

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes generales	1
1.2. Motivación	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Alcances	3
1.5. Organización del informe	3
2. Sistema Airlift	4
2.1. Descripción del sistema	4
2.2. Tipos de sistemas Airlift	5
2.3. Efectos de cambios de variables	9
2.3.1. Cantidad de aire inyectado	9
2.3.2. Cambio nivel de sumersión	10
2.3.3. Cambio en el diámetro de los agujeros de entrada de aire	11
2.3.4. Cambios en el ángulo de inyección de aire	12
2.3.5. Conclusiones principales	12
3. Antecedentes bibliográficos	14
3.1. Inyección de aire	14
3.2. Predicción del flujo	16
3.3. Eficiencia y número de Reynolds	17
3.4. Fluidodinámica en bomba airlift	19
3.4.1. Primeros trabajos de simulación numérica	19
3.4.2. Fluidodinámica en la tubería de succión	19
3.4.3. Fluidodinámica a lo largo de la tubería de levantamiento	21
3.4.4. Efecto de la tensión superficial	21
3.5. Simulaciones numéricas	21
4. Metodología	27
4.1. Selección de parámetros	27
4.2. Realizar volumen de control en Software	27
4.3. Construcción del modelo	27
4.4. Validación de mallado	28
4.5. Obtención de resultados y post-procesamiento	28
4.6. Análisis de resultados	29
5. Ecuaciones del modelo	30

5.1.	Principio de conservación	30
5.1.1.	Teorema del transporte de Reynolds	30
5.1.2.	Conservación de masa	30
5.1.3.	Conservación de momentum	31
5.2.	Flujos turbulentos	32
5.2.1.	Ecuaciones para flujos turbulentos	33
5.2.2.	Problema de cierre	34
5.2.3.	Modelo turbulento κ - ε Standard	35
5.3.	Modelo de flujo multifásico VOF	36
6.	Método numérico	38
6.1.	Discretización	38
6.1.1.	Aproximación de las integrales de superficie	38
6.2.	Formas prácticas de interpolación	40
6.2.1.	Second-Order Upwind Scheme	40
6.3.	Algoritmo de solución	41
6.3.1.	Algoritmo Simple	41
6.3.2.	Algoritmo PISO	45
7.	Pruebas de malla	46
7.1.	Modelo completo 2D	46
7.1.1.	Modelo 2D para pruebas de mallado	47
7.2.	Resultados pruebas de mallado	51
7.2.1.	Número de Reynolds en la Celda (CRN)	55
7.2.2.	Presión cercana a la entrada	55
7.2.3.	Masa de agua en la salida	56
7.2.4.	Análisis de pruebas de mallado y selección de malla	57
8.	Simulaciones numéricas	59
8.1.	Construcción del modelo	59
8.2.	Resultados modelo burbujeante	61
8.2.1.	Fracción de volumen de agua	61
8.2.2.	Velocidades a lo largo del eje	63
8.2.3.	Campos de velocidades	64
8.2.4.	Presiones a 50 mm de entrada de agua	65
8.2.5.	Tamaño de la burbuja	66
8.3.	Resultados modelo slug	67
8.3.1.	Fracción de volumen de agua	67
8.3.2.	Velocidades a lo largo del eje	69
8.3.3.	Campos de velocidades	70
8.3.4.	Presiones a 50 mm de la entrada del agua	71
8.3.5.	Caudal másico de agua a la salida	72
8.3.6.	Frecuencia del caudal másico de agua a la salida	73
8.3.7.	Tamaño de la burbuja	74
8.4.	Resultados de modelo churn	75
8.4.1.	Fracción de volumen de agua	76

8.4.2.	Velocidades a lo largo del eje	78
8.4.3.	Campos de velocidades	79
8.4.4.	Presiones a 50 mm de la entrada de agua	80
8.4.5.	Caudal másico de agua a la salida	81
8.4.6.	Frecuencia del caudal másico de agua a la salida	81
8.5.	Resultados comparativos	82
8.6.	Análisis	84
8.6.1.	Análisis resultados modelo burbujeante.	84
8.6.2.	Análisis resultados modelo slug.	85
8.6.3.	Análisis resultados modelo churn.	86
8.6.4.	Análisis comparativo.	86
9.	Conclusión	88
	Nomenclatura	89
	Bibliografía	91