

INDICE

RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
I- INTRODUCCIÓN	01
II- OBJETIVOS	03
2.1 Objetivo General	03
2.2 Objetivos Específicos	03
III- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	04
3.1 Caracterización y Medición de Tamaño de Partículas	04
3.2 Métodos de Determinación de Tamaño de Partículas	05
3.3 Fundamentos Ópticos Aplicados a la Determinación de Tamaño de Partículas Micrométricas	06
3.3.1 Ley de Lambert-Beer	07
3.4 Aspectos Hidrodinámicos	13
3.4.1 Campo de fuerza gravitacional	13
3.4.2 Campo de fuerza centrífugo	16
3.5 Aplicaciones Industriales y Ambientales de la Determinación de Distribución y Tamaño de Partículas	19
3.6 Elementos de Mathcad	20
IV- METODOLOGÍA Y MATERIALES	22
4.1 Metodología	22
4.1.1 Revisión estado del arte	22

4.1.2 Modelación matemática	23
4.1.3 Formulación algoritmo	23
4.1.4 Pruebas de consistencia	24
4.2 Materiales	24
V- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	26
5.1 Formulación del Algoritmo	26
5.1.1 Modelación de la sedimentación centrífuga	27
5.1.2 Integración numérica	33
5.1.3 Algoritmo de cálculo	26
5.2 Ensayo del Programa	40
5.2.1 Ensayo a 750 rpm	40
5.2.2 Ensayo a distinta velocidad angular	41
5.3 Contrastación y Discusión de Resultados	44
VI- CONCLUSIONES	47
VII- BIBLIOGRAFÍA	49
VIII- APÉNDICES	51
A.1 Equipo Shimadzu CA-CP3	51
A.2 Suspensiones y Materiales	54
A.2.1 Geltech S501	54
A.2.2 Suspensión	55
A.2.3 Linealidad	56
A.2.4 Datos experimentales de extinción	57
B.1 Aplicación Matemática de Transformación de Valores de Extinción	59
C.1 Simbología para el Diagrama de Flujo	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura (3.1): Esquema de la interacción de una partícula sometida a un campo de radiación electromagnética homogénea, en la cual, se aprecian los fenómenos de reflexión, difracción y extinción de la radiación incidente en una partícula.	07
Figura (3.2): Esquema del principio de la extinción sobre un haz de luz al atravesar una cubeta con partículas suspendidas.	08
Figura (3.3): Comportamiento de la extinción con respecto a la concentración, donde la línea roja corresponde al comportamiento lineal y la azul al comportamiento asintótico de una suspensión.	09
Figura (3.4): Esquema del proceso de sedimentación y de análisis ópticos de partículas.	13
Figura (3.5): Diagrama de cuerpo libre de una partícula sometida a la acción de la fuerza gravitatoria.	14
Figura (3.6): Diagrama de cuerpo libre de las fuerzas sobre una partícula que sedimenta mediante la acción de un campo centrífugo.	17
Figura (5.1) Diagrama de flujo del algoritmo de integración de la concentración volumétrica.	37
Figura (5.2) Diagrama de flujo de la integración de la concentración incremental.	39

Figura (5.3): Gráfico de la distribución de tamaño de partícula de dióxido de silicio esférica de 0,5 μm diámetro nominal, medidos a una velocidad de 750 rpm. La curva de color rojo es la distribución incremental y la de color azul la acumulativa.	41
Figura (5.4): Gráfico correspondiente a los valores promedio de extinción para velocidades angulares de 750, 1.200, 2.000 y 3.000 rpm.	42
Figura (5.5): Gráfico de la distribución incremental de tamaños de partícula para velocidades de 750, 1.200, 2.000 y 3.000 rpm.	43
Figura (5.6): Gráfico de la distribución acumulativa de tamaños de partícula para velocidades de 750, 1.200, 2.000 y 3.000 rpm.	43
Figura (5.7): Gráfico de la distribución de tamaño de partícula estándar para las funciones incremental y acumulativa medidas en microscopio electrónico Zeiss Gemini 942.	44
Figura (5.8): Gráfico de comparación de distribución de tamaño de partícula para las funciones incremental y acumulativa	45
Figura (8.1): Fotografía correspondiente al equipo Centrifugo Shimadzu SA-CP3.	51
Figura (8.2): Diagrama esquemático de la centrifugadora Shimadzu SA-CP3.	51
Figura (8.3): Representación esquemática de la cubeta de la analizadora Shimadzu SA-CP3.	53
Figura (8.4): Fotografía micropartículas Geltech 0,5 μm , obtenida en un microscopio electrónico Zeiss Gemini 942, en la Universidad Técnica de Dresde.	

	54
Figura (8.5): Micropartículas presentes en la suspensión de calibración correspondiente a Geltech 0,5 μm , obtenida en un microscopio electrónico Zeiss Gemini 942, en la Universidad Técnica de Dresde.	
	55
Figura (8.6): Gráficos representativo del análisis de linealidad para la centrífuga analítica Shimadzu SA-CP3.	
	57
Figura (8.7): Gráfico correspondiente a los datos de extinción para una velocidad angular de 750 rpm.	
	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla (8.1), Datos correspondientes a la medición de la linealidad.	56
Tabla (8.2): Datos correspondiente a la medición de la extinción	58
Tabla (8.3): Simbología utilizada en la elaboración del diagrama de flujo	66