

Tabla de Contenido

Introducción	1
1. Antecedentes	4
1.1. Generación	4
1.2. Recurso hídrico	5
1.3. Turbinas hidráulicas	6
1.4. Turbinas hidráulicas tipo Pelton	7
1.4.1. Componentes y funcionamiento	7
1.4.2. Teoría de funcionamiento	8
1.4.3. Potencia mecánica	9
1.4.4. Rendimiento hidráulico	10
1.5. Caracterización del recurso hídrico	11
1.5.1. Circuito hidráulico	11
1.5.2. Selección de bomba para la simulación hidráulica	12
1.5.3. Regulación de caudal	19
1.6. Principios de funcionamiento de medición de caudal y altura neta equivalente	21
1.6.1. Medición de caudal mediante flujómetro	21
1.6.2. Medición de altura neta equivalente mediante tubo de Pitot	23
1.7. Filosofía de control	25
1.8. Caracterización de la micro-central	26
2. Metodología	28
2.1. General	28
2.2. Diseño del circuito hidráulico	29
2.3. Montaje de la micro-central hidráulica	29
3. Condiciones iniciales de diseño	30
3.1. Bases de diseño	30
3.2. Condiciones iniciales para el diseño del laboratorio de pruebas	30
3.3. Descripción del laboratorio de pruebas	31
3.3.1. Housing	32
3.3.2. Inyector	33
3.3.3. Álabes, rodete y eje	34
3.3.4. Bomba y variador de frecuencia	35
3.3.5. Conjunto de simulación de carga eléctrica	36
3.4. Diseño y construcción del circuito hidráulico	37

3.5.	Adquisición de datos y mediciones	38
3.5.1.	Adquisición y procesamiento de datos	39
3.5.2.	Requerimientos y limitaciones	40
3.5.3.	Instrumentos ya adquiridos	40
4.	Resultados	43
4.1.	Diseño final de la Micro-central hidráulica	43
4.1.1.	Selección de instrumentos de medición	43
4.1.2.	Consideraciones constructivas	45
4.1.3.	Diseño final de la micro-central	46
4.2.	Montaje de los equipos	49
4.2.1.	Montaje del 'Rodete Pelton'	49
4.2.2.	Apoyos de la turbina	50
4.2.3.	Housing y soportes	51
4.2.4.	Montaje del inyector	53
4.2.5.	Montaje del circuito hidráulico	54
4.2.6.	Montaje de la bomba y variador de frecuencia	54
4.2.7.	Unión turbina - generador	55
4.3.	Ensayos hidráulicos	56
5.	Conclusiones	57
6.	Mejoras y estudios aplicables al proyecto	59
	Bibliografía	64
A.	Memorias de cálculo	66
A.1.	Cálculos de potencia y rendimientos teóricos	66
A.1.1.	Potencia hidráulica	66
A.1.2.	Potencia mecánica	67
A.1.3.	Rendimiento hidráulico	68
A.2.	Cálculos hidráulicos	68
A.2.1.	Perdidas de carga	68
A.2.2.	Golpe de ariete	73
A.2.3.	Cavitación	74
A.3.	Diseño del eje y selección de rodamientos	77
A.3.1.	Fuerzas resultantes del funcionamiento de la turbina	77
A.3.2.	Eje de la Turbina	79
A.3.3.	Rodamientos	85
A.4.	Cálculo de apoyos del housing	87
A.4.1.	Cargas y Condiciones de Borde	87
A.4.2.	Resultados del análisis de esfuerzos en los apoyos	89
A.5.	Balance del 'Rodete Pelton'	90
B.	Costos del proyecto, mejoras, consideraciones y fichas técnicas	92
B.1.	Costos generales del proyecto	93
B.2.	Diagramas de explotación de turbinas hidráulicas	94
B.3.	Características de la bomba	96

B.4.	Consideraciones de instalación del medidor de caudal	97
B.4.1.	Entrada y salida	97
B.4.2.	Codos en 2 ó 3 dimensiones	97
B.4.3.	Sección en T	98
B.4.4.	Codos	98
B.4.5.	Alimentación o descarga abierta	99
B.4.6.	Desviación de las bridas	99
B.4.7.	Bomba	100
B.4.8.	Válvula de control	100
B.4.9.	Purga del aire y fuerzas de vacío	101
B.4.10.	Posición de montaje	101
B.5.	Consideraciones de instalación del medidor de presión	102
B.6.	Características del generador	103
C.	Planos	106
C.1.	Modificaciones del housing	107
C.2.	Planos de soporte de turbina	109
C.3.	Planos Rodete	112
C.4.	Soporte del Inyector	114
C.5.	Plano de la micro-central	117