

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivo general.....	2
1.3 Objetivos específicos	2
1.4 Estructura del trabajo.....	2
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1 Problemas y desafíos de los sistemas de drenaje en depósitos de relaves	4
2.1.1 Rotura de partículas	4
2.1.2 Asentamientos diferenciales	5
2.1.3 Metodología de cálculo de capacidad hidráulica	6
2.1.4 Instrumentación y monitoreo	6
2.2 Metodologías de diseño de sistemas de drenaje de depósitos de relaves .	7
2.2.1 Diseño de bandas granulométricas de los materiales	7
2.2.2 Teoría del cálculo de capacidad hidráulica en drenes	13
2.2.3 Diseño de geometría de los drenes	19
2.2.4 Determinación de espesor de materiales filtro y transición.....	21
2.2.5 Tipos de drenes	21
2.3 Fallas de depósitos de relaves en el mundo causadas por un mal funcionamiento de su sistema de drenaje.....	24
2.3.1 Falla de Omai, Guyana, 1995 (Vick S. , 1996)	24
2.3.2 Falla de Bernburg, Alemania, 2007 (Vanden Berghe <i>et al.</i> , 2009)	27
2.4 Fuentes de incertidumbre involucradas en el diseño	29
2.5 Incorporación de incertidumbre en el diseño	30
2.5.1 Clasificación de fuentes de incertidumbre	30
2.5.2 Métodos probabilísticos	30
3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	32
3.1 Alcance del análisis	32
3.2 Metodología de determinación de rangos de variación y distribución de probabilidad de cada variable	32
3.2.1 Rangos de variación	33
3.2.2 Distribuciones de probabilidad.....	37
3.3 Metodología de evaluación de incertidumbre	37
3.3.1 Análisis de sensibilidad.....	38

3.3.2 Análisis probabilístico	38
3.4 Casos a analizar	39
4 RESULTADOS.....	42
4.1 Análisis de sensibilidad.....	42
4.2 Análisis probabilístico	45
4.2.1 Caso 1: Flujo laminar y distribuciones uniformes.....	45
4.2.2 Caso 2: Flujo laminar y distribuciones normales.....	47
4.2.3 Caso 3: Flujo laminar y turbulento y distribuciones normales.....	49
4.2.4 Caso 4: Flujo turbulento y distribuciones normales	51
4.3 Comparación de ecuación de Wilkins con otras relaciones de flujo no Darciano	53
5 DISCUSIÓN	62
5.1 Análisis de sensibilidad.....	62
5.1.1 Caso con régimen laminar	62
5.1.2 Caso con régimen turbulento.....	62
5.1.3 Comparación entre formulaciones	63
5.2 Análisis probabilístico	63
5.2.1 Caso 1 y 2 y comparación	64
5.2.2 Caso 3	64
5.2.3 Caso 4	66
5.2.4 Comentarios generales.....	66
5.3 Comparación de ecuación de Wilkins con otras relaciones de flujo no Darciano	67
5.3.1 Ergun (1952).....	67
5.3.2 McCorquodale <i>et al.</i> (1978)	68
5.3.3 Martins (1990).....	68
5.3.4 Gent (1991)	68
5.3.5 Comentarios generales.....	68
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
6.1 Conclusiones	70
6.2 Recomendaciones	71
7 BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	74
Anexo A. Estimación de asentamientos y criterios para calcular espesores de materiales filtro y transición	74

Anexo B. Gráfico velocidades de flujo	77
Anexo C. Análisis probabilístico.....	78
Anexo D. Comparación de velocidades de flujo	83