

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	ii
Tabla de contenido.....	iii
Índice de Tablas.....	v
Índice de Ilustraciones.....	vi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Presentación y estructuración de la tesis.....	1
1.2. Motivación y formulación del problema.....	2
1.3. Antecedentes generales.....	7
1.4. Objetivos del Estudio.....	10
1.4.1. Objetivo General:.....	10
1.4.2. Objetivos Específicos:.....	10
1.5. Alcance de la Investigación.....	11
1.6. Metodología de la Investigación.....	11
CAPÍTULO II: NUMERICAL MODELLING OF WATER FLOW THROUGH GRANULAR MATERIAL FOR ISOLATED AND SIMULTANEOUS EXTRACTIIONS IN CAVING MINING METHODS.....	15
Abstract.....	15
2.1. Introduction.....	16
2.2. Governing Equations.....	18
2.2.1. Fluid dynamics.....	18
2.2.2. Granular materials.....	20
2.3. Numerical Methodology.....	25
2.4. Results and discussion.....	30
2.4.1. Effects of the propagation of caving.....	30
2.4.2. Influence of the IMZ geometry.....	30
2.4.3. Influence of the separation distance between drawpoints.....	35
2.4.4. Dimensional analysis.....	38
2.5. Summary and conclusions.....	41
Acknowledgements.....	43
CAPÍTULO III: MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE AGUA Y SU APLICACIÓN EN MINERÍA DE CAVING.....	44
Abstract.....	44
3.1. Introducción.....	45
3.2. Marco conceptual.....	46
3.2.1. Medios porosos.....	46
3.2.2. Medios Granulares.....	48

3.3.	Metodología Numérica	50
3.4.	Resultados	53
3.5.	Conclusiones.....	57
	Agradecimientos	58
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES FINALES.....		60
4.1.	Trabajos futuros	62
BIBLIOGRAFÍA		65
ANEXO A: Efecto de la granulometría y cambio relativo de densidad local en la altura del IMZ según el modelo cinemático modificado.....		71
ANEXO B: Trabajo colaborativo en proyectos de investigación asociados.....		72

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Table 2. 1. Set of parameters of numerical simulations.....	26
Table 2. 2. Set of porosities of the ellipses.....	28
Table 2. 3. Dimensions of parameters of the numerical simulations.	39

INDICE DE ILUSTRACIONES

CAPÍTULO I

Figura 1. 1. Esquema tridimensional del método de Block Caving.....	3
Figura 1. 2. Escurrimiento de barro húmedo en DOZ, PT Freeport, Indonesia.	4
Figura 1. 3. Factores requeridos para la ocurrencia de un bombeo o escurrimiento	5
Figura 1. 4. Zonas de flujo en un material granular extraído por métodos de Caving. ...	8
Figura 1. 5. Mediciones de porosidad durante la evolución del IMZ.	8
Figura 1. 6. Modelo numérico conceptual propuesto.....	13
Figura 1. 7. Etapas de la modelación numérica	14

CAPÍTULO II

Figure 2. 1. The kinematic model of Nedderman and Tüzün	21
Figure 2. 2. Schematic model of the IEZ showing the dilatation front	22
Figure 2. 3. Schematic conceptual model.	27
Figure 2. 4. Convergence of free triangular mesh.	28
Figure 2. 5. Mass balance. Mass flow rate (kg/s) as a function of the simulation time. ...	29
Figure 2. 6. Magnitude of the velocity field of an isolated drawpoint and evolution of the caving for $t = 100$ s.	32
Figure 2. 7. Magnitude of the velocity field of an isolated drawpoint according to granule size for $t = 100$ s.	33
Figure 2. 8. Magnitude of the velocity field of an isolated drawpoint according to relative change of local density for, $t = 100$ s.	34
Figure 2. 9. Maximum magnitude of the velocity of the drawpoint as function of extraction area	35
Figure 2. 10. Magnitude of the velocity field of the simultaneous extraction for different separation distances between drawpoints for $t = 100$ s.	37
Figure 2. 11. Data fit for $\Pi = V_2/V_1$ as a function of the dimensionless parameter $\Psi = \Lambda_1$	40
Figure 2. 12. Data fit for $\Pi = V_2/V_1$ as a function of the dimensionless group $\Psi = \Lambda_1 c_1 + c_2 \ln c_3 + c_4 \Lambda_2$	41

CAPÍTULO III

Figura 3. 1. Modelo cinemático de Nedderman y Tüzün	48
Figura 3. 2. Frente de dilatación y movimiento de partículas	49
Figura 3. 3. Modelo conceptual	51
Figura 3. 4. Esquema metodológico de la modelación numérica.	51
Figura 3. 5. Velocidad final del agua por periodos para Tiraje Uniforme.....	54
Figura 3. 6. Velocidad final del agua por periodos para Panel Caving	55
Figura 3. 7. Velocidad final del agua por periodos para Tipo Domo.....	56
Figura 3. 8. Velocidad en puntos de control para extracción con tiraje uniforme en el tiempo	57

CAPÍTULO IV

Figura 4. 1. Modelo computacional del caso 3D.....	63
Figura 4. 2. Resultados preliminares del caso 3D, Distribución de velocidades	63