

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
1.2. Alcances	3
2. Antecedentes	4
2.1. Comportamiento del fluido	4
2.1.1. Ecuación de continuidad	4
2.1.2. Número de Reynolds	4
2.1.3. Teorema de Bernoulli	5
2.1.4. Concentración de sólidos	5
2.1.4.1. Concentración de sólidos en peso	6
2.1.4.2. Concentración de sólidos en volumen	6
2.1.5. Densidad de pulpa	6
2.1.6. Viscosidad	6
2.1.7. Pérdidas de Carga	7
2.1.7.1. Pérdidas de Carga Friccionales	8
2.1.7.2. Pérdidas de Carga Singulares	8
2.1.8. Ecuaciones de Navier-Stokes	9
2.2. Bombas Centrífugas	9
2.2.1. Rodete	9
2.2.1.1. Rodetes Tipo Cerrado	10
2.2.1.2. Rodetes Tipo Semiabierto	10
2.2.1.3. Rodetes Tipo abierto	11
2.2.2. Voluta	13
2.2.2.1. Voluta simple	13
2.2.2.2. Voluta doble	14
2.2.3. Curvas Características	15
2.2.4. Triángulos de Velocidad	16
2.2.5. Ecuación de Euler	18
2.2.6. Potencia Hidráulica	18
2.2.7. Potencia al eje de la bomba	18
2.2.8. Potencia Eléctrica	19
2.2.9. Velocidad Específica	19
2.3. Diagrama de Knapp	20
2.4. Modelamiento en Software CFD	21

2.4.1.	Criterios de calidad de malla	22
2.4.1.1.	Orthogonal Quality	23
2.4.1.2.	Skewness Quality	24
2.4.2.	Modelo turbulento	25
2.5.	Normas y códigos de diseño	26
3.	Metodología	28
3.1.	Diseño de geometría	28
3.2.	Pre-Procesamiento	28
3.3.	Procesamiento	29
3.4.	Post-Procesamiento	29
3.4.1.	Cálculo de velocidad angular para torque cero	29
3.4.2.	Pérdida de carga del rodete	30
4.	Diseño de geometría	31
4.1.	Características de la bomba	31
4.2.	Características del fluido	33
4.3.	Software Centrifugal Pump Design	33
4.4.	Software BladeGen	35
4.5.	Mallado de Geometría	36
4.6.	Calidad de mallado	40
4.7.	Verificación Funcional de Geometría	42
5.	Pre-Procesamiento	46
6.	Procesamiento	48
7.	Post-Procesamiento	50
7.1.	Verificación de funcionamiento	50
7.2.	Cálculo de velocidades angulares y pérdidas de presión por cada simulación	53
7.3.	Comparación de resultados con diagrama de Knapp adimensional	57
8.	Conclusiones	62
	Bibliografía	64
	Anexo A. Resultados	65
A.1.	Post-Procesamiento	65
A.1.1.	Esfuerzo en las paredes del rodete	65
A.1.2.	Iteración de velocidad angular y regresión lineal por simulación	70