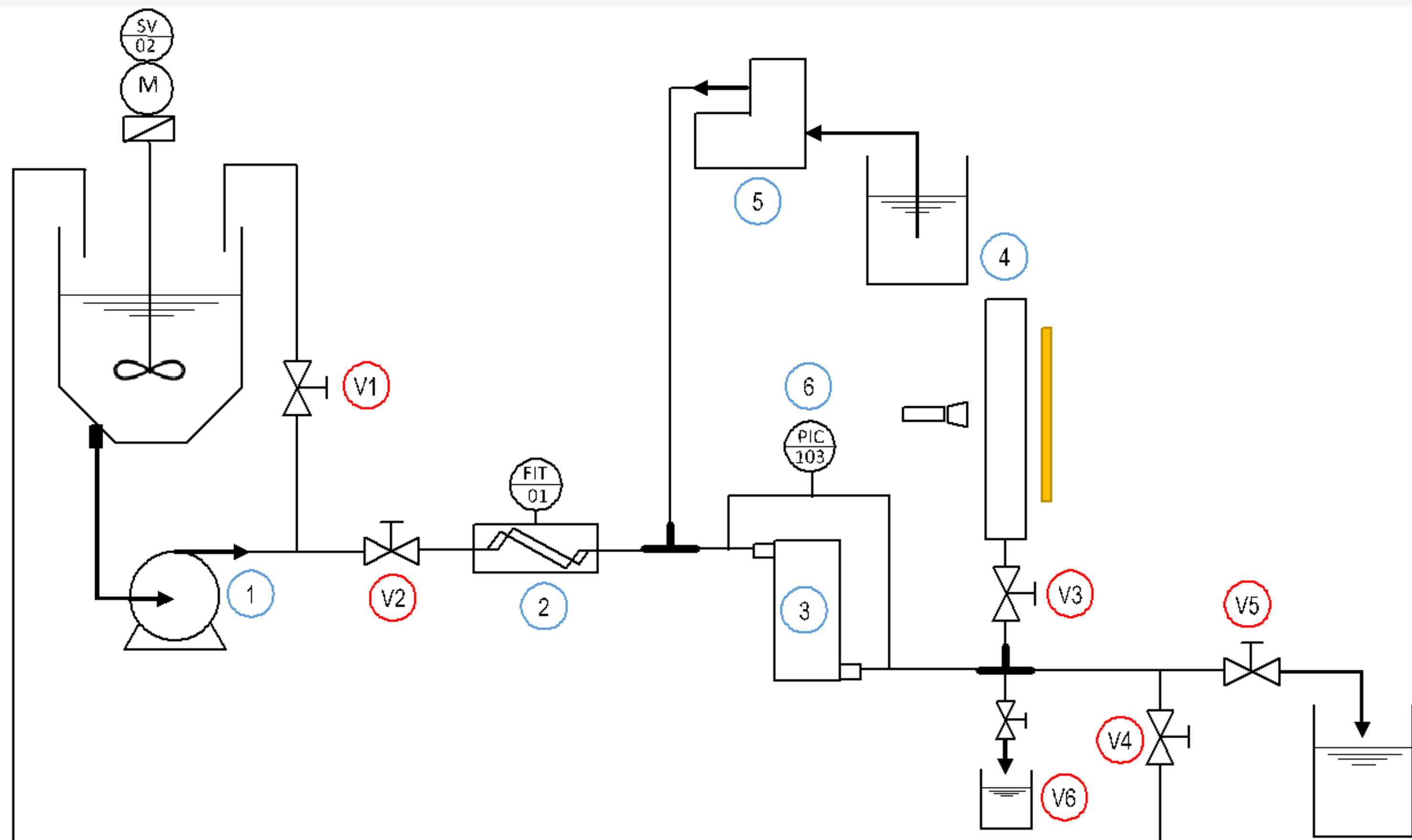
OBJETIVOS

- Evaluar el desempeño de 6 reactores de hidráulicos de floculación utilizando como material símil pulpa de cuarzo fino en suspensiones al 5% y 10% en peso de sólidos
- Comparar la eficiencia de la ultra-flocculación con el proceso de sedimentación convencional en una columna cilíndrica a bajos valores de G .

CRITERIO DE DISEÑO

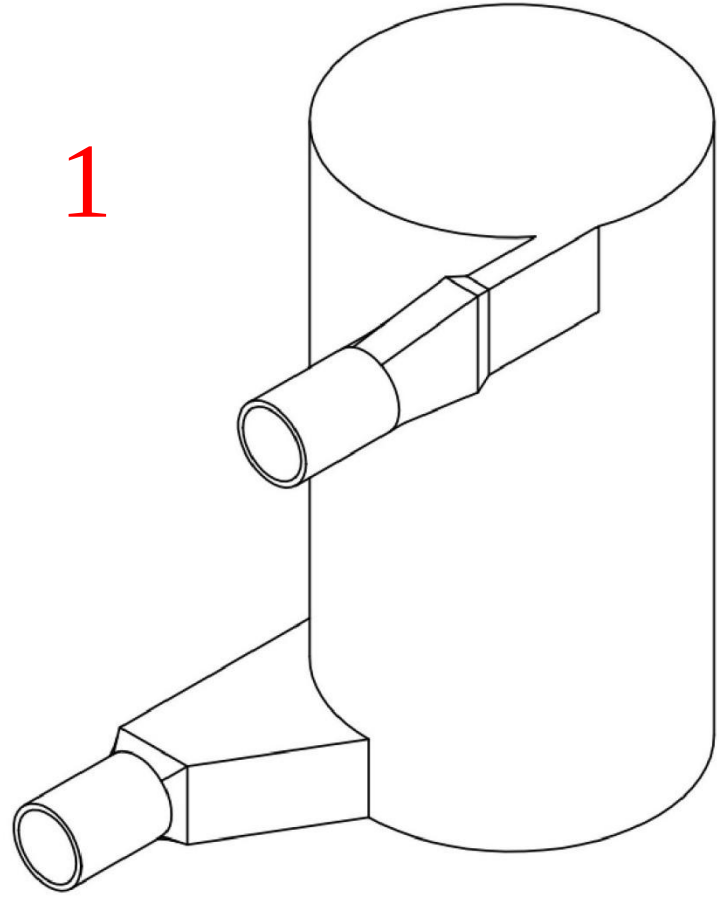
- Entrada del reactor : $G \sim 10000$
- Salida del reactor : $G \sim 100$
- Entre la entrada y la salida G es idealmente decreciente en función de la posición



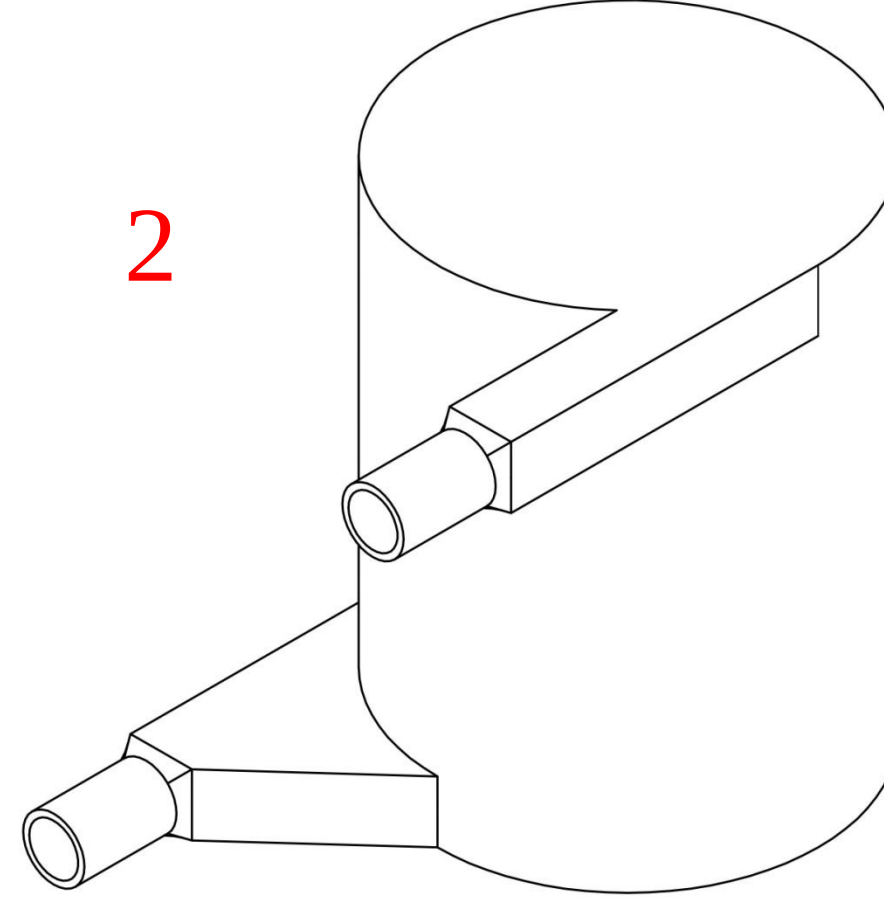


1. Bomba centrífuga
2. Flujómetro
3. Reactor
4. Columna de sedimentación
5. Bomba dosificadora.
6. Manómetro

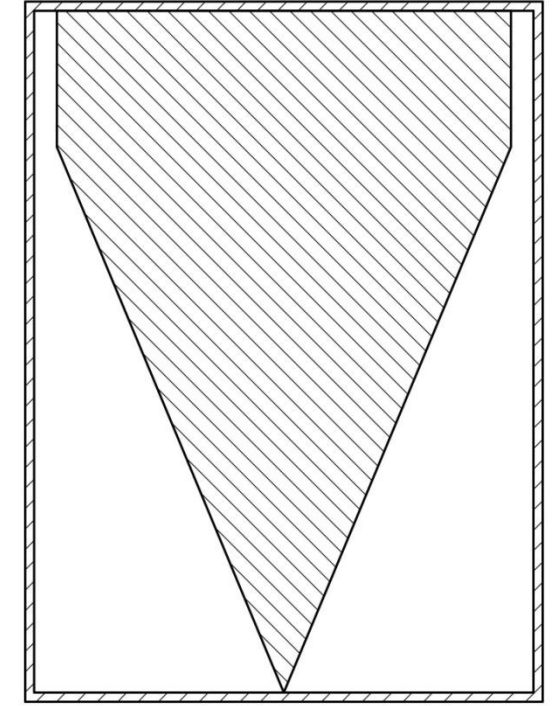
1



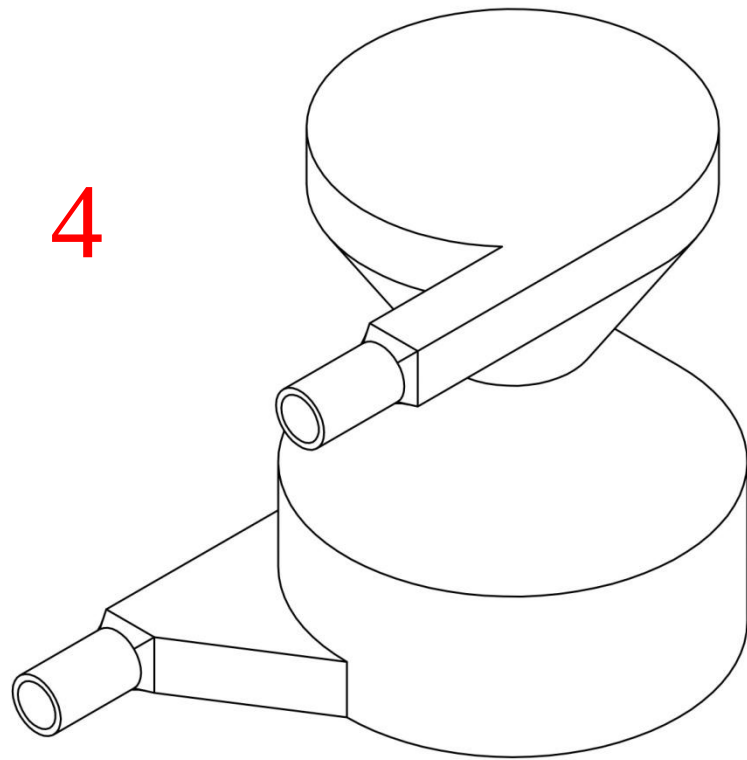
2



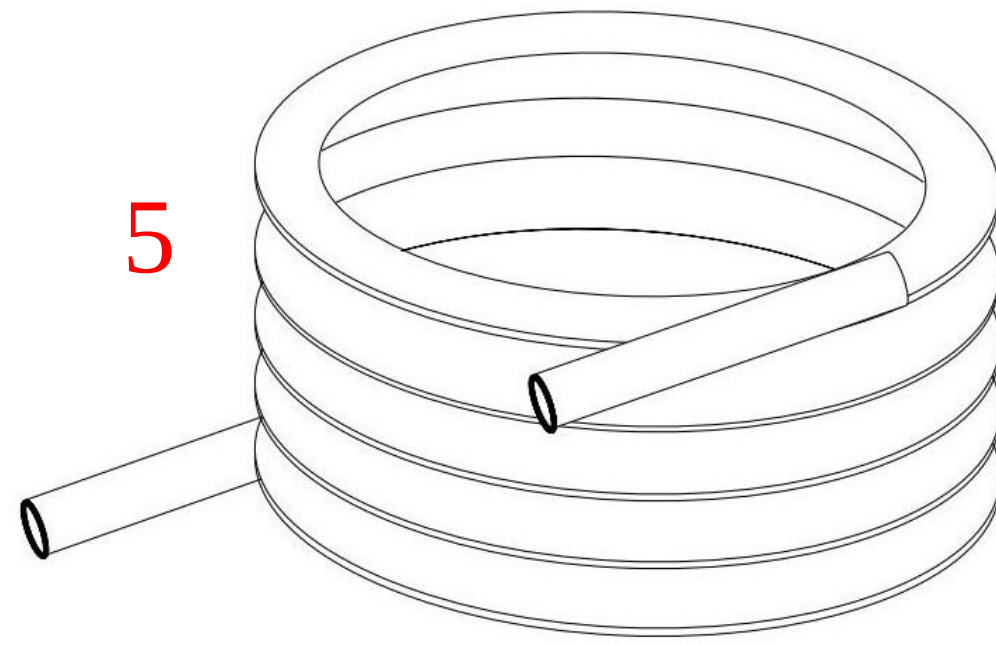
3



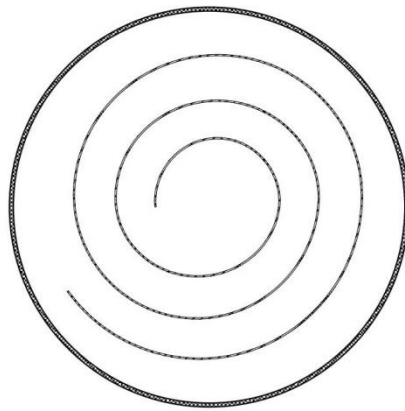
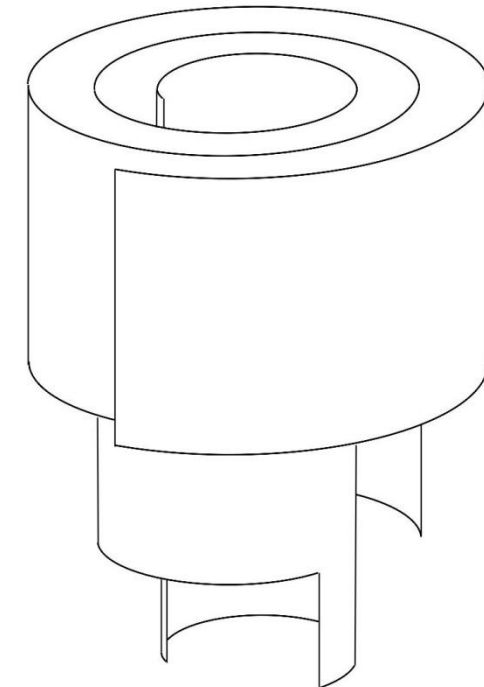
4



5

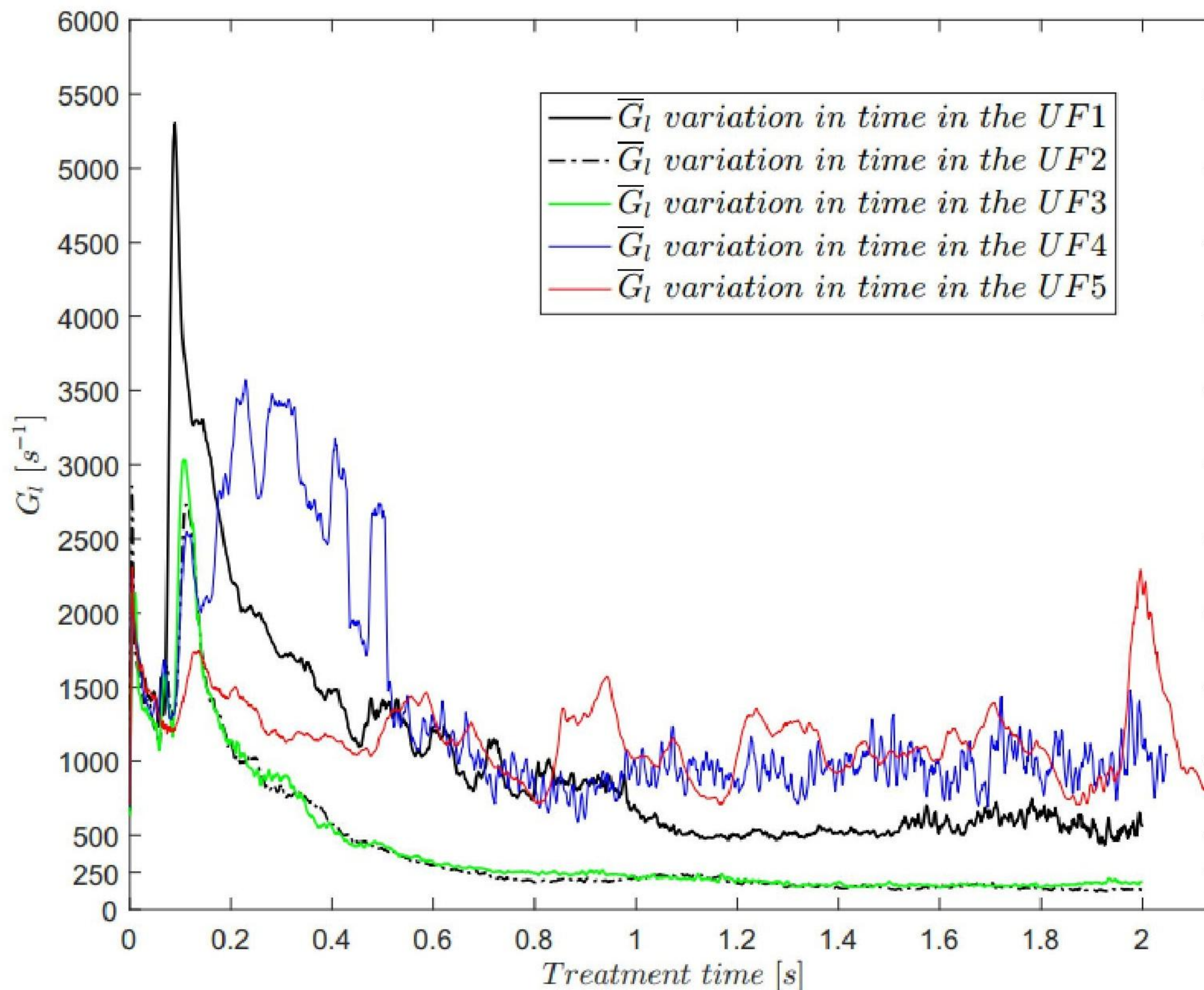


6





SIMULACIONES CFD (FLUENT)





MATERIAL: Cuarzo, $d_{50} < 10 \mu\text{m}$, trazas de Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO y TiO_2 , y $\rho_s = 2.6 \text{ t/m}^3$

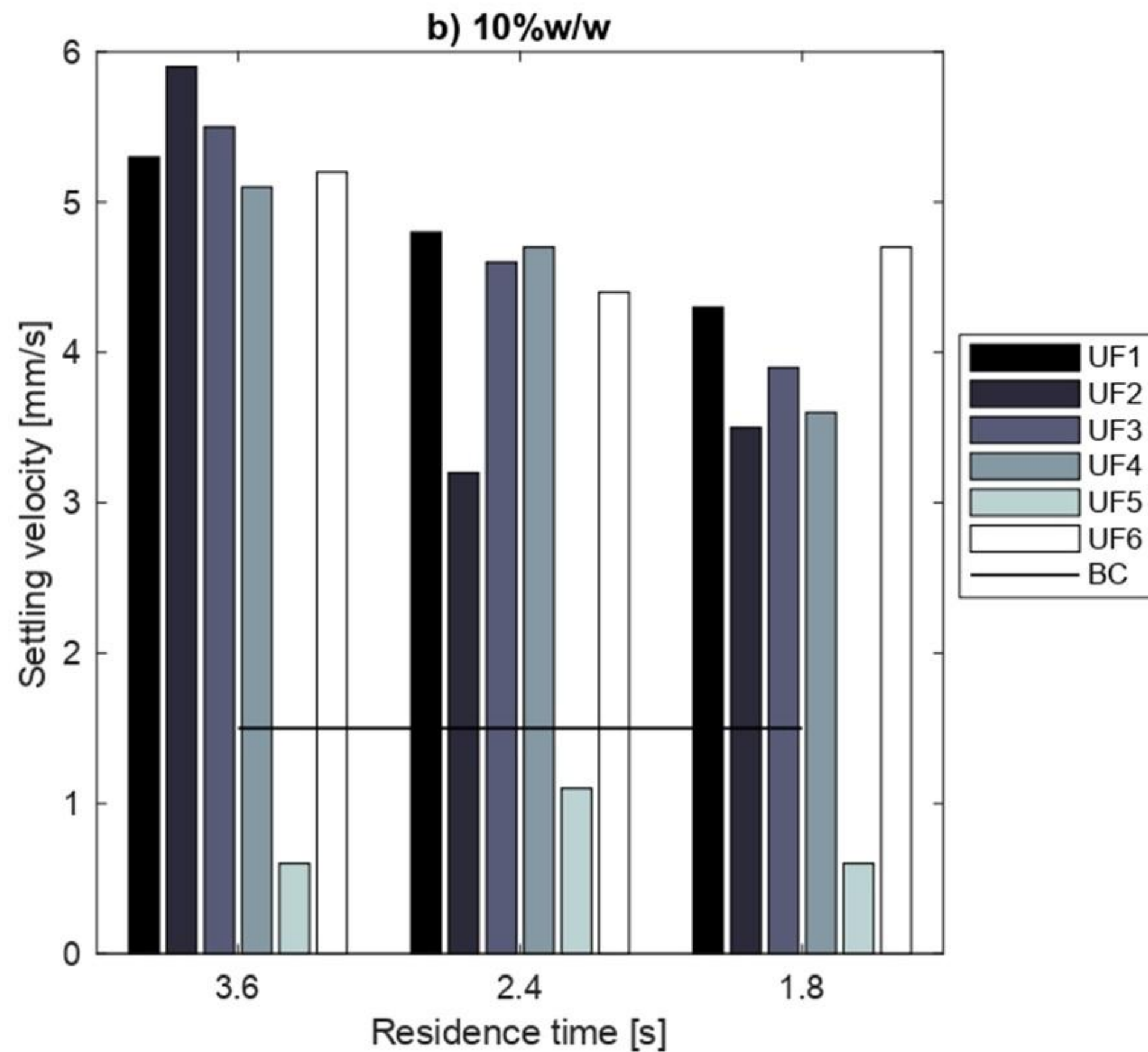
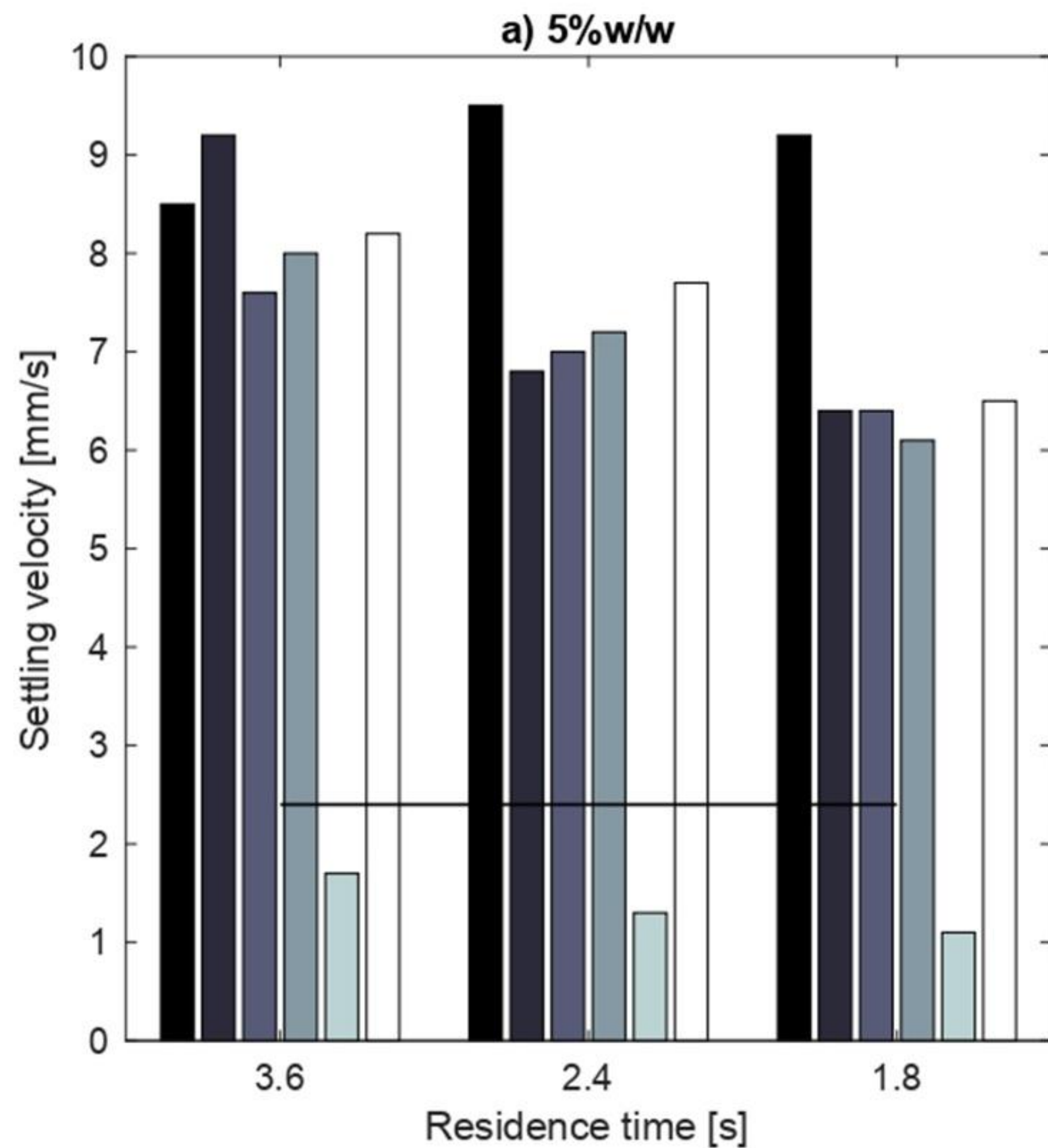
FLOCULANTE: aniónico de alto peso molecular

REGULADOR pH: lechada de cal al 10% w

w%	Dosificación gr/ton	pH	Tiempo tratamiento
5	12,5	11	1,8
10		12	2,4
			3,6

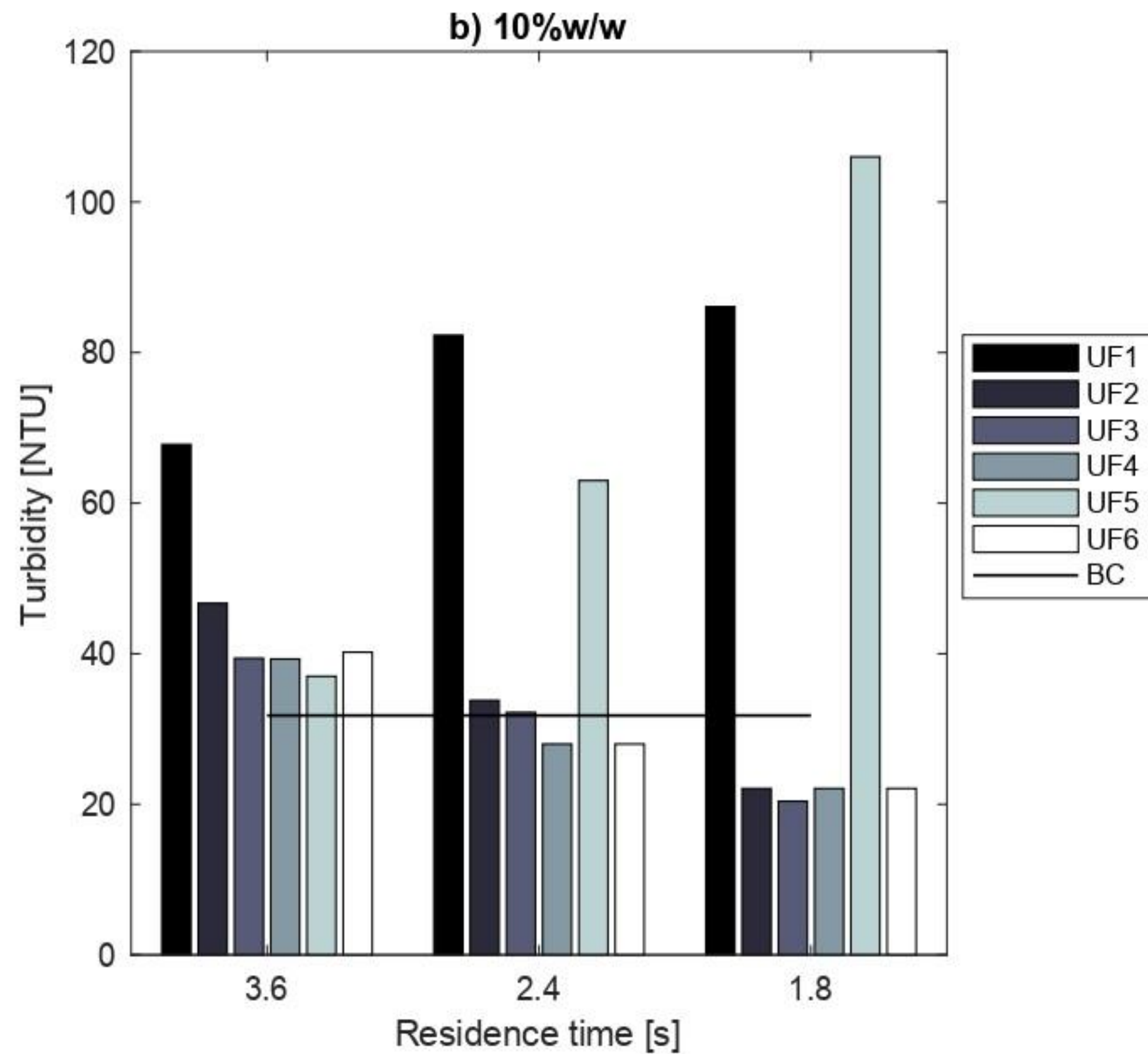
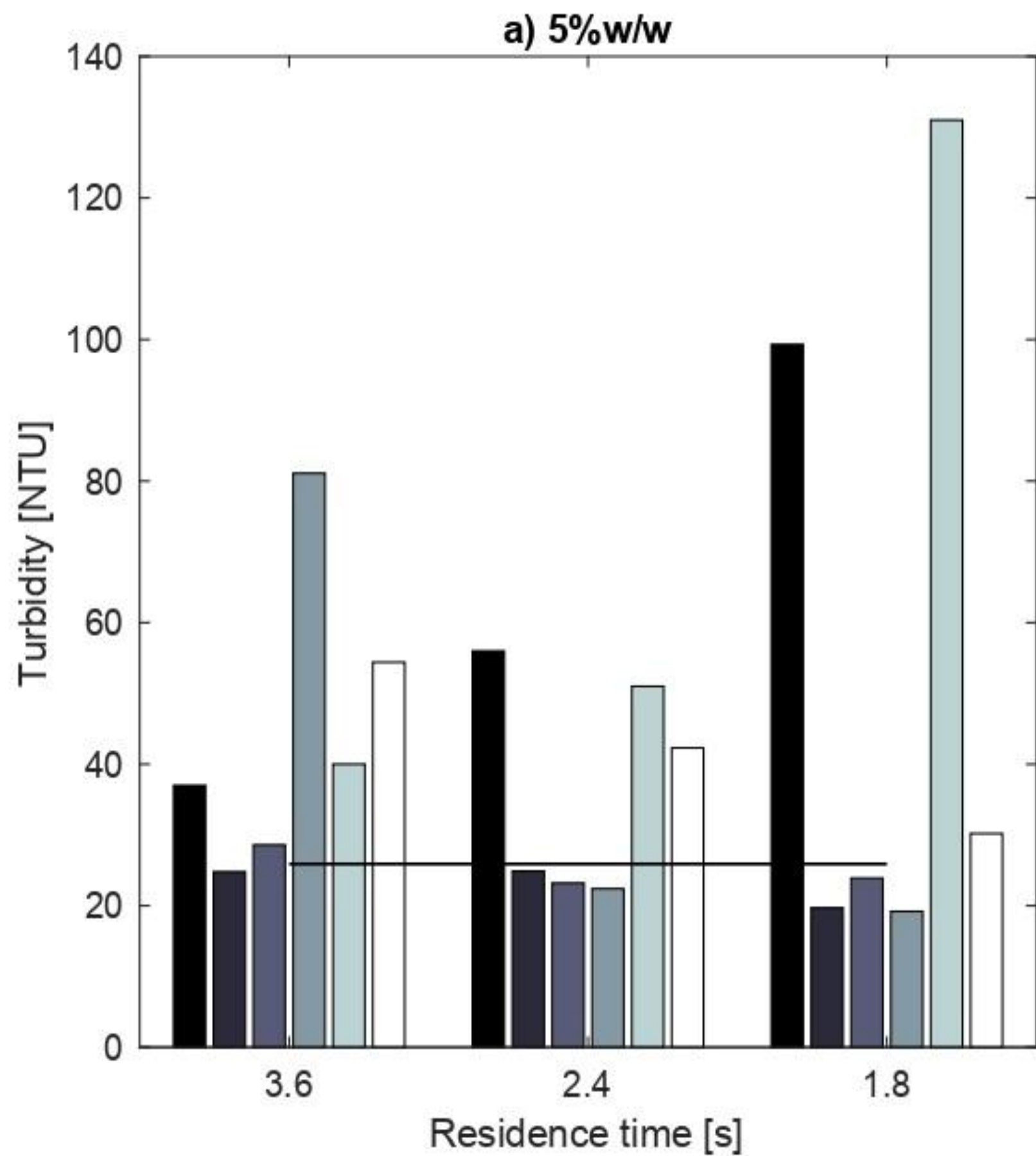


VELOCIDAD DE SEDIMENTACION



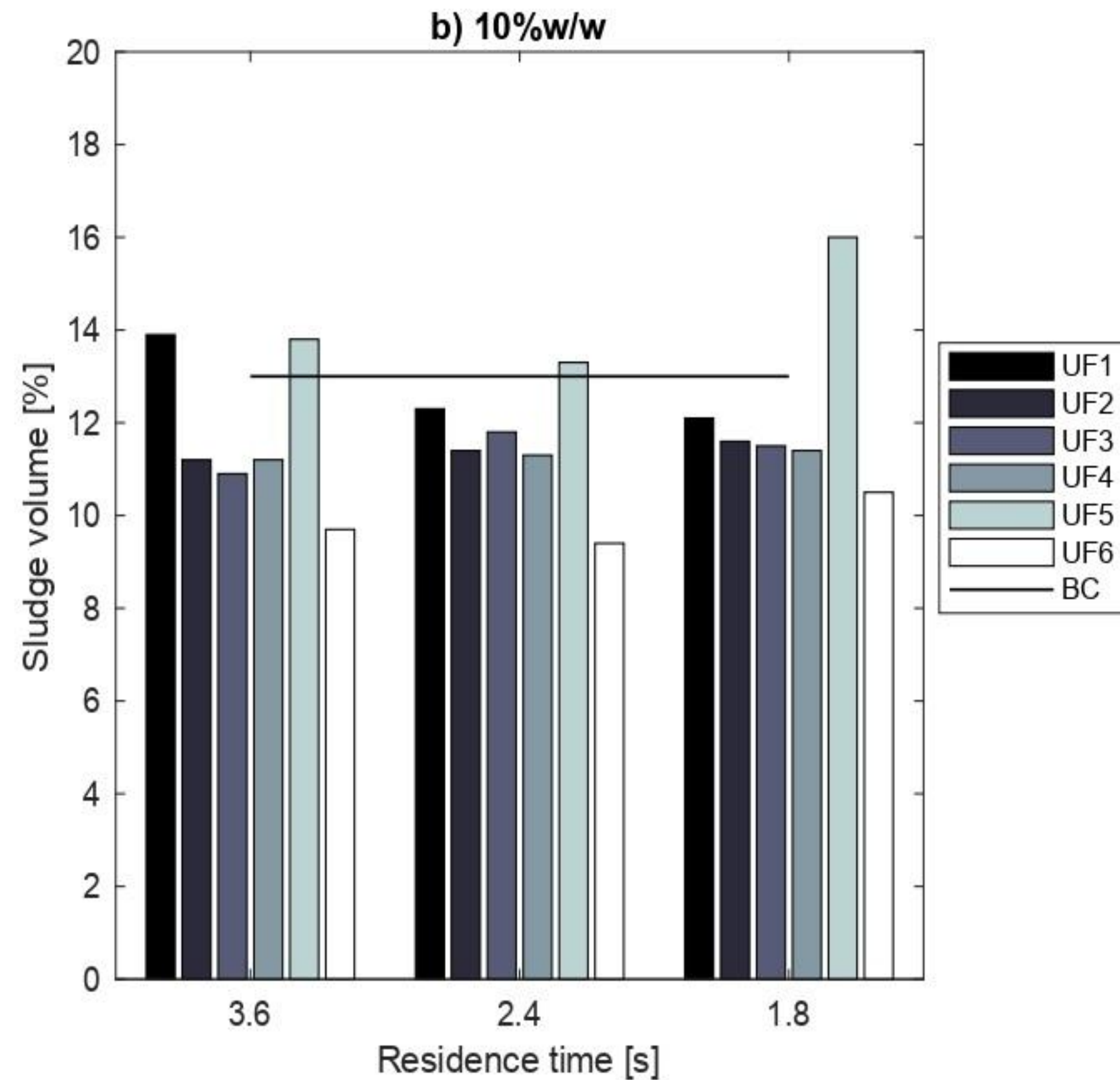
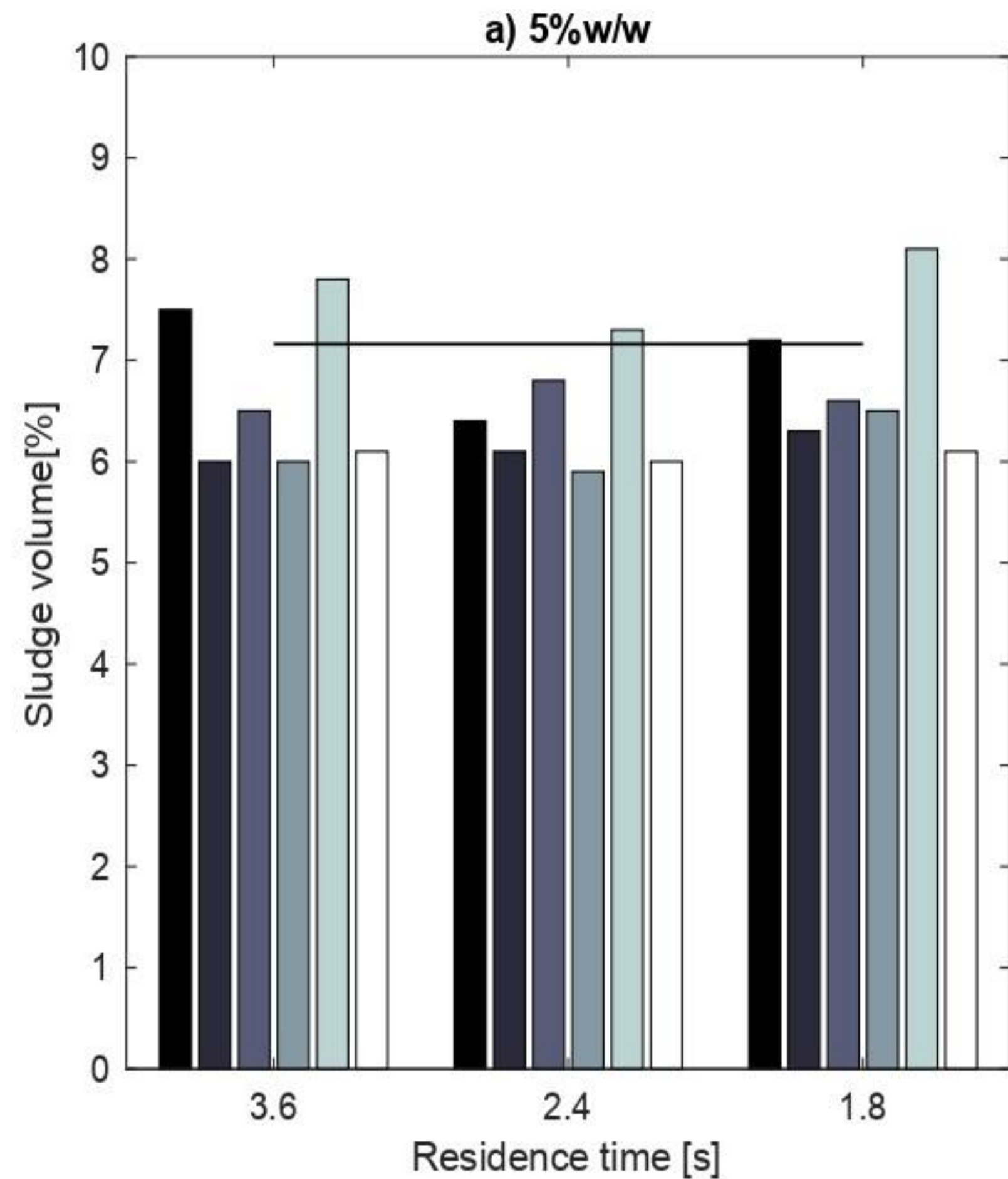


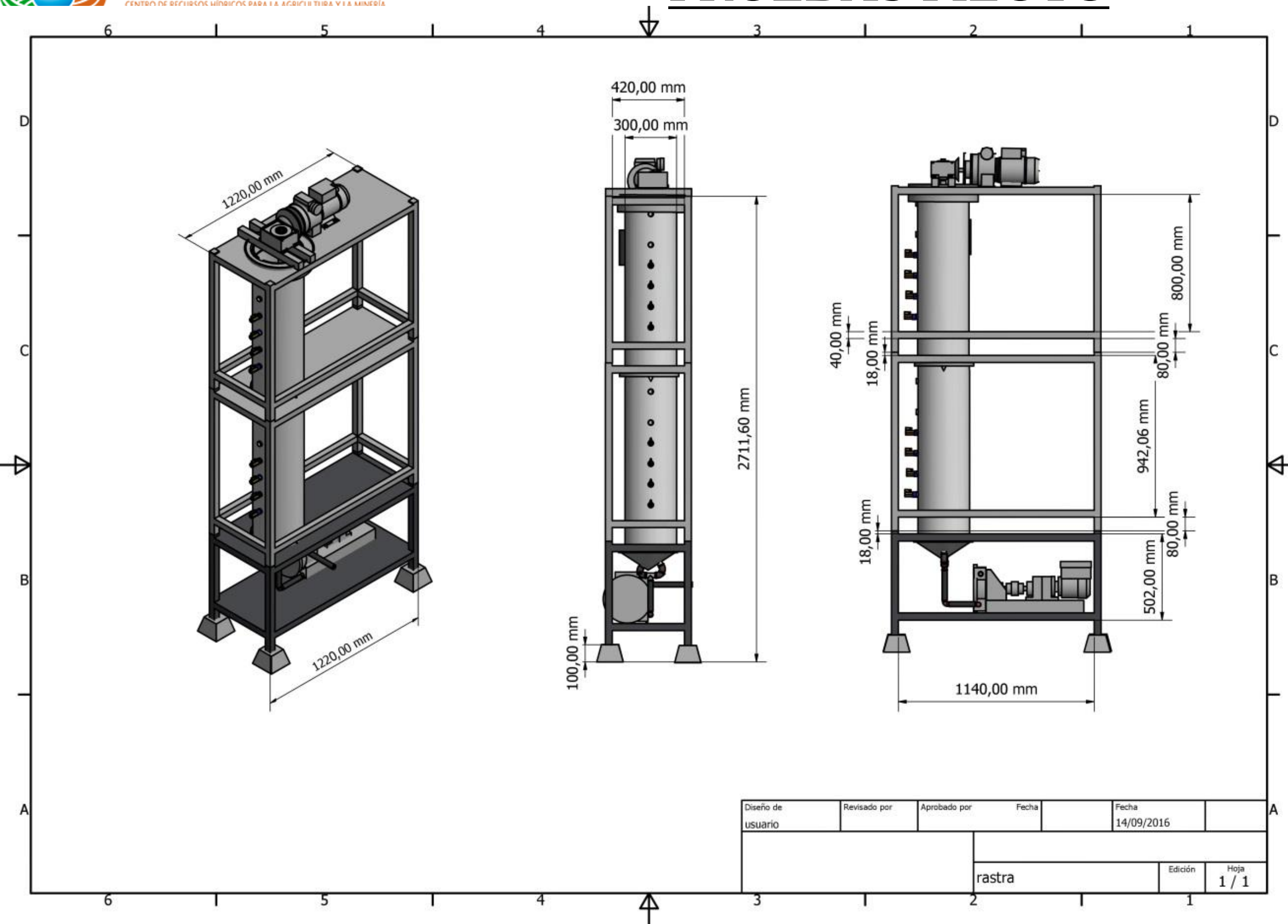
TURBIDEZ





SEDIMENTO

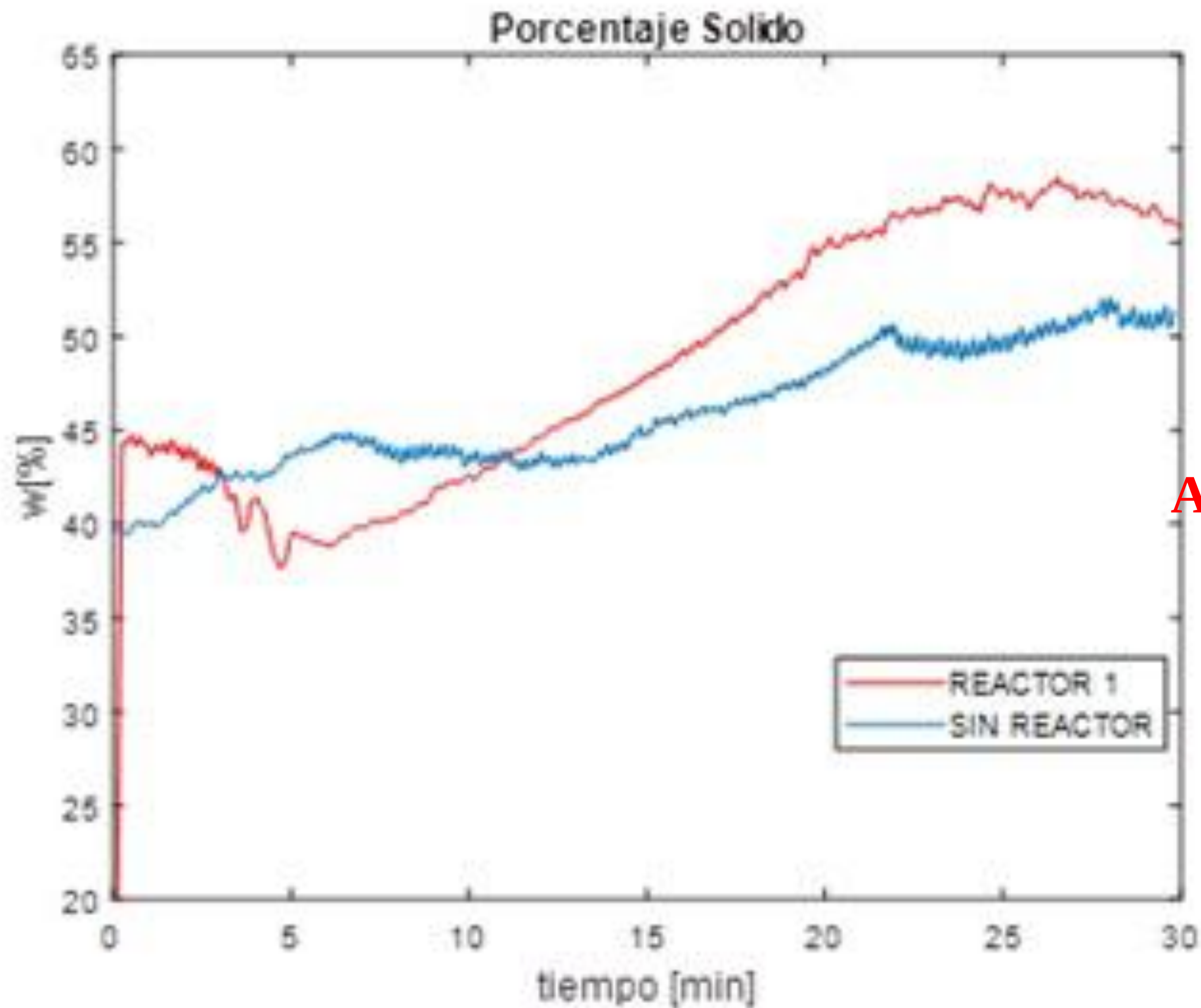




$H = 2 \text{ m}$, $d = 0.3 \text{ m}$

PRUEBAS PILOTO





Aumento de 50% a 55%

CONCLUSIONES

- Fue posible utilizar el método de ultra-floculación para tratar suspensiones finas en tiempos menores de 10 s.
- Los reactores con forma de hidrociclones invertidos permiten desarrollar el proceso de ultrafloculación con un buen desempeño hidráulico
- Permite flocular partículas bajo 10 micrones (arcillas)
- Aumenta la concentración de descarga a nivel piloto en 5%



Contents lists available at ScienceDirect

Chemical Engineering Research and Design

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cherd

IChemE
ADVANCING
CHEMICAL
ENGINEERING
WORLDWIDE

Study of shear rate production in different geometric configurations of hydraulic reactors for ultra-flocculation

M. del Río^a, P. Cornejo^{a,*}, F. Betancourt^b, F. Concha^b, N. Rulyov^c

^a Mechanical Engineering Department, University of Concepción, Chile

^b Metallurgical Engineering Department, University of Concepción, Chile

^c Institute of Biocolloid Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine



Minerals Engineering 157 (2020) 106583



Contents lists available at ScienceDirect

Minerals Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/mineng



Influence of the feed particle size distribution on roping in hydrocyclones

J. Daza^a, P. Cornejo^{a,c,*}, C. Rodríguez^a, F. Betancourt^{b,c}, F. Concha^{b,c}

^a Department of Mechanical Engineering, University of Concepción, Chile

^b Department of Metallurgical Engineering, University of Concepción, Chile

^c Water Research Center for Agriculture and Mining, CRHIAM, University of Concepción, Chile



Minerals Engineering 148 (2020) 106074



Contents lists available at ScienceDirect

Minerals Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/mineng



Short communication

Comparison of ultra-flocculation reactors applied to fine quartz slurries

Fernando Betancourt^{a,b,*}, Diana Celi^a, Pablo Cornejo^c, Marco del Río^c, Luciana Macera^a, Alonso Pereira^e, Nicolaj Rulyov^d

^a Department of Metallurgical Engineering, University of Concepción, Concepción, Chile

^b Center for Research in Mathematical Engineering, University of Concepción, Concepción, Chile

^c Department of Mechanical Engineering, University of Concepción, Concepción, Chile

^d Institute of Biocolloid Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

^e Faculty of Engineering and Geological Sciences, Northern Catholic University, Chile



DIARIO OFICIAL

DE LA REPUBLICA DE CHILE
Ministerio del Interior y Seguridad Pública

VI
SECCIÓN

MARCAS, IG/DO, PATENTES DE INVENCION, MODELOS Y DISEÑOS INDUSTRIALES

Núm. 42.218

Viernes 30 de Noviembre de 2018

Página 1 de 1

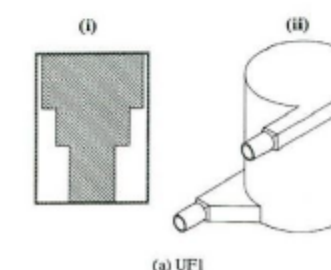
Marcas y Patentes

CVE 1501682

PATENTE DE INVENCION

2485-2018.- UNIVERSIDAD DE CONCEPCION .- CHILE.- Un reactor de ultra-floculación hidráulico para la recuperación de aguas a partir de pulpas finas de relaves mineros.

Fecha de pago de publicación: 23 de Noviembre de 2018.



A FUTURO

- Diseñar reactores a escala industrial usando CFD con dimensiones análogas a los hidrociclones para trabajar en baterías
- Construir un reactor industrial y probarlo en escala piloto o planta



CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

Gracias!

¿Alguna pregunta ?

