



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICA EN SISTEMAS
ELÉCTRICOS DE POTENCIA
TESIS DE GRADO

TEMA:

**“PUESTA EN MARCHA DE LA MINI CENTRAL
HIDROELÉCTRICA DEL MONASTERIO SANTA MARÍA DEL
PARAISO DE LA CIUDAD DE SALCEDO, MEDIANTE EL ANÁLISIS
DE SU SITUACIÓN ACTUAL”**

Línea de investigación:

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Autores:

Miguel Ángel Avilés Vega

César Patricio Cruz Hidalgo

Director:

Ing. Efrén Barbosa

LATACUNGA – ECUADOR
2015





FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- Miguel Ángel Avilés Vega
- César Patricio Cruz Hidalgo

Con la tesis, cuyo título es:


“PUESTA EN MARCHA DE LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL MONASTERIO SANTA MARÍA DEL PARAÍSO DE LA CIUDAD DE SALCEDO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE SU SITUACIÓN ACTUAL “

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 19 de enero del 2015

Para constancia firman:


M.Sc. Víctor Hugo Armas
PRESIDENTE


Ing. Xavier Proaño
MIEMBRO


Ing. Vicente Quispe
OPOSITOR


Ing. Efrén Barbosa
TUTOR (DIRECTOR)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

AUTORÍA

Yo, Miguel Ángel Avilés Vega, con cédula de identidad N° 050297607-9 y César Patricio Cruz Hidalgo, con cédula de identidad N° 171504140-4, declaramos que el presente trabajo investigativo, es de nuestra autoría y responsabilidad, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

Además que este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal y que se ha consultado en las fuentes bibliográficas que se vinculan en este manuscrito.

Miguel Ángel Avilés Vega
C.I. # 050297607-9
POSTULANTE 1

César Patricio Cruz Hidalgo
C.I. # 171504140-4
POSTULANTE 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CERTIFICACIÓN

**HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI.**

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes, Miguel Ángel Avilés Vega y César Patricio Cruz Hidalgo, han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“PUESTA EN MARCHA DE LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL MONASTERIO SANTA MARÍA DEL PARAÍSO DE LA CIUDAD DE SALCEDO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE SU SITUACIÓN ACTUAL”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, enero 2015

Ing. Efrén Barbosa

C.I. # 050142072-3

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

CERTIFICACIÓN

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes, Miguel Ángel Avilés Vega y César Patricio Cruz Hidalgo, han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“PUESTA EN MARCHA DE LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL MONASTERIO SANTA MARÍA DEL PARAÍSO DE LA CIUDAD DE SALCEDO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE SU SITUACIÓN ACTUAL”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, enero 2015

Dr. Galo Terán Ortiz
C.I. # 050067610 -1
ASESOR METODOLÓGICO



CERTIFICADO DE IMPLEMENTACION

Latacunga, 10 de Noviembre del 2014

En calidad de superior del Monasterio Santa María del Paraíso y auspiciante del presente trabajo de grado realizado por los señores, Miguel Ángel Avilés Vega con cédula de identidad N°050297607-9 y César Patricio Cruz Hidalgo con cédula de identidad N° 171504140-4, alumnos egresados de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el tema de tesis: **“PUESTA EN MARCHA DE LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL MONASTERIO SANTA MARÍA DEL PARAISO DE LA CIUDAD DE SALCEDO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE SU SITUACIÓN ACTUAL”**, han cumplido con lo establecido, demostrando honestidad, responsabilidad y cumplimiento en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados, hacer uso de este documento en la forma que creyeren conveniente.

Atentamente:



Padre Jesús Penalva Carrillo
C.I. 059170173 - 8
SUPERIOR

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero reconocimiento y agradecimiento al Ing. Edgar Miño por habernos acompañado, compartiendo sus conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de toda su trayectoria profesional, para el desarrollo del presente tema de tesis.

Un profundo agradecimiento al Monasterio Santa María del Paraíso y a su digno representante el Padre Jesús Penalva, por brindarnos la oportunidad para realizar nuestro proyecto.

De manera especial al Ing. Efrén Barbosa por la confianza depositada y por apoyarnos incondicionalmente en el presente proyecto.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, su Unidad Académica CIYA (Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas) y su personal docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

**Miguel Avilés
César Cruz**

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y brindándome la fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo instante. Depositando su confianza en cada momento de mi vida.

Miguel

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mis adorados padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar las circunstancias.

A mi querida y amada Esposa por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cada momento.

César

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
PORTADA.....	I
FORMULARIO DE LA IMPLEMENTACION.....	II
AUTORIA.....	III
CERTIFICACION DIRECTOR DE TESIS.....	IV
CERTIFICACION ASESOR METODOLÓGICO.....	V
CERTIFICACION DE IMPLEMENTACIÓN.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA 1.....	VIII
DEDICATORIA 2.....	IX
INDICE GENERAL.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXII
RESUMEN.....	XXIV
ABSTRACT.....	XXV
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	XXVI
INTRODUCCIÓN.....	XXVII

CAPÍTULO I.....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.2 INTRODUCCIÓN A LAS MINI CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	3
1.3 LAS PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	3
1.3.1 Clasificación de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	4
1.3.2 Mini Central Hidroeléctrica (M.C.H)	5
1.3.3 Tipos de Mini Centrales Hidroeléctricas	5
1.3.4 Mini Central de Agua Fluyente	5
1.3.5 Mini Central de Pie de Presa.....	6
1.3.6 Mini Central en Canal de Riego	7
1.3.7 Componentes de las Mini Centrales Hidroeléctricas.....	8
1.3.8 Bocatoma	8
1.3.9 Obra de Conducción	8
1.3.10 Desarenador	8
1.3.11 Tanque de Presión.....	8
1.3.12 Aliviadero	9
1.3.13 Casa de Máquinas	9
1.3.14 Subestación	10
1.4 CONCEPTOS HIDRÁULICOS	10
1.4.1 Nivel y Cota	11
1.4.2 Caudal y Aforo.....	11
1.4.3 Salto de Agua.....	12
1.4.4 Salto Bruto	13
1.4.5 Salto Útil	13
1.4.6 Tubería Forzada	13
1.4.7 Aireación de Conducción de Agua	14
1.5 FENÓMENOS EN LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS	15
1.5.1 Cavitación	15
1.5.2 Golpe de Ariete.....	16
1.6 EQUIPOS PARA ABRIR O CERRAR EL PASO DE AGUA	16
1.6.1 Compuertas	16
1.6.2 Válvulas	17

1.6.3	Tipos de Válvulas	18
1.6.4	Válvulas de Compuerta.....	18
1.6.5	Válvulas de Mariposa	19
1.6.6	Válvulas Esféricas.....	20
1.7	DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y CONTROL.....	21
1.7.1	Transformador de Potencial (TP)	21
1.7.2	Transformador de Corriente (TC).....	21
1.8	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DEL SEP.....	21
1.8.1	Dispositivos de Protección Para Instalaciones en Media Tensión.....	22
1.8.2	Interruptores.....	22
1.8.3	Seccionador.....	22
1.8.4	Puesta a Tierra	23
1.8.5	Partes de Una Puesta a Tierra	23
1.8.6	Corta Circuitos o Fusibles NH.....	23
1.8.7	Aparta Rayos.....	24
1.9	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA BAJA TENSIÓN.....	25
1.9.1	Los Interruptores en Aire.....	25
1.9.2	Interruptores en Caja Moldeada.....	25
1.9.3	Interruptor Automático Para Baja Tensión	26
1.9.4	Fusibles	26
1.9.5	Los Fusibles Tipo Tapón	27
1.9.6	Los Fusibles Tipo Cartucho.....	27
1.10	EL GENERADOR SÍNCRONO	28
1.10.1	Partes de Un Generador Síncrono.....	29
1.10.2	Rotor o Campo del Generador Síncrono.....	29
1.10.3	Estator o Armadura	29
1.10.4	Regulador de Tensión	30
1.10.5	Regulador de Velocidad.....	31
1.10.6	Excitación del Generador.....	31
1.11	TRANSFORMADORES	32
1.11.1	Definición de Transformador.....	32
1.11.2	Transformador Trifásico	32
1.12	TURBINAS HIDRÁULICAS.....	33

1.12.1	Turbinas Pelton	34
1.12.1	Componentes de Una Turbina Pelton	34
1.12.2	Distribuidor de Una Turbina Pelton.....	35
1.12.3	Cámara de Distribución de Una Turbina Pelton.....	36
1.12.4	Inyector	36
1.12.5	Tobera	36
1.12.6	Aguja.....	37
1.12.7	Deflector	38
1.12.8	Equipo de Regulación de Velocidad.....	39
1.12.9	Rodete de Una Turbina Pelton.....	39
1.12.10	Rueda Motriz	40
1.12.11	Canjilones	40
1.12.12	Carcasa de Una Turbina Pelton	41
1.12.13	Cámara de Descarga de Una Turbina Pelton	42
1.12.14	Eje de Una Turbina Pelton.....	42
1.12.15	Principio de Funcionamiento de la Turbina Pelton	43
1.13	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DISPONIBLE.....	44
1.13.1	Medición del Caudal Por el Método del Flotador.....	44
1.13.2	Primer Paso. Seleccionar el Lugar Adecuado.....	45
1.13.3	Segundo Paso. Medición de la Velocidad	45
1.13.4	Tercer Paso. Área de la Sección Transversal del Canal	46
1.13.5	Cuarto Paso. Cálculo del Caudal.	47
1.14	DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DISPONIBLE.....	48
1.14.1	Determinación de la Altura Bruta.....	48
1.14.2	Determinación de la Altura Neta	48
1.14.3	Determinación del Diámetro Interior de la Tubería de Presión.....	48
1.14.4	Determinación de la Velocidad de Circulación del Agua.....	49
1.14.5	Determinación del Número de Reynolds.....	49
1.14.6	Determinación de la Rugosidad Relativa S.	50
1.14.7	Determinación de las Pérdidas Primarias	50
1.14.8	Determinación de las Pérdidas Secundarias	50
1.14.9	Determinación de las Pérdidas Totales.....	51
1.14.10	Determinación la Potencia Hidráulica	51

1.14.11	Determinación de la Potencia de Generación	52
1.14.12	Depreciación de la Mini Central.....	52
CAPITULO II		53
2	INTERPRETACIÓN, GRAFICOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	53
2.1	Entorno del Lugar de Investigación.....	53
2.2	Antecedentes Históricos del Monasterio Santa María del Paraíso	53
2.3	Filosofía Institucional	56
2.3.1	Misión Institucional	56
2.3.2	Visión Institucional.....	56
2.4	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LA MINI CENTRAL	57
2.4.1	Captación de Agua.....	57
2.4.2	Tanques Desarenadores	57
2.4.3	Rejilla de los Desarenadores.....	58
2.4.4	Válvula de Mariposa de los Desarenadores.....	58
2.4.5	Compuerta Deslizante de los Desarenadores.....	59
2.4.6	Tubería de Presión o Tubería Forzada	59
2.4.7	Chimenea de Equilibrio	60
2.4.8	Casa de Maquinas	60
2.4.9	Puertas de la Central	61
2.4.10	Tablero de Control	61
2.4.11	Transformador Seco de Servicios Auxiliares	62
2.4.12	Regulador de Voltaje	63
2.4.13	Regulador de Velocidad.....	63
2.4.14	Generador.....	64
2.4.15	Excitatriz.....	65
2.4.16	Turbina.....	65
2.4.17	Inyectores de Aguja	65
2.4.18	Chumaceras.....	66
2.4.19	Bandas Elásticas	66
2.4.20	Manómetro de Presión de la Mini Central.....	67
2.4.21	Válvula de Desfogue o Bypass de la M.C.H	67
2.4.22	Centro de Transformación de 112.5 KVA Elevador	68
2.4.23	Red de Media Tensión (SEP).....	69

2.4.24	Tablero de Transferencia Automática (TTA)	69
2.4.25	Medidores del Monasterio	69
2.4.26	Señalización de Seguridad en la Casa de Maquinas	70
2.5	CÁLCULO DEL CAUDAL DISPONIBLE	70
2.5.1	Calculo de la Velocidad de la Corriente de Agua.....	71
2.5.2	Calculo del Área de la Sección Transversal del Canal	71
2.5.3	Profundidad Promedio del Canal.....	71
2.5.4	Ancho del Canal en Metros	72
2.5.5	Cálculo del Caudal.....	72
2.6	DEMANDA ENERGÉTICA DEL MONASTERIO	72
2.7	CÁLCULO DE LA POTENCIA DISPONIBLE	73
2.7.1	Cálculo de la Altura Bruta	73
2.7.2	Calculo de la Altura Neta.....	74
2.7.3	Calculo del Diámetro Interior de la Tubería de Presión	74
2.7.4	Velocidad de Circulación del Agua.....	75
2.7.5	Determinación del Factor de Fricción f. de la Tubería de Presión.	76
2.7.6	Cálculo del Número de Reynolds.....	76
2.7.7	Calculo de la Rugosidad Relativa S.....	77
2.7.8	Calculo de las Pérdidas Primarias.....	78
2.7.9	Determinación de Pérdidas Secundarias.....	79
2.7.10	Perdidas en la Toma de Carga K1	80
2.7.11	Perdidas en la Curva de 45° K2	80
2.7.12	Perdidas en la Válvula Compuerta K3.....	80
2.7.13	Perdidas en los Acoplamientos de la Tubería K4	80
2.7.14	Calculo de la Potencia Hidráulica.....	81
2.7.15	Calculo de la Potencia de Generación	82
2.8	PRUEBAS TÉCNICAS DE CONDICIONES OPERATIVAS	83
2.8.1	Resistencia de Aislamiento del Estator del Generador	83
2.8.2	Relación de Transformación del Trafo Elevador 112.5 KVA	83
2.8.3	Resistencia de Aislamiento del Transformador 112.5 KVA	84
2.8.4	Relación de Transformación Grupo -YZ1 Trafo Reductor AEG.	85
2.8.5	Resistencia de Aislamiento Grupo-YZ1 Trafo Reductor AEG.	86
2.8.6	Muestras de Aceite de los Transformadores.....	87

2.8.7	Transformador Elevador (T1)	87
2.8.8	Transformador Reductor (T2).....	88
2.9	CARACTERISTICAS TECNICAS DEL GRUPO GENERADOR.....	88
2.9.1	Características del Generador de 6 Polos Salientes	88
2.9.2	Características de la Turbina Pelton	89
2.10	CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES	89
2.10.1	Transformador Trifásico Elevador de 112.5 KVA	89
2.10.2	Transformador Trifásico Reductor CT1	90
2.10.3	Transformador Trifásico (Reductor) CT2.....	90
2.10.4	Transformador Trifásico (Reductor) CT3 ELEPCO	90
2.10.5	Transformador Monofásico (Reductor) CT4 ELEPCO.....	91
2.10.6	Transformador Trifásico (Reductor) CT5 ELEPCO	91
2.10.7	Transformador Trifásico (Reductor) CT6.....	91
2.11	DISEÑO METODOLÓGICO.....	92
2.11.1	Modalidad Básica Experimental.....	92
2.11.2	Métodos de Investigación	92
2.11.3	Método Inductivo.....	92
2.11.4	Método Deductivo	92
2.11.5	Tipos de Investigación	92
2.11.6	Investigación Aplicada	92
2.11.7	Investigación Descriptiva	93
2.11.8	Investigación de Campo.....	93
2.11.9	Técnicas de Investigación.....	93
2.11.10	La Observación	93
2.11.11	La Encuesta.....	93
2.11.12	El Análisis de Documentos.....	93
2.12	POBLACIÓN Y MUESTRA	94
2.12.1	Operacionalización de Variables	94
2.13	ANÁLISIS POR PREGUNTA DE LA ENCUESTA REALIZADA	95
2.13.1	Propósito de la Encuesta	95
2.13.2	Análisis de la Pregunta 1	96
2.13.3	Análisis de la Pregunta 2	97
2.13.4	Análisis de la Pregunta 3	98

2.13.5	Análisis de la Pregunta 4	99
2.13.6	Análisis de la Pregunta 5	100
2.14	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	101
CAPITULO III		102
3	PROPUESTA	102
3.1	Presentación de la Propuesta	102
3.2	Tema de Investigación	102
3.3	Introducción	102
3.4	Justificación de la Propuesta	103
3.5	OBJETIVOS DE LA PROPUESTA	104
3.5.1	Objetivo general	104
3.5.2	Objetivos específicos	104
3.6	ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO	105
3.6.1	Costos Directos del Proyecto	105
3.6.2	Costos Indirectos del Proyecto	107
3.6.3	Financiamiento de la Puesta en Marcha de la M.C.H.	107
3.6.4	Depreciación de la Mini Central	108
3.6.5	Valor Residual de la Mini Central	108
3.6.6	Flujo de Caja	109
3.6.7	Relación Beneficio Costo (B/C)	109
3.6.8	Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)	111
3.6.9	Calculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)	112
3.6.10	Interpretación de la TIR	113
3.7	CALCULO DEL PRECIO REFERENCIAL DE GENERACIÓN	114
3.7.1	Análisis del Costo del Kwh	115
3.8	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	115
3.8.1	Factibilidad Técnica	115
3.8.2	Recursos Materiales	115
3.8.3	Recursos Tecnológicos	116
3.8.4	Factibilidad Económica	116
3.8.5	Factibilidad Operacional	116
3.8.6	Recursos Institucionales	116
3.8.7	Recursos Humanos	117

3.8.8	Conclusión de la Factibilidad	117
3.9	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	117
3.9.1	Soluciones en la Captación de Agua.....	117
3.9.2	Soluciones en los Tanques Desarenadores	119
3.9.3	Soluciones en las Compuertas de Mariposa de los Desarenadores. ...	120
3.9.4	Soluciones en la Compuerta Deslizante de los Desarenadores.....	121
3.9.5	Soluciones en la Tubería de Presión	122
3.9.6	Soluciones en la Casa de Máquinas.....	130
3.9.7	Soluciones en el Tablero de Control.....	132
3.9.8	Soluciones en el Tablero de Transferencia Automática	134
3.9.9	Soluciones en el Transformador de Servicios Auxiliares.....	135
3.9.10	Soluciones en el Regulador de Voltaje	136
3.9.11	Soluciones en el Regulador de Velocidad	137
3.9.12	Soluciones en el Generador AEG de 138 KVA.....	139
3.9.13	Soluciones en el Sistema de Excitación del Generador.....	142
3.9.14	Soluciones en los Inyectores de Aguja	147
3.9.15	Soluciones en las Chumaceras.....	147
3.9.16	Soluciones en las Bandas Elásticas.....	148
3.9.17	Soluciones en la Válvula de Purga de la Tubería de Presión.....	148
3.9.18	Soluciones en el Centro de Transformación Elevador de 112.5 KVA	149
3.9.19	Soluciones en el SEP de la Mini Central.	150
3.9.20	Discusión de Resultados Obtenidos de la Propuesta	153
3.10	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	155
3.11	CONCLUSIONES	158
3.12	RECOMERNDACIONES	160
3.13	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
3.13.1	Bibliografía Citada.....	161
3.13.2	Bibliografía Consultada	162
3.13.3	Bibliografía Virtual.....	163
3.13.4	Entrevistas Personales.....	163
3.14	ANEXOS	164

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1	Central de Agua Fluyente	6
Figura 2	Central de Pie de Presa	7
Figura 3	Central Hidroeléctrica en Canal de Riego	8
Figura 4	Casa de Máquinas Vista en Perspectiva.	10
Figura 5	Cota de un Lugar Determinado.....	11
Figura 6	Salto de Agua.....	12
Figura 7	Representación del Salto Bruto H y el Salto Útil H'	13
Figura 8	Tuberías Forzadas Partiendo de un Depósito de Carga.	14
Figura 9	Tuberías de Aireación.....	15
Figura 10	Compuertas	17
Figura 11	Detalles de Válvulas de Compuerta.....	19
Figura 12	Detalles de la Válvula Mariposa.....	19
Figura 13	Detalles de la Válvula Esférica.....	20
Figura 14	Fusible NH.....	24
Figura 15	Corte de un Interruptor en Aire	25
Figura 16	Interruptor Automático	26
Figura 17	Tipos de Fusibles.....	27
Figura 18	Fusible con Elemento Renovable	28
Figura 19	Rotor del Alternador	29
Figura 20	Armadura del Alternador.....	30
Figura 21	Turbina Hidráulica (Motor Hidráulico).....	34
Figura 22	Componentes de una Turbina Pelton de Eje Horizontal.....	35
Figura 23	Esquema de Un Distribuidor con dos Equipos de Inyección	35
Figura 24	Cámara de Distribución de una Turbina Pelton.....	36
Figura 25	Detalles de la Tobera de una Turbina Pelton.....	37
Figura 26	Distintos Aspectos de la Aguja del Inyector de una Turbina Pelton	38
Figura 27	Representación de la Actuación del Agua en un Deflector.	39
Figura 28	Rodete Turbina Pelton	40
Figura 29	Montaje de Canjilones	41
Figura 30	Conjunto de Una Turbina Pelton.	42
Figura 31	Eje de una Turbina Pelton con Tres Rodetes.....	43
Figura 32	Acción del Chorro de Agua Sobre los Cangilones.....	44
Figura 33	Selección del Lugar Adecuado	45
Figura 34	Ubicación de Puntos A, B.....	46
Figura 35	Medición de la Profundidad del Canal	46
Figura 36	Medición del Ancho del Canal	47

CAPITULO II

Figura 37	Ubicación del Monasterio en el Mapa.....	53
Figura 38	Vista del Patio del Monasterio.....	54
Figura 39	Vista Completa del Monasterio	55
Figura 40	Captación de Agua en Mal Estado.....	57
Figura 41	Tanques Llenos de Tierra	58
Figura 42	Rejilla y Muro de Concreto Fisurado.	58
Figura 43	Válvula de Mariposa de los Desarenadores.....	59
Figura 44	Compuerta Deslizante de los Desarenadores.....	59
Figura 45	Tubería de Presión Fisurada	60
Figura 46	Chimenea de Equilibrio	60
Figura 47	Casa de Maquinas Mini Central	61
Figura 48	Puertas de la Mini Central	61
Figura 49	Tablero de Control.....	62
Figura 50	Transformador Auxiliar	62
Figura 51	Regulador de Voltaje	63
Figura 52	Regulador de Velocidad Mecánico.....	64
Figura 53	Generador Trifásico AEG.....	64
Figura 54	Turbina del Tipo Pelton	65
Figura 55	Turbina del Tipo Pelton	66
Figura 56	Chumaceras.....	66
Figura 57	Bandas Elásticas.	67
Figura 58	Manómetro de Presión.....	67
Figura 59	Válvula de Desfogue o Bypass.....	68
Figura 60	Transformador Trifásico Elevador	68
Figura 61	Tablero de Transferencia Automática	69
Figura 62	Detalle de los Medidores del Monasterio	70
Figura 63	Diagrama de Moody	78
Figura 64	Detalle de la Turbina Pelton	89
Figura 65	Representación Pregunta 1	96
Figura 66	Representación Pregunta 2	97
Figura 67	Representación Pregunta 3	98
Figura 68	Representación Pregunta 4	99
Figura 69	Representación Pregunta 5	100

CAPITULO III

Figura 70	Mantenimiento en la Bocatoma o Captación.....	117
Figura 71	Mantenimiento en la Bocatoma o Captación.....	118
Figura 72	Arreglo en la Entrada de la Captación.....	118

Figura 73	Tanques Desarenadores	119
Figura 74	Limpieza de los Tanques Desarenadores.....	119
Figura 75	Fundición de Concreto y Construcción Rejilla.....	120
Figura 76	Cambio de Pernos en la Compuerta de Mariposa.....	120
Figura 77	Desmontaje de Compuerta de Volante	121
Figura 78	Mantenimiento de la Compuerta	122
Figura 79	Montaje de la Compuerta de los Desarenadores.....	122
Figura 80	Excavación en la Zona de la Tubería Averiada	123
Figura 81	Descubrimiento de la Tubería de Presión.....	123
Figura 82	Ruptura de la Sujeción de Concreto	124
Figura 83	Ruptura Manual de Concreto.....	124
Figura 84	Descubrimiento de Concreto de la Brida.....	125
Figura 85	Desmontaje Tubería Averiada	125
Figura 86	Adecuación del Codo de la Tubería.....	126
Figura 87	Montaje del Nuevo Codo de la Tubería.....	126
Figura 88	Fundición de la Base de Concreto	127
Figura 89	Levantamiento de la Tubería	127
Figura 90	Unión de las Tuberías	128
Figura 91	Corte y Extracción de la Tubería de Presión Dañada.	128
Figura 92	Instalación de la Tubería y las 2 Uniones Gibault.....	129
Figura 93	Cubrimiento de la Tubería.....	129
Figura 94	Desbanque de la Entrada de la Casa de Máquinas	130
Figura 95	Implementación de Herramientas.....	130
Figura 96	Pintada de la Puerta principal.	131
Figura 97	Mejora de la Seguridad de la Puerta Principal.....	131
Figura 98	Pintado de la Puerta Principal.....	132
Figura 99	Ubicación de Logotipos de Seguridad Industrial.....	132
Figura 100	Instalación de Instrumentos de Medida.	133
Figura 101	Limpieza de Contactos Disyuntor	133
Figura 102	Instalación del Transformador de Potencial	134
Figura 103	Transformador de Potencial TP	134
Figura 104	Tablero de Transferencia	135
Figura 105	Barnizado del Bobinado del Trafo de Servicios Auxiliares	136
Figura 106	Diagrama del Transformador de Servicios Auxiliares.	136
Figura 107	Regulador de Voltaje	137
Figura 108	Trabajos Iniciales del Regulador de Velocidad	137
Figura 109	Calibración de la Cuña Isométrica.....	138
Figura 110	Válvula Centrifuga del Regulador de Velocidad.....	138
Figura 111	Cuña Isométrica.....	139

Figura 112 Flauta del Centrifugo de Aceite Refrigerante.....	139
Figura 113 Válvula Centrifuga del Regulador de Velocidad.....	140
Figura 114 Acondicionamiento de Cables de Salida del Generador.....	140
Figura 115 Conexión de Cables de Fuerza en el Generador.....	141
Figura 116 Barnizada del Estator del Generador.....	141
Figura 117 Perforación de Orificios en la Base del Generador.....	142
Figura 118 Montaje de la Base para la Excitatriz.....	143
Figura 119 Nivelación de la Base de excitatriz, con el Nivel de Ejes.....	143
Figura 120 Nivelación de Base de la Excitatriz.....	144
Figura 121 Variac o Transformador Variable.....	145
Figura 122 Diagrama Unifilar de la Fuente de Corriente Continua.....	146
Figura 123 Esquema de la Conexión de la Fuente de Corriente Continua.....	146
Figura 124 Instalación de Nuevos Resortes.....	146
Figura 125 Inyector de Aguja.....	147
Figura 126 Chumaceras.....	147
Figura 127 Bandas Elásticas.....	148
Figura 128 Válvula de Purga.....	148
Figura 129 Toma de Muestras de los Transformadores Elevador y Reductor.....	149
Figura 130 Pruebas de Medición en el Transformador Reductor AEG.....	150
Figura 131 Meggado en el Transformador Reductor AEG.....	150
Figura 132 Alineación de Crucetas.....	151
Figura 133 Desmontaje de la Luminaria Obsoleta.....	151
Figura 134 Retiro de Herrajes Obsoletos.....	152
Figura 135 Desmontaje de Postes.....	152

INDICE DE TABLAS

CAPITULO I

Tabla 1 Clasificación por la Potencia.....	4
Tabla 2 Clasificación Por la Caída.....	4

CAPITULO II

Tabla 3 Características de la Tubería de Presión.....	75
Tabla 4 Propiedades del Agua.....	76
Tabla 5 Rugosidad Absoluta, Para Diversos Tubos Comerciales.....	77
Tabla 6 Factor Asociado a Cada Accesorio.....	80
Tabla 7 Meggar el Estator del Generador CC500V.....	83
Tabla 8 Meggar el Estator del Generador CC1000V.....	83
Tabla 9 Grupo Dy5 Transformador Elevador Ecuatran 112.5 KVA.....	83

Tabla 10 Relación de Transformación del Trafo. Elevador 112.5 KVA	84
Tabla 11 Resistencia de Aislamiento Trafo. Elevador 112.5 KVA	84
Tabla 12 Condiciones de Aislamiento Trafo Elevador 112.5 KVA	85
Tabla 13 Relación de Transformación del Grupo YZ1 Trafo. AEG Reductor	85
Tabla 14 Condiciones de Aislamiento del Grupo YZ1 Trafo. AEG Reductor	85
Tabla 15 Resistencia de Aislamiento del Grupo YZ1 Trafo. AEG Reductor	86
Tabla 16 Condiciones de Aislamiento Trafo. Reductor AEG.....	86
Tabla 17 Características del Generador	88
Tabla 18 Características Transformador Trifásico Elevador	89
Tabla 19 Características Transformador Trifásico Reductor CT1	90
Tabla 20 Características Transformador Trifásico Reductor CT2	90
Tabla 21 Características Transformador Trifásico Reductor CT3	90
Tabla 22 Características Transformador Trifásico Reductor CT4	91
Tabla 23 Características Transformador Trifásico Reductor CT5	91
Tabla 24 Características Transformador Trifásico Reductor CT6	91
Tabla 25 Variables del Proyecto	94
Tabla 26 Análisis de la Pregunta N° 1	96
Tabla 27 Análisis de la Pregunta N° 2	97
Tabla 28 Análisis de la Pregunta N° 3	98
Tabla 29 Análisis de la Pregunta N° 4	99
Tabla 30 Análisis de la Pregunta N° 5	100

CAPITULO III

Tabla 31 Costos Según Factura Monasterio.....	105
Tabla 32 Costos Materiales Monasterio.....	106
Tabla 33 Resumen de Costos Directos.....	107
Tabla 34 Costos Indirectos.....	107
Tabla 35 Costos Totales	107
Tabla 36 Ingresos Por Consumo de Energía Anuales.....	108
Tabla 37 Flujo de Caja Anual de la Puesta en Marcha MCH.	109
Tabla 38 Beneficios y Costos Totales.....	110
Tabla 39 Valor Actual Neto (VAN).....	111
Tabla 40 Flujos Netos de Efectivo	112
Tabla 41 Datos Tasa Interna de Retorno (TIR).....	113
Tabla 42 Tasa Interna de Retorno (TIR)	113
Tabla 43 Precio Referencial de Generación.....	114
Tabla 44 Tabla de Excitación Vs Generación.....	144
Tabla 45 Evaluación de la Puesta en Marcha de la MCH.....	154

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene como finalidad la Puesta en Marcha de la Mini Central de Generación Eléctrica del Monasterio Santa María del Paraíso de la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi, aprovechando el caudal de agua que posee el sector de Bellavista y realizando un análisis respectivo, se determinó que se podrá utilizar 0,11 m³/Seg, con una caída de agua de 95 metros para la generación de energía eléctrica.

Es importante que el Monasterio Santa María del Paraíso, cuente con un sistema de generación autónomo, que brinde un servicio de calidad. El sistema servirá únicamente al Monasterio y se ha proyectado utilizar la energía producida en un taller de mecánica y un museo que está por instalarse.

El presente estudio contempla inicialmente, el análisis de la situación actual de la Mini Central del Monasterio, con la finalidad de conocer los posibles daños o fallas, para luego proceder a reparar, mejorar o cambiar algunos elementos constitutivos de la misma.

Se realiza la verificación del funcionamiento de los equipos, para poner en práctica la propuesta mencionada al inicio de éste estudio, se realiza los correspondientes cálculos de: caudal, altura, Potencia de Generación, pruebas técnicas de condiciones operativas del Sistema Eléctrico de Potencia y el análisis financiero del proyecto, de esta forma se conoce si el proyecto es factible.

Finalmente se realiza el desarrollo de la propuesta detallando las actividades realizadas, también se realizan las pruebas finales de funcionamiento y ajustes correctivos de todo el sistema de generación hidroeléctrico del Monasterio, por último se procede a encender la Mini Central.

ABSTRACT

This research will implement the Mini Central Hydroelectric at Santa Maria del Paraíso Monastery in Salcedo City, Cotopaxi Province, using the water level of the Bellavista town and doing a respective analysis, it was determined using $0,11\text{m}^3/\text{S}$ with a waterfall of 95 meters for energy generation.

It is important to Santa Maria del Paraíso Monastery that will have a system of self-generation in order to provide a quality service. The system will serve only to the Monastery and it was designed to use the produced energy in a machine shop and a museum that will be installed.

This research has the analysis of the current situation of the Central Mini Monastery, so as to know the possible damage or failure and then proceed to repair, improve and change it.

Equipment function and operation was done to implement the mentioned proposal at the beginning of this research, the corresponding calculations were performed: flow, altitude, power generation, technical tests about operating conditions of the electrical power system and project financial analysis so that know if the project is feasible.

Finally, there is a proposal development with activities carried out, also the final performance testing and corrective adjustments at hydroelectric generation system of the Monastery, proceeds to turn the Central Mini lastly.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Avilés Vega Miguel Ángel y Cruz Hidalgo César Patricio, Egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: cuyo título versa **“PUESTA EN MARCHA DE LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL MONASTERIO SANTA MARÍA DEL PARAISO DE LA CIUDAD DE SALCEDO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE SU SITUACIÓN ACTUAL”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 03 de diciembre del 2014

Atentamente,

Lic. M.Sc. Carolina Cisneros
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050276643-9

INTRODUCCIÓN

El propósito del presente trabajo de investigación, consiste en la Puesta en Marcha de la Mini Central Hidroeléctrica del Monasterio Santa María del Paraíso de la ciudad de Salcedo, mediante el análisis de su Situación Actual.

Se utilizó como partes principales la infraestructura existente e instalada hace más de 10 años como son: la bocatoma, los desarenadores, la tubería de presión que va desde los desarenadores hasta la casa de máquinas que son aproximadamente 95 metros de altura, el grupo generador, la red independiente para la distribución de energía eléctrica en Media Tensión y Baja Tensión y los transformadores trifásicos instalados.

La Puesta en Marcha de la Mini Central, es de vital importancia para el Monasterio Santa María del Paraíso, ya que permite la reducción del costo del consumo de energía eléctrica. El presente proyecto ha sido dividido en 3 capítulos en los que se desarrollarán los siguientes temas:

El primer capítulo, contiene las bases teóricas de cada una de las partes principales de la Mini Central Hidroeléctrica, detallándolas cada una de ellas, también se trata brevemente sobre los cálculos ecuaciones que se realizan en el capítulo dos.

El segundo capítulo, muestra la investigación de campo, la interpretación y el análisis de resultados mediante la utilización de una encuesta la misma que permitirá comprobar la hipótesis planteada, al inicio de ésta investigación y las pruebas correspondientes de análisis de la situación actual de la Mini Central.

El tercer capítulo, presenta el desarrollo de la propuesta con una posible solución a los diferentes inconvenientes encontrados en la Mini Central del Monasterio, el análisis financiero del proyecto, análisis de factibilidad técnica, económica, operacional, y las pruebas de funcionamiento y puesta a punto de la Mini Central.

Los objetivos de la presente investigación se alcanzaron mediante la ejecución de los trabajos realizados, para brindar un servicio energético de calidad al Monasterio Santa María del Paraíso, con la Puesta en Marcha de la Mini Central, para disminuir el costo del consumo eléctrico.

Una de las mayores dificultades, que se presentó en la ejecución del tema de tesis es la fisura que se tuvo en la tubería de presión, por parte del Ministerio de Transporte Obras Públicas, esto retrasó algunos trabajos, por lo que se extendió el tiempo para realizar las medidas correctivas y preventivas que estaban planificadas, del resto fue un éxito.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La energía hidráulica se basa en aprovechar la caída del agua desde cierta altura, la energía potencial, durante la caída, se convierte en cinética. El agua pasa por las turbinas a gran velocidad, provocando un movimiento de rotación que finalmente, se transforma en energía eléctrica por medio de los generadores.

La primera central hidroeléctrica en el mundo se construyó en 1880 en Northumberland, Gran Bretaña. El principal impulsor de la energía hidráulica se produjo por el desarrollo del generador eléctrico, seguido del perfeccionamiento de la turbina hidráulica y debido al aumento de la demanda de electricidad a principios del siglo XX. En 1920 las centrales hidroeléctricas generaban ya una parte importante de la producción total de electricidad. A principios de la década de los noventa, las primeras potencias productoras de energía hidroeléctrica eran Canadá y Estados Unidos.

La generación hidroeléctrica en el Ecuador se inicia en la ciudad de Loja a partir del siglo XIX, la hazaña fue posible gracias a la gestión administrativa de Ramón Eguiguren y del trabajo de ingeniería del francés Alberto Rhor, quien además fue el responsable de transportar la maquinaria requerida desde la costa Peruana hasta la aislada ciudad de Loja.

También tienen un gran mérito histórico y patriótico, los Lojanos que apoyaron el financiamiento de la Sociedad de Luz Eléctrica, creada el 23 de Abril de 1897, y que fue la entidad que impulsó la iniciativa.



Es así que desde ese entonces en el Ecuador, se han construido varios proyectos hidroeléctricos, con la finalidad de dotar de energía eléctrica a distintas provincias y cantones.

Robalino Richard Profesional de Formación de la Universidad Técnica Particular de Loja, en su estudio, Fuentes de Generación de Energía Eléctrica. Concluye:

El Ecuador debe cambiar su matriz energética y aprovechar todo el potencial energético de las energías renovables que posee. La demanda energética del Ecuador cada día aumenta por el aumento de aparatos eléctricos y por el subsidio por parte del estado ecuatoriano y esto aumenta la ineficiencia del sistema energético del Ecuador.

También concluye que la producción de electricidad en base a energías renovables tiene un daño ambiental mínimo en relación al daño ambiental causado por las centrales que utilizan los combustibles fósiles.

Por lo tanto nosotros, interesados que en el país se exploten al máximo las energías renovables, que tienen una contaminación bastante mínima y observando que el Monasterio Santa María del Paraíso de la ciudad de Salcedo, cuenta con una Mini Central que se encuentra sin funcionar, hemos visto necesario que se realice la puesta en marcha de la misma, con la finalidad de que se aproveche al máximo el recurso hídrico y la infraestructura actualmente instalada.

1.2 INTRODUCCIÓN A LAS MINI CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

La disponibilidad de la energía ha sido siempre esencial para la humanidad, que cada vez demanda más recursos energéticos para cubrir sus necesidades de consumo y bienestar. Las energías renovables que provienen de fuentes hídricas y no emiten gases de efecto invernadero, entre otros beneficios, son una de las piezas clave en la construcción de un sistema de desarrollo sostenible.

Las sociedades modernas que sustentan su crecimiento en un sistema energético, basado principalmente en la obtención de energía a través de combustibles fósiles, se inclinan cada vez más hacia la adopción de medidas que protejan nuestro planeta.

Así lo reflejan las actuales políticas nacionales, los acuerdos y tratados internacionales que incluyen como objetivo prioritario un desarrollo sostenible que no comprometa los recursos naturales de las futuras generaciones.

Actualmente las energías renovables han dejado de ser tecnologías caras y minoritarias para ser plenamente competitivas y eficaces para cubrir las necesidades de la demanda. Dentro de estas energías renovables se encuentra la energía hidroeléctrica, como principal aliado en la generación de energía limpia.

En la actualidad los avances tecnológicos permiten obtener energía eléctrica en cursos de agua de características muy diversas, además de resultar igualmente interesante la rehabilitación o ampliación de pequeñas centrales ya existentes. Se estima que en Ecuador existe un potencial hídrico bastante amplio para la obtención de energía eléctrica a través de las Mini Centrales Hidroeléctricas.

1.3 LAS PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Según, Ortiz Ramiro (2001), las pequeñas centrales hidroeléctricas, son centrales con una potencia de generación baja. En su mayoría se construyen en zonas aisladas y no representan mayor importancia para el sistema de interconexión nacional, ya que su área de influencia es muy reducida.

Se pueden definir como el conjunto de obras civiles y estructuras hidráulicas generales y específicas que complementadas con su correspondiente equipo electromecánico, aprovechan las energías potencial y cinética del agua para producir energía eléctrica.

Esta energía es transportada por diferentes líneas de transmisión a los centros de consumo, en donde se utiliza en alumbrado público y residencial, operación de aparatos, electrodomésticos y demás necesidades eléctricas de la zona en donde se lleva a cabo el proyecto.

El aprovechamiento hidroenergetico debe cubrir una demanda de energía eléctrica, la cual puede estar conectada al sistema nacional de interconexión, a un sistema híbrido o estar totalmente aislada.

1.3.1 Clasificación de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Según, Ortiz Ramiro (2001), de acuerdo a la potencia instalada, la Organización Latinoamericana de Energía OLADE, ha clasificado las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, de la siguiente forma:

Tabla 1 Clasificación por la Potencia

Potencia	Tipo
0-50 kw	Micro Central
50-500 kw	Mini Central
500-5000 kw	Pequeña Central

FUENTE: ORTIZ, Ramiro. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, Pág. 7

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 2 Clasificación Por la Caída

	Caída en Metros		
	Baja	Media	Alta
Micro	H<15	15<H<50	H>50
Mini	H<20	20<H<100	H>100
Pequeña	H<25	25<H <130	H>130

FUENTE: ORTIZ, Ramiro. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, Pág. 7

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.3.2 Mini Central Hidroeléctrica (M.C.H)

Según, Nicola Gerardo (1987), es un conjunto de instalaciones electromecánicas y estructuras civiles, mediante el cual la energía hidráulica de una corriente fluvial es transformada en energía mecánica por medio de turbinas y luego en energía eléctrica a través de generadores.

Las MCH, están destinadas a transformar la energía potencial del agua en trabajo, y disponen de caudales de algunos litros por segundo y alturas de caída de 4-100 metros. Que alcanzan potencias aproximadas de 100 kw, la potencia máxima de las MCH no está determinada por valores fijos variando según el criterio de especialistas.

1.3.3 Tipos de Mini Centrales Hidroeléctricas

Según, Castro Adriana (2006), las Mini Centrales hidroeléctricas, están muy condicionadas por las peculiaridades y características que presente el lugar donde vayan a ser ubicadas. Cuando se vaya a poner en marcha una instalación de este tipo hay que tener en cuenta que la topografía del terreno va a influir tanto en la obra civil como en la selección de la maquinaria. Según el emplazamiento de la central hidroeléctrica se realiza la siguiente clasificación general:

- Mini Centrales de Agua Fluyente.
- Mini Centrales de Pie de Presa.
- Mini Centrales en Canal de Riego.

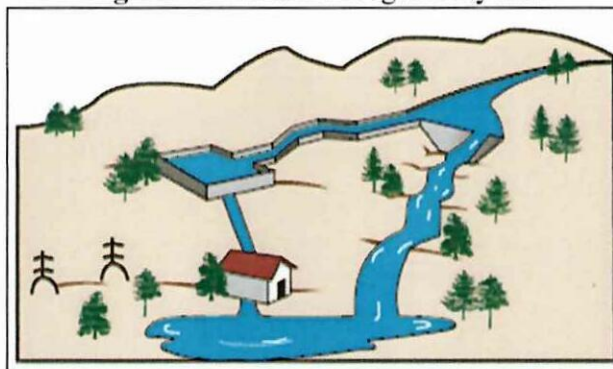
1.3.4 Mini Central de Agua Fluyente

Según, Castro Adriana (2006), es aquel aprovechamiento en el que se desvía parte del agua del río mediante una toma, y a través de canales o conducciones se lleva hasta la central donde será turbinada. Una vez obtenida la energía eléctrica el agua desviada es devuelta nuevamente al cauce del río.

En algunos casos se construye una pequeña presa en la toma de agua para elevar el plano de ésta y facilitar su entrada al canal o tubería de derivación.

El agua desviada se conduce hasta la cámara de carga, de donde sale la tubería forzada por la que pasa el agua para ser turbinada en el punto más bajo de la central.

Figura 1 Central de Agua Fluyente



FUENTE: CASTRO, Adriana, Manual de Mini Centrales Hidroeléctricas, (2006. Pág. 27-30)

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

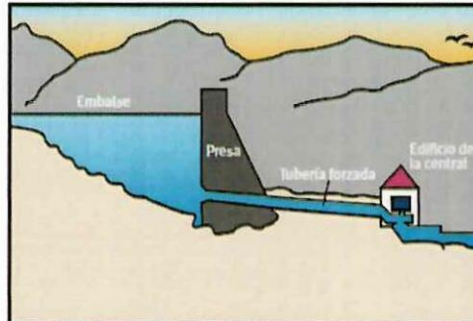
1.3.5 Mini Central de Pie de Presa

Según, Castro Adriana (2006), es aquel aprovechamiento en el que existe la posibilidad de construir un embalse en el cauce del río, para almacenar las aportaciones de éste, además el agua procedente de las lluvias.

La característica principal de este tipo de instalaciones es que cuentan con la capacidad de regulación de los caudales de salida del agua, que será turbinada en los momentos que se precise. Esta capacidad de controlar el volumen de producción se emplea en general para proporcionar energía durante las horas punta de consumo.

También se incluyen en este grupo aquellas centrales situadas en embalses destinados a otros usos, como riego o abastecimiento de agua en poblaciones. Dependiendo de los fines para los que fue creada la presa, se turbinan los caudales excedentes, los caudales desembalsados para riego o abastecimientos, e incluso los caudales ecológicos.

Figura 2 Central de Pie de Presa



FUENTE: CASTRO, Adriana, Manual de Mini Centrales Hidroeléctricas, (2006. Pág. 27-30)

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.3.6 Mini Central en Canal de Riego

Según, Castro Adriana (2006), se distinguen dos tipos de centrales dentro de este grupo:

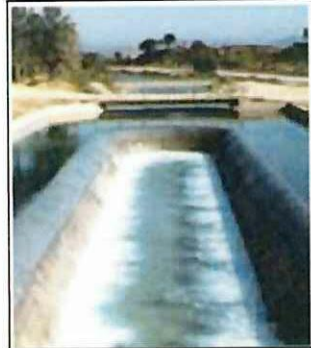
- Aquellas que utilizan el desnivel existente en el propio canal. Mediante la instalación de una tubería forzada, paralela a la vía rápida del canal de riego, se conduce el agua hasta la central, devolviéndola posteriormente a su curso normal en canal.
- Aquellas que aprovechan el desnivel existente entre el canal y el curso de un río cercano.

La central en este caso se instala cercana al río y se turbinan las aguas excedentes en el canal.

Las obras que hay que realizar en estos tipos de centrales son las siguientes:

- Toma en el canal, con un aliviadero que habitualmente es en forma de pico de pato para aumentar así la longitud del aliviadero.
- Tubería forzada.
- Edificio de la central con el equipamiento electro-mecánico.
- Obra de incorporación al canal o al río, dependiendo del tipo de aprovechamiento.
- Subestación y línea eléctrica.

Figura 3 Central Hidroeléctrica en Canal de Riego



FUENTE: CASTRO, Adriana, Manual de Mini Centrales Hidroeléctricas, (2006. Pág. 27-30)

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.3.7 Componentes de las Mini Centrales Hidroeléctricas

1.3.8 Bocatoma

Según, Ortiz Ramiro (2001), es la obra mediante la cual se toma el caudal que se requiere para obtener la potencia de diseño; su construcción es sólida, ya que debe soportar las crecidas del río.

1.3.9 Obra de Conducción

Según, Ortiz Ramiro, (2001). Se encarga de conducir el caudal desde la bocatoma hasta el tanque de presión, posee una pequeña pendiente; en la mayoría de los casos suelen ser un canal, aunque también un túnel o una tubería.

1.3.10 Desarenador

Según, Ortiz Ramiro (2001), es necesario que las partículas en suspensión que lleva el agua sean descartadas, por ello al final de la obra de conducción se construye un tanque de mayores dimensiones que el canal, para que las partículas pierdan velocidad y caigan al fondo del desarenador.

1.3.11 Tanque de Presión

Según, Ortiz Ramiro (2001), en esta obra, la velocidad del agua es prácticamente cero, empalma con la tubería de presión.

Sus dimensiones deben garantizar que no ingresen burbujas de aire en la tubería de presión, permitir el fácil arranque del grupo turbina- Generador y amortiguar el golpe de ariete.

1.3.12 Aliviadero

Según, Ortiz Ramiro (2001), con estas obras se elimina el caudal de exceso que se presenta en la bocatoma y en el tanque de carga, y se regresa al cauce del aprovechamiento.

1.3.13 Casa de Máquinas

Según, Ortiz Ramiro (2001), la casa de máquinas es una estructura civil que tiene la mayor parte del equipo electromecánico, dónde se transforma la energía hidráulica del Agua en energía mecánica y posteriormente en eléctrica. Por ello su ubicación es muy importante para el buen funcionamiento de la central y ella se decide teniendo en cuenta los siguientes parámetros.

- En general, la casa de máquinas debe colocarse cercana al afluente al cual se le entregará el agua turbinada, teniendo en cuenta que en el canal de desagüe no se depositen sedimentos que disminuyan su sección.
- Es importante destacar la necesidad de que la casa de máquinas se ubique en una zona con terrenos estables y que esté fuera de alcance de derrumbes, ya que éstas pueden depositar una cantidad de sedimentos en el canal de desagüe o en caso extremo afectar la casa de máquinas.
- Proveer una posible ampliación.
- Facilidad de acceso y facilidad de adquirir terrenos.

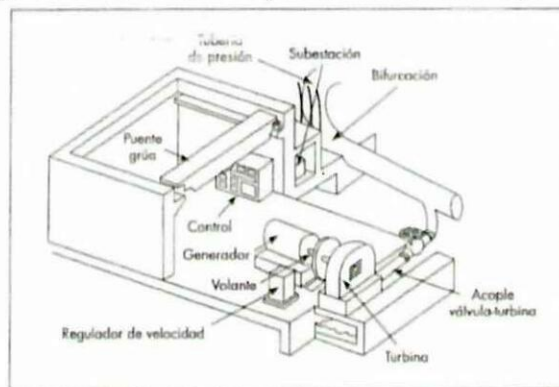
En proyectos para las MCH, el grupo de eje horizontal ofrece más facilidades para su montaje y mantenimiento, de ahí que sea el más usado. Sus características se mencionan a continuación:

- Cojinetes normales

- Transmisión directa por acoplamiento a ejes horizontales a los que se transmita el movimiento.
- Inspección fácil, ya que todos los elementos están a la misma altura.
- Las cimentaciones son de mayor extensión superficial.
- Suelen compensar el momento de inercia del grupo con un volante acoplado a su eje.

En la siguiente figura se ilustra la casa de máquinas con un grupo de eje horizontal.

Figura 4 Casa de Máquinas Vista en Perspectiva.



FUENTE: ORTIZ, Ramiro, Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, (2001.Pag.272-273)
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.3.14 Subestación

Según, Ortiz Ramiro (2001), en la sub estación se encuentran los equipos que permiten la conexión de la MCH, a la red para su transmisión, Ella se encarga de elevar la tensión de generación, hasta una tensión de transmisión de acuerdo con la potencia de generación. Para su funcionamiento requiere como mínimo los siguientes equipos: interruptor de generación, transformador de potencia, interruptor de transmisión, accesorios de seguridad, seccionador, puestas a tierra, entre otros, equipos de medida y protecciones.

1.4 CONCEPTOS HIDRÁULICOS

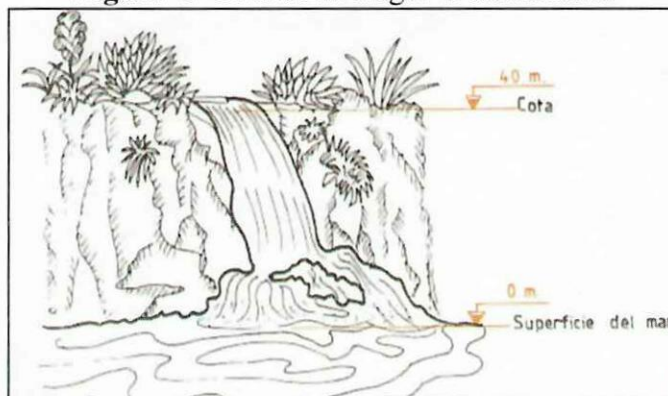
Según, IBERDROLA [et al.] (1994), para el estudio de Mini Centrales, se presenta una reseña de los términos hidráulicos, que son utilizados con mayor frecuencia en el tratamiento de las Mini Centrales Hidroeléctricas. Así tenemos:

- Nivel
- Cota
- Caudal
- Aforo
- Salto de agua

1.4.1 Nivel y Cota

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), por nivel se entiende, a la horizontalidad constante de la superficie de un terreno, o la que adquiere la superficie libre de los líquidos. También interpretamos como tal, la altura o altitud de dichas superficies o de un punto cualquiera respecto de otro u otros puntos de referencia. Cota, es el valor de altura a la que se encuentra una superficie o punto respecto del nivel del mar.

Figura 5 Cota de un Lugar Determinado.



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, Editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 40.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.4.2 Caudal y Aforo

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), caudal es la cantidad de líquido expresada en metros cúbicos o en litros, que circula a través de cada una de las secciones de una conducción, abierta o cerrada, en la unidad de tiempo. Se calcula mediante la siguiente ecuación:



Dónde:

Q = Caudal en metros cúbicos por segundo (m³/s). Siendo 1 m³ = 1000 litros.

S = Sección en metros cuadrados (m²).

V = Velocidad del líquido en m/s, a través de la sección considerada.

Se denomina aforo, a la operación mediante la que se mide el valor de un caudal. Según la naturaleza de la conducción, existen distintos procedimientos para realizar un aforo. El más sencillo, consiste en dividir la capacidad de un recipiente por el tiempo que tarda en llenarse.

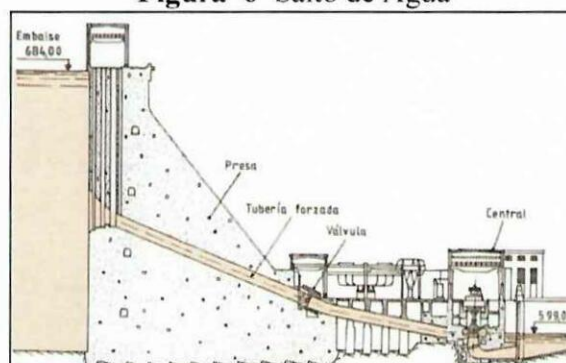
Los caudales que circulan por los ríos y canales, se obtiene por medio de flotadores, cronometrando el tiempo que tardan en recorrer una distancia prefijada y también utilizando vertederos de secciones conocidas.

1.4.3 Salto de Agua

Según, IBERDROLA [et al.], (1994), es el paso brusco o caída de masas de agua desde un nivel, más o menos constante, a otro inmediatamente inferior. Numéricamente se identifica por la diferencia de cota, o de nivel, lo que llamamos altura de salto simplemente, cuyo valor se da en metros.

Cuando el cauce del río tiene fuertes desniveles, se forman cascadas o cataratas, que representan ejemplos evidentes de saltos naturales.

Figura 6 Salto de Agua



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, Editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 49.

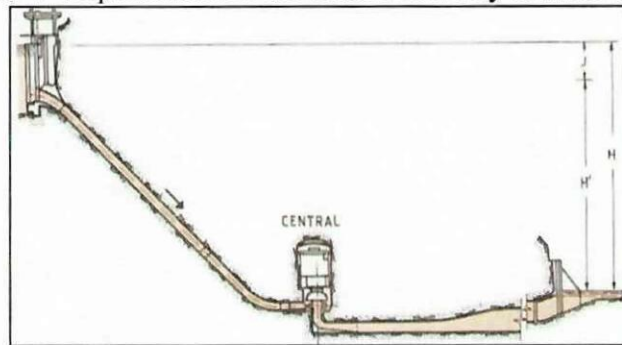
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.4.4 Salto Bruto

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), se conoce como salto real o salto total, representándose con la letra H.

El valor numérico equivale a la diferencia entre el nivel de la superficie del agua embalsada y el nivel, aparentemente uniforme, de la corriente de agua que se establece una vez que ésta ha recorrido todas las conducciones.

Figura 7 Representación del Salto Bruto H y el Salto Útil H'.



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, Editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 51.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.4.5 Salto Útil

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), también denominado salto neto H' , es un valor menor que el del salto bruto, ya que se obtiene restando de éste todas las pérdidas de carga o altura, que se originan en la totalidad del recorrido. Dichas pérdidas se deben a las turbulencias y rozamientos del agua en las entradas de las tuberías, paredes de todo tipo de conducción, válvulas, codos, ángulos, cambios de sección y orificios de salida.

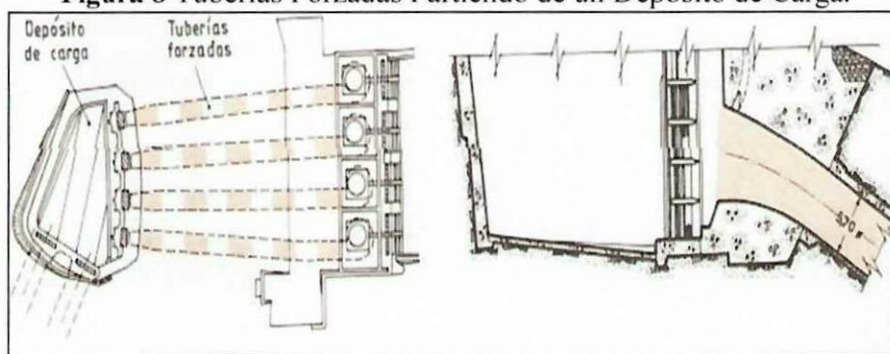
1.4.6 Tubería Forzada

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), también se nombran tuberías de presión, ambas denominaciones, las caracterizan como conducciones forzadas, debido a las elevadas presiones que han de soportar en toda su superficie.

Al estar totalmente llenas de agua, y desplazarse ésta, no por la pendiente existente, sino por efecto de presión.

Tienen la misión de conducir el agua directamente desde el punto de alimentación establecido, como puede ser la toma de agua asentada en el propio embalse, un depósito de carga, un canal, hasta las turbinas instaladas de la central.

Figura 8 Tuberías Forzadas Partiendo de un Depósito de Carga.



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, Editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 78.

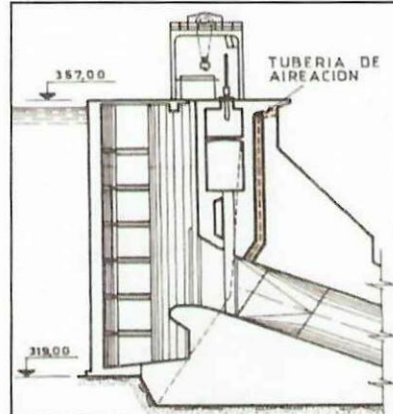
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.4.7 Aireación de Conducción de Agua

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), para evitar deterioros por efecto de succión y vacío, debido al desplazamiento del agua a gran velocidad a través de conductos abiertos o cerrados, o sometidos a variaciones de presión, como desagües de fondo y medio fondo, tuberías forzadas, dichos conductos disponen de las denominadas tuberías de aireación.

Situadas en la zona superior de las embocaduras respectivas, por las que se establecen corrientes de aire en uno u otro sentido, eliminándose, en lo posible, los riesgos derivados de subpresiones o sobrepresiones, especialmente en el caso de tuberías forzadas.

Figura 9 Tuberías de Aireación.



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, Editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 84.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.5 FENÓMENOS EN LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), la mayoría de las conducciones, al estar expuestas a la influencia directa del agua, principalmente las de tipo cerrado y más aún las sometidas a cambios bruscos de presión, tienen que soportar acciones hidráulicas desfavorables como son: erosiones, corrosiones, etc. Existen dos fenómenos que influyen negativamente en todo tipo de conducto. Así Tenemos:

1.5.1 Cavitación

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), consiste en la formación, dentro de las masas líquidas, de espacios huecos o cavidades llenas de gas o vapor, producidas por una vaporización local debida a acciones dinámicas del agua.

En su estado natural, el agua contiene aire en disolución, siendo la cantidad disuelta, tanto mayor cuanto más elevado es la presión. La cavitación se hace presente en tuberías, turbinas, bombas hidráulicas, hélices, superficies sustentadoras y conductoras de líquidos, etc.

El fenómeno de cavitación reduce la velocidad a que pueden funcionar las máquinas hidráulicas, disminuyendo su rendimiento, por la acumulación de burbujas de vapor que perturban la afluencia normal de las masas líquidas.

Además de producir ruidos y vibraciones, es la causa de una rápida y constante erosión de las superficies en contacto con el líquido, aun cuando estas sean de hormigón, hierro fundido, aleaciones especiales.

1.5.2 Golpe de Ariete

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), el golpe de ariete se presenta en las tuberías, siempre que se realizan maniobras rápidas en los dispositivos que abren, cierran, o regulan el paso de agua, como son válvulas, compuertas de tomas, etc.

Igualmente se producen cuando existen disminuciones bruscas de la potencia solicitada a un generador accionado por la turbina hidráulica, debido a la repentina disminución del caudal de agua en respuesta a la actuación de los equipos de regulación.

Los efectos del golpe de ariete, se pueden observar en conductos de gran longitud, y más significativos al cerrar el paso de agua, se puede atenuar, e incluso llegar a impedir, accionando lenta y progresivamente válvulas, compuertas y primordialmente, mediante la instalación de las chimeneas de equilibrio.

1.6 EQUIPOS PARA ABRIR O CERRAR EL PASO DE AGUA

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), existen distintos medios adoptados en las instalaciones hidráulicas, para de forma controlada, abrir y cerrar, regular o bloquear el paso de agua a través de las estructuras y conducciones descritas hasta el momento, como son los aliviaderos, desagües de fondo y medio fondo, tomas de agua, tuberías forzadas, etc. A continuación se mencionan algunos tipos:

1.6.1 Compuertas

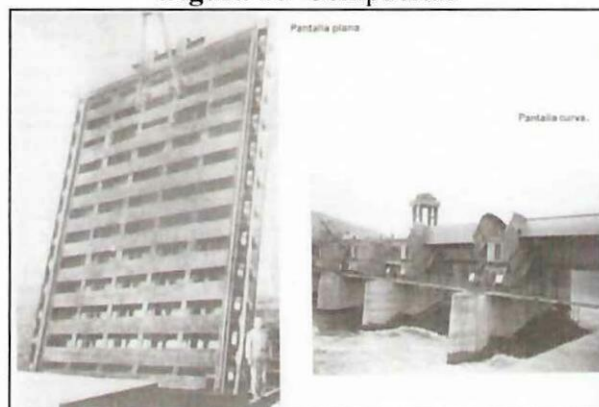
Según, IBERDROLA [et al.] (1994), por compuerta, se entiende todo dispositivo capaz de detener, dejar libre paso, o regular las masas de agua que llegan a una abertura sumergida o no, o que circula por una conducción abierta o cerrada.

El cálculo y diseño de las compuertas, ha de responder a una serie de exigencias mecánicas e hidráulicas, para que en las mismas no se produzcan vibraciones, sea cual sea la apertura y la presión soportada, incluidos los valores extremos a que pueden estar sometidas.

Mediante sus equipos de accionamiento, deben de ser capaces de abrir y cerrar, a la mayor velocidad posible, incluso cuando se encuentran bajo la máxima presión de servicio.

Normalmente, están formadas por una superficie metálica rectangular, plana o curva, conocida como pantalla o tablero, pudiendo presentar otras configuraciones. En todo caso, se adaptan a la sección del lugar donde se aplican, siguiendo los desplazamientos adecuados para tal fin.

Figura 10 Compuertas



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 86.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.6.2 Válvulas

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), la misión encomendada a las válvulas, es similar a las funciones desarrolladas por las compuertas, si bien, éstas difieren respecto de aquellas, tanto en sus aspectos constructivos y de accionamiento como en las zonas de utilización.

Las válvulas se instalan siempre en conductos cerrados, generalmente de sección circular. Aunque en la actualidad, debido a los avances en los procesos de fabricación, se ha logrado construir válvulas de grandes dimensiones, se aplican en aberturas de secciones considerablemente más pequeñas que las correspondientes a las zonas donde se utilizan las compuertas.

1.6.3 Tipos de Válvulas

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), los tipos más comunes de válvulas que se utilizan en las Mini Centres, son los siguientes:

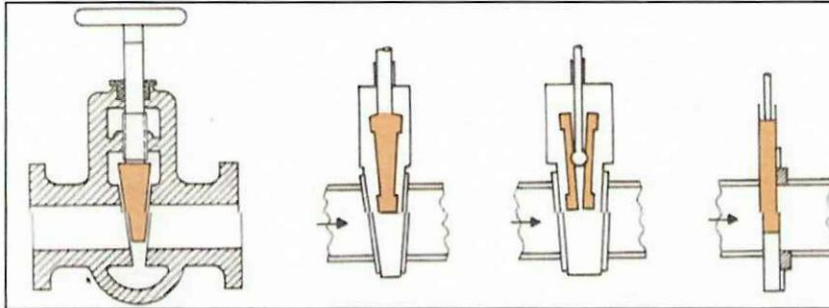
- Válvulas de compuerta.
- Válvulas de Mariposa.
- Válvulas Esféricas.
- Válvulas de Chorro Hueco.

1.6.4 Válvulas de Compuerta

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), estas válvulas realizan solo y exclusivamente las funciones de apertura y cierre, no siendo adecuadas para regular el paso del agua, colocando el dispositivo de obturación en posiciones intermedias, debido a las pérdidas de carga que se producen.

Mediante un vástago, accionado manualmente o por medio de equipos hidráulicos, mecánicos, etc., se consigue el desplazamiento, en dirección perpendicular al sentido de circulación del agua, del obturador, consistente en un disco de sección circular o placa de sección rectangular que, según las características del circuito, pueden tener distintas formas.

Figura 11 Detalles de Válvulas de Compuerta.



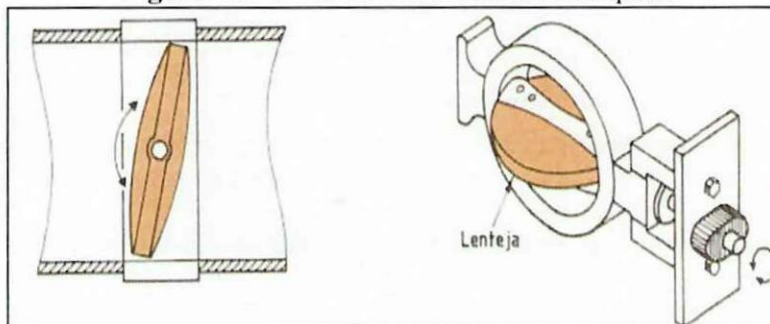
FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 102.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.6.5 Válvulas de Mariposa

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), son lo mismo que las válvulas descritas anteriormente, y por las razones expuestas además de originarse vibraciones y fenómenos de cavitación, no son aptas para ser situadas en posiciones intermedias de regulación, utilizándose solamente para dar paso total o bloquear por completo la circulación de las masas de agua. El dispositivo de obturación, consiste en un disco conocido como lenteja, que, adaptado a la sección de paso de la válvula, gira como máximo un cuarto de vuelta, accionado por un eje instalado diametralmente al cuerpo de la válvula.

Figura 12 Detalles de la Válvula Mariposa



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, Editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 103.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

El cierre estanco, entre el cuerpo de la válvula y el disco, se logra por contacto directo de anillos metálicos intercambiables, mediante discos macizos de caucho u otro material sintético, o con tubos de estos materiales llenos de aire de presión.

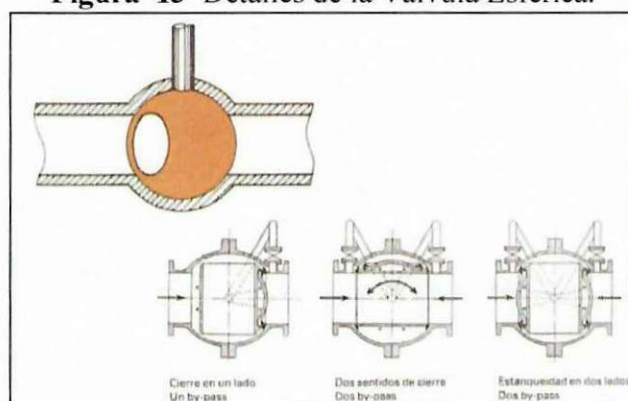
Son válvulas utilizadas en conducción de gran diámetro, siendo necesario equilibrar presiones a ambos lados del obturador antes de su apertura. Se instalan preferentemente, en tuberías forzadas antes de la llegada del agua a la turbina. También se emplean en los desagües de fondo.

1.6.6 Válvulas Esféricas

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), están diseñadas para realizar la apertura o cierre total en un conducto, el obturador está constituido por una esfera ajustada perfectamente al cuerpo de la válvula.

Dicha esfera está atravesada por un orificio que, en posición de abierto, da continuidad al conducto y en posición de cerrado, se coloca perpendicularmente a este. En la actualidad se construyen válvulas esféricas en las que por su configuración, se eliminan las vibraciones, pudiéndose emplear como válvulas de presión.

Figura 13 Detalles de la Válvula Esférica.



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, Editorial Paraninfo, Madrid, 1994. Pág. 105.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.7 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y CONTROL

1.7.1 Transformador de Potencial (TP)

Según, Enríquez Gilberto (2003), es un transformador de tensión, en el que el circuito primario se conecta en paralelo con el circuito del cual se desea conocer el voltaje. En el secundario se conectan en paralelo los instrumentos correspondientes, por ejemplo un voltímetro, medidor de energía, relevadores etc.

Estos transformadores deben indicar exactamente el valor de la tensión existente en el primario, es necesario que la relación entre los voltajes primario y secundario se mantenga constante, se debe limitar en lo posible la caída de tensión en el primario y en el secundario.

1.7.2 Transformador de Corriente (TC)

Según, Enríquez Gilberto (2003), es aquel en el cual el devanado primario se encuentra en serie con el circuito al cual se quiere medir la corriente, sobre el devanado secundario se conectan en serie los instrumentos relativos por ejemplo un amperímetro, un medidor de energía etc., que deben tener una impedancia muy baja para mantener el transformador en condiciones cercanas al cortocircuito.

Para que el transformador muestre exactamente el valor de la corriente circulante en el primario, la relación entre la corriente en el primario y la corriente en el secundario, se debe mantener constante al variar la carga, por lo cual se trata de reducir al mínimo la corriente magnetizante.

1.8 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DEL SEP

Según, Enríquez Gilberto (2003), los dispositivos de protección, son elementos que han sido diseñados para proteger los sistemas eléctricos de los daños por sobrecarga y corrientes de cortocircuito.

La protección contra sobre corrientes para conductores y equipos, se proporciona con el propósito de interrumpir el circuito eléctrico, si la corriente alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva y peligrosa en el conductor o su aislamiento.

Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes, deben cumplir con los siguientes requerimientos generales.

- a) Ser completamente automáticos.
- b) Transportar la corriente normal sin interrupción.
- c) Interrumpir inmediatamente las sobrecargas.
- d) Ser fácilmente reemplazables o restablecidos.
- e) Ser seguros bajo condiciones normales y de sobrecorriente.

1.8.1 Dispositivos de Protección Para Instalaciones en Media Tensión

1.8.2 Interruptores

Según, García José (2011), es un aparato mecánico de conexión que permite establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales y sobrecarga. Soporta durante un tiempo la intensidad de cortocircuito. Su poder de corte es suficiente para poder cortar la intensidad nominal, pero no la de cortocircuito. Se llama también interruptor en carga.

1.8.3 Seccionador

Según, García José (2011), es un aparato mecánico de conexión, que por razones de seguridad, en posición abierta asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones especificada. Solamente debe utilizarse para abrir o cerrar un circuito cuando no circula corriente.

Su función es hacer visible, por seguridad, la apertura de los circuitos. El accionamiento puede ser por pértiga, y en instalaciones con mando a distancia por motor o por aire comprimido.

1.8.4 Puesta a Tierra

Según, García José (2011), se denomina puesta a tierra a la conexión metálica de uno o varios puntos de una instalación a uno o varios electrodos enterrados, con el fin de permitir el paso a tierra de corrientes de fallo o descargas atmosféricas, evitando además que existan tensiones peligrosas entre la instalación y superficies próximas del terreno.

1.8.5 Partes de Una Puesta a Tierra

Para protección contra contactos indirectos, las masas metálicas de los aparatos receptores deben estar en contacto con tierra. La puesta a tierra se divide en varias partes:

- Toma de tierra, formada por electrodos, que son masas metálicas en contacto con el terreno.
- Conductor de tierra o línea de enlace, con el electrodo sección mínima para conductores 25mm^2 .
- Punto o borne de puesta a tierra.
- Línea principal de tierra (sección mínima para conductor de cobre 16mm^2).
- Conductores de protección, seccionadores mínimas según la sección de los conductores de fase.

1.8.6 Corta Circuitos o Fusibles NH

Según, Sánchez Emilio (2008), los cartuchos fusibles son elementos de protección y se emplean para proteger las líneas y receptores eléctricos contra sobre intensidades producidas por sobrecargas o cortocircuitos.

Los fusibles o cortacircuitos, según se ve en la siguiente figura, no son más que una sección de hilo fino que los conductores normales, colocado en la entrada del circuito a proteger, para que al aumentar la corriente, debido a un cortocircuito, sea la parte que más se caliente y por tanto la primera en fundirse.

La parte o elemento fusible suele ser un hilo calibrado de cobre o aleación de plata, o bien una lámina del mismo metal para fusibles de gran intensidad, colocados dentro de unos cartuchos cerámicos llenos de arena de cuarzo o caolín, con lo cual se evita la dispersión del material fundido; por tal motivo también se denominan cartuchos fusibles.

Figura 14 Fusible NH



FUENTE: SÀNCHEZ, Emilio, Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas, Editorial TEBAR S.L., Madrid, 2008. Pág. 56.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.8.7 Aparta Rayos

Según, Enríquez Gilberto (2005), es un dispositivo que permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico.

El aparta rayos, dispositivo que se encuentra conectado permanentemente en el sistema, opera cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra.

Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores, cuya separación está determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que va a operar.

1.9 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA BAJA TENSIÓN

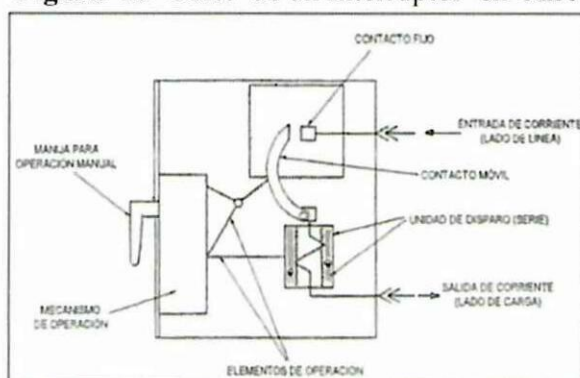
1.9.1 Los Interruptores en Aire

Según, Enríquez Gilberto (2003), se usan generalmente como protección de los alimentadores principales. Estos interruptores usualmente consisten de un mecanismo de operación, contactos, interruptores o extintores de arco y un dispositivo de disparo que se conecta en serie con el conductor del lado de la carga.

Se caracterizan por su construcción compacta y se encuentran disponibles para valores de corriente de carga elevados y distintas capacidades interruptivas.

En la figura 15 se muestra el esquema de este tipo de interruptor.

Figura 15 Corte de un Interruptor en Aire



FUENTE: ENRIQUEZ, Gilberto. Protección de Instalaciones Eléctricas y Comerciales 2a Edición. Editorial Limusa S.A., México, 2003.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.9.2 Interruptores en Caja Moldeada

Según, Enríquez Gilberto (2003), los interruptores en caja moldeada son, por lo general, del tipo termo magnético, se usan frecuentemente para la protección de alimentadores secundarios y circuitos derivados.

Como su nombre lo indica, el mecanismo del interruptor se encuentra encerrado o contenido en una caja moldeada y aislada. Por lo general, tienen una alta capacidad interruptiva, con elementos de restablecimiento para permitir operaciones repetitivas.

1.9.3 Interruptor Automático Para Baja Tensión

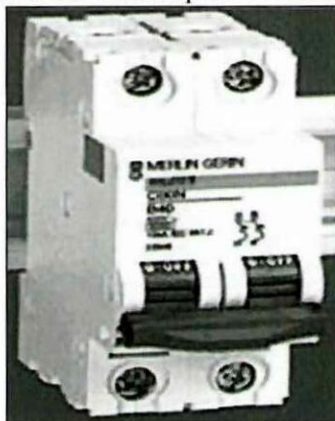
Según, Sánchez Emilio (2008), El interruptor automático es un aparato destinado, al igual que los fusibles, a proteger los circuitos eléctricos contra sobrecargas a cortocircuitos.

Se conoce también por el nombre de magnetotérmico, por su modo de funcionamiento no se destruye por efecto de las sobreintensidades que pretende evitar si no que, una vez resuelta la anomalía que produjo el fallo, se puede volver a reponer prosiguiendo con un funcionamiento normal.

En comparación con un fusible, el interruptor tiene las siguientes ventajas:

- A la hora de restablecer el circuito, no se precisa de ningún material adicional.
- Su reposición no precisa de conocimientos previos de electricidad.
- La reposición se hace moviendo una palanca que está perfectamente aislada.

Figura 16 Interruptor Automático



FUENTE: SÁNCHEZ, Emilio, Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas, Editorial TEBAR S.L., Madrid, 2008. Pág. 63.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.9.4 Fusibles

Según, Enríquez Gilberto (2003), un fusible es un dispositivo de protección contra sobre corriente, con un miembro fusible para abrir un circuito que es directamente calentado por el paso de la sobrecorriente a través del mismo.

Los fusibles son simples en construcción, compactados y relativamente económicos. Todos los fusibles modernos están hechos de tal forma que el elemento fusible mismo se encuentra totalmente encerrado.

Los elementos que los contienen toman diferentes formas, dependiendo del tamaño y la capacidad del fusible.

Figura 17 Tipos de Fusibles



FUENTE: ENRIQUEZ, Gilberto. Protección de Instalaciones Eléctricas y Comerciales 2a Edición. Editorial Limusa S.A., México, 2003.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.9.5 Los Fusibles Tipo Tapón

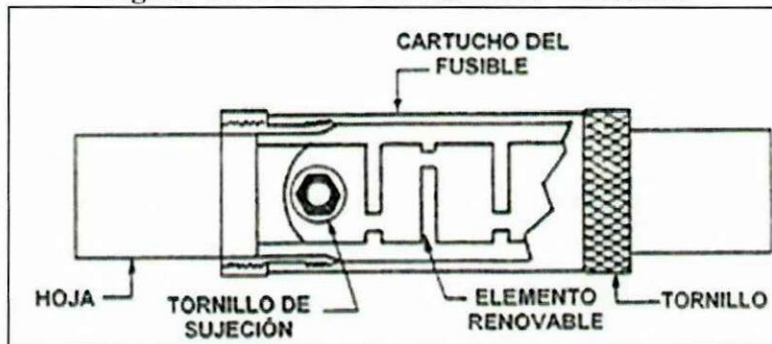
Según, Enríquez Gilberto (2003), se fabrican en tamaños hasta de 30 A y se usan en circuitos que no excedan a 127 V. El elemento de conexión se fabrica entre 35 y 60 A. El diámetro y longitud del contenedor del elemento fusible varía con la clase de voltaje.

1.9.6 Los Fusibles Tipo Cartucho

Según, Enríquez Gilberto (2003), el contacto puede ser de navajas o cilíndrico y se fabrican en tamaños de 70 a 6000 A.

Estos, también varían en sus dimensiones físicas dependiendo de su tensión nominal. Normalmente las capacidades de corriente de los fusibles están publicados por los distintos fabricantes en sus catálogos. Los fusibles tipo cartucho se pueden fabricar en el tipo desechable, o bien, el tipo renovable.

Figura 18 Fusible con Elemento Renovable



FUENTE: ENRIQUEZ, Gilberto. Protección de Instalaciones Eléctricas y Comerciales 2a Edición. Editorial Limusa S.A., México, 2003.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.10 EL GENERADOR SÍNCRONO

Según, Chapman Stephen (1987), el Generador Síncrono, o también llamado Alternador, es un tipo de máquina eléctrica rotativa capaz de transformar la energía mecánica (en forma de rotación), en energía eléctrica.

Son los encargados de generar la mayor parte de la energía eléctrica consumida en la red, y su respuesta dinámica resulta determinante para la estabilidad del sistema después de una perturbación.

Es capaz de convertir la energía mecánica en eléctrica cuando opera como generador y la energía eléctrica en mecánica cuando opera como motor. Funcionan bajo el principio de un conductor sometido a un campo magnético variable, que crea una tensión eléctrica inducida cuya polaridad depende del sentido del campo y su valor del flujo que lo atraviesa.

La razón por la que se llama generador síncrono, es la igualdad entre la frecuencia eléctrica y la frecuencia angular, es decir el generador girara a la velocidad del campo magnético, a ésta igualdad de frecuencias se le denomina sincronismo.

Ésta máquina funciona alimentando al rotor o circuito de campo por medio de una batería o excitatriz, es decir por éste devanado fluiría CC. Mientras que en el estator o circuito de armadura la corriente es alterna CA.

1.10.1 Partes de Un Generador Síncrono

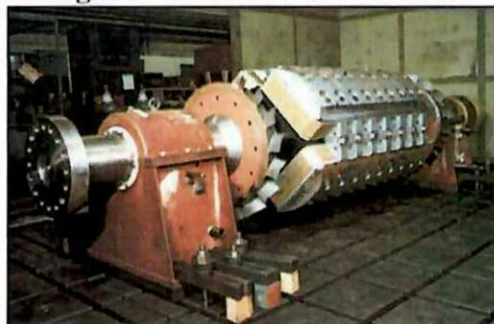
De manera fundamental, el generador está compuesto por las siguientes partes:

1.10.2 Rotor o Campo del Generador Síncrono

Según, Chapman Stephen (1987), es la parte de la máquina que realiza el movimiento rotatorio, constituido de un material envuelto en un enrollamiento llamado "enrollamiento de campo", que tiene como función producir un campo magnético constante, para interactuar con el campo producido por el enrollamiento del estator.

La tensión aplicada en ese enrollamiento es continua y la intensidad de la corriente soportada por ese enrollamiento es mucho más pequeño que el enrollamiento del estator, además de eso el rotor puede contener dos o más enrollamientos, siempre en número par y todos conectados en serie, siendo que cada enrollamiento será responsable por la producción de uno de los polos del electroimán.

Figura 19 Rotor del Alternador



FUENTE: CHAPMAN, Stephen. Máquinas Eléctricas, Editorial Mc Graw Hill, 1987.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.10.3 Estator o Armadura

Según, Chapman Stephen (1987), es la parte fija de la máquina, montada envuelta del rotor de forma que el mismo pueda girar en su interior, también constituido de un material ferromagnético envuelto en un conjunto de enrollamientos distribuidos a lo largo de su circunferencia. Los enrollamientos del estator son alimentados por un sistema de tensiones alternadas trifásicas.

Por el estator circula toda la energía eléctrica generada, siendo que tanto la tensión en cuanto a corriente eléctrica que circulan son bastante elevadas en relación al campo, que tiene como función sólo producir un campo magnético para "excitar" la máquina de forma que fuera posible la inducción de tensiones en las terminales de los enrollamientos del estator.

La máquina síncrona está compuesta básicamente de una parte activa fija que se conoce como inducido o Estator y de una parte giratoria coaxial que se conoce como inductor o Rotor. El espacio comprendido entre el rotor y el estator, es conocido como entrehierro. Esta máquina tiene la particularidad de poder operar ya sea como generador o como motor.

Su operación como alternador se realiza cuando se aplica un voltaje de CC en el campo de excitación del rotor y a su vez éste es movido o desplazado por una fuente externa, que da lugar a tener un campo magnético giratorio que atraviesa o corta los conductores del estator, induciéndose con esto un voltaje entre terminales del generador.

Figura 20 Armadura del Alternador



FUENTE: CHAPMAN, Stephen. Máquinas Eléctricas, Editorial Mc Graw Hill, 1987.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.10.4 Regulador de Tensión

Según, Chapman Stephen (1987), la función básica de un regulador automático de tensión (AVR) es la de alimentar al circuito de excitación de tal manera de mantener

constante la tensión de salida del generador dentro de ciertos rangos de frecuencia y carga. El AVR en el momento de arranque de la máquina, deberá excitarla a partir de las pequeñas tensiones generadas por el magnetismo remanente, con frecuencias inferiores a la nominal y además variable debido a la aceleración del motor impulsor.

1.10.5 Regulador de Velocidad

Según, Chapman Stephen (1987), no se debe confundir estos dispositivos con los reguladores de tensión de los alternadores, pues si bien actúan sobre el grupo, como elementos reguladores que son, sus funciones, aunque relacionadas, están perfectamente delimitadas.

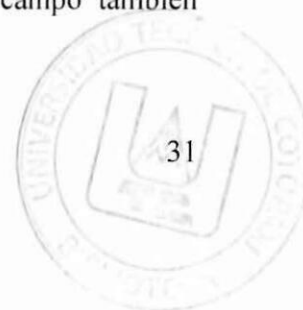
Todo regulador de velocidad es el mecanismo, de distinta índole, destinado a conseguir en cualquier circunstancia, el equilibrio de los trabajos motor y resistencia presentes en una turbina, manteniendo sensiblemente constante, la velocidad de sincronismo del grupo ante todas las cargas solicitadas, protegiéndole contra velocidades excesivas que pudieran surgir.

Si dispusiésemos de un motor o generador sobre el cual no actuase ningún regulador de velocidad, se fragmentaría en pedazos, en el instante que se quede bruscamente sin carga.

Algunas industrias para el funcionamiento de sus instalaciones, requieren un suministro de energía eléctrica con unos valores muy exactos de la frecuencia y de la tensión. Por lo tanto, los reguladores deben de responder a unas exigencias de sensibilidad, estabilidad y seguridad muy precisas.

1.10.6 Excitación del Generador

Según, Ortiz Ramiro (2001), la forma más usual de excitar el generador es electromagnética, es decir, en los polos del rotor se ubica la bobina de excitación. Cuando circula por ellas una corriente continua surgen unas líneas de fuerza magnética, las cuales en el circuito magnético inducen un campo también magnético.



El rotor del generador síncrono está acoplado al eje de la excitación y girando simultáneamente. En este caso, la corriente que alimenta la bobina de excitación de la máquina síncrona se suministra a través de unos anillos rozantes y unas escobillas. Para la regulación de la corriente de excitación se utilizan reóstatos de regulación, los cuales se conectan en el circuito de la excitatriz.

En generadores de gran potencia se suelen utilizar en calidad de excitatriz generadores de inducción de corriente alterna, a los cuales se les conecta un puente rectificador. El control de la corriente de excitación del generador se realiza regulando la excitación del generador de inducción.

1.11 TRANSFORMADORES

1.11.1 Definición de Transformador

Según, García José (2011), es la máquina eléctrica estática capaz de transformar, por inducción electromagnética, un sistema de corriente alterna en otro de corriente alterna, pero de distinta tensión e intensidad. En los centros de transformación transfiere la energía eléctrica entre el circuito de M.T. y el circuito de B.T.

1.11.2 Transformador Trifásico

Según, García José (2011), el transformador trifásico está formado por tres transformadores monofásicos dispuestos sobre una misma armazón magnética.

El circuito magnético tiene dos culatas y tres columnas. Sobre cada una de estas columnas va arrollado un devanado primario y otro secundario.

Los tres devanados primarios y también los tres secundarios, pueden conectarse en estrella (conexión y), triángulo (Conexión d) o zigzag (conexión z). En grandes potencias y muy altas tensiones se utilizan tres transformadores monofásicos iguales conectados entre sí, de forma que sea posible la transformación de un sistema trifásico de tensiones.

En algunos transformadores trifásicos se usan devanados terciarios para alimentación de circuitos auxiliares de mando y maniobra , y también dos o más líneas.

Los transformadores trifásicos se clasifican en grupos de conexión. Las empresas distribuidoras de energía eléctrica utilizan para centros de transformación los tipos de transformadores siguientes:

- Yz11 para potencias de transformación de 25 a 100 KVA
- Dy11 para potencias de 160 a 1000KV

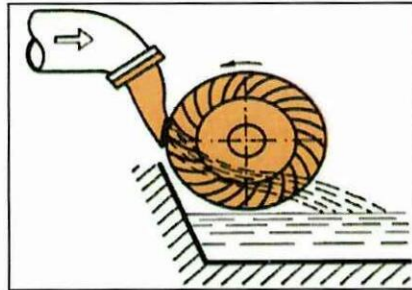
El número que acompaña a la indicación de la conexión es el índice horario que, multiplicado por 30, indica el desfase entre las tensiones compuestas o de línea de primario y secundario en el sentido de giro de las agujas del reloj.

1.12 TURBINAS HIDRÁULICAS

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), la turbina hidráulica, es la máquina destinada a transformar la energía hidráulica de una corriente o salto de agua, en energía mecánica.

La aplicación del trabajo mecánico desarrollado en la turbina, hace girar al rotor del generador, en el cual se realiza la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica, esto es posible, debido a que los ejes de la turbina y el generador están rígidamente unidos, generalmente los ejes de ambas máquinas turbina-generador, forman un eje único con el que se obtiene sincronismo de giro entre las mismas, es decir, idéntico número de revoluciones durante espacios de tiempo iguales.

Figura 21 Turbina Hidráulica (Motor Hidráulico).



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 1.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.1 Turbinas Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), las turbinas Pelton, se conocen como turbinas de presión por ser ésta constante en la zona del rodete, de chorro libre, de impulsión, o de admisión parcial por ser atacada por el agua solo una parte de la periferia del rodete. Así mismo entran en la clasificación de turbinas tangenciales y turbinas de acción. Su utilización es apta en saltos de gran altura (alrededor de 200 m ó mayores), y caudales relativamente pequeños (hasta 10 m³/s aproximadamente).

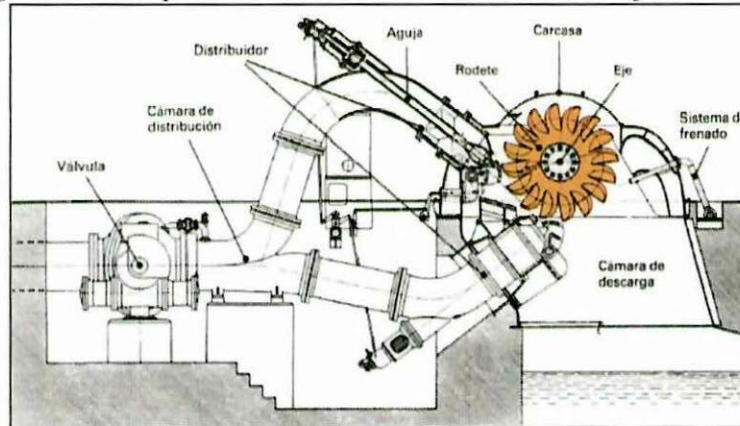
Pueden ser instaladas con el eje en posición vertical u horizontal, siendo esta última disposición la más adecuada, la cual nos servirá de referencia para hacer las descripciones necesarias.

1.12.1 Componentes de Una Turbina Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), los componentes principales que constituyen una turbina Pelton son:

- Distribuidor
- Rodete
- Carcasa
- Cámara de Descarga
- Sistema Hidráulico de Frenado
- Eje

Figura 22 Componentes de una Turbina Pelton de Eje Horizontal

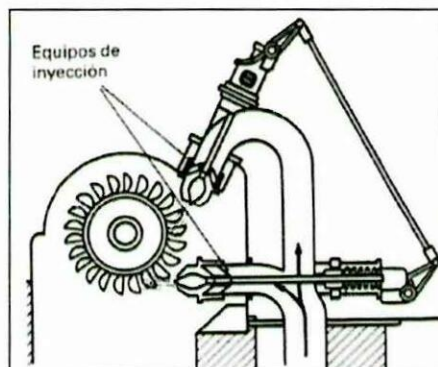


FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 5
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.2 Distribuidor de Una Turbina Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), está constituido por uno o varios equipos de inyección de agua. Cada uno de dichos equipos, formado por determinados elementos mecánicos, tiene como misión dirigir convenientemente, un chorro de agua, cilíndrico y de sección uniforme, que se proyecta sobre el rodete, así como también, regular el caudal preciso que ha de fluir hacia dicho rodete, llegando a cortarlo totalmente cuando actúa.

Figura 23 Esquema de Un Distribuidor con dos Equipos de Inyección

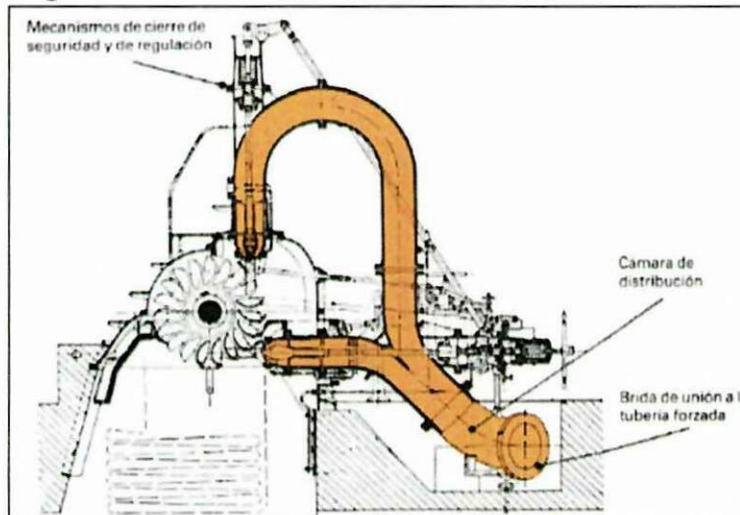


FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 6.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.3 Cámara de Distribución de Una Turbina Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), consiste en la prolongación de la tubería forzada, acoplada a ésta mediante una brida de unión, posteriormente a la situación de la válvula de entrada a la turbina, según la trayectoria normal del agua. También se nombra cámara de inyectores. Tiene como misión fundamental, conducir el caudal de agua. Igualmente, sirve de soporte a los demás mecanismos que integran el distribuidor.

Figura 24 Cámara de Distribución de una Turbina Pelton



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 7.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.4 Inyector

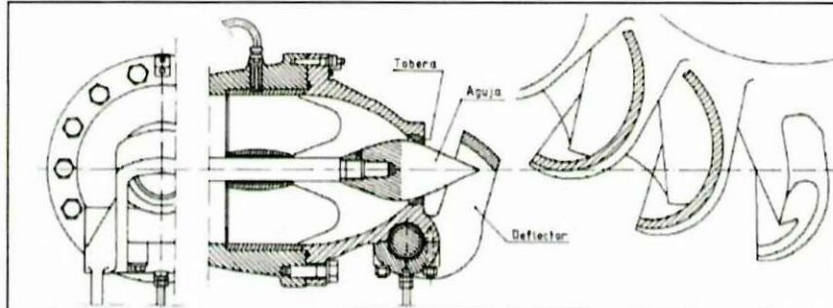
Según, IBERDROLA [et al.] (1994), es el elemento mecánico destinado a dirigir y regular el chorro de agua. Está compuesto por:

1.12.5 Tobera

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), se entiende como tal, una boquilla, normalmente con orificio de sección circular (puede tratarse de otra sección), de un diámetro aproximado entre 5 y 30 cm, instalada en la terminación de la cámara de distribución.

Proyecta y dirige, tangencialmente hacia la periferia del rodete, el chorro de agua, de tal modo que la prolongación de éste forma un ángulo prácticamente de 90° con los imaginarios radios de aquel, en los sucesivos puntos de choque o incidencia del agua.

Figura 25 Detalles de la Tobera de una Turbina Pelton



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales, Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 8.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.6 Aguja

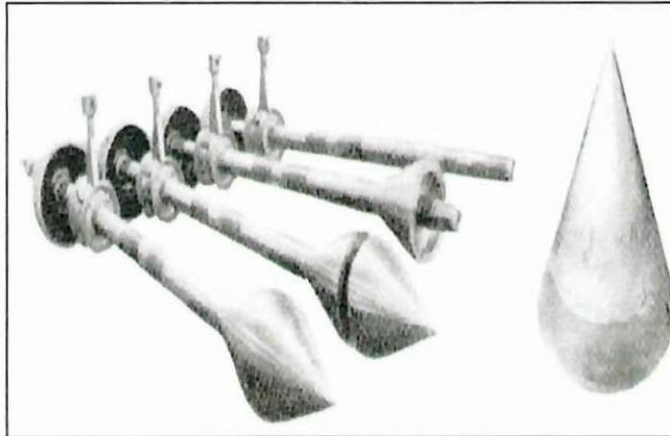
Según, IBERDROLA [et al.] (1994), está formada por un vástago situado concéntricamente en el interior del cuerpo de la tobera, guiado mediante cojinetes sobre los cuales tiene un libre movimiento de desplazamiento longitudinal en dos sentidos.

Uno de los extremos del vástago, el orientado hacia el orificio de salida de la tobera, termina en forma esférico-cónica a modo de punzón, fácilmente intercambiable, el cual regula el caudal de agua que fluye por la misma, de acuerdo con el mayor grado de acercamiento hacia el orificio, llegando a cortar totalmente el paso de agua cuando se produce el asentamiento de dicho punzón sobre el mencionado orificio, según las circunstancias de funcionamiento del grupo.

En el otro extremo, están dispuestos mecanismos tales como un muelle de cierre de seguridad, que tiende a cerrar el orificio de tobera, presionando al punzón sobre el mismo, cuando la turbina está parada, o se pone fuera de servicio de manera brusca debido a un determinado defecto que afecte al grupo.

También, sobre dicho extremo, actúan una serie de palancas o de servomecanismos, que regulan la posición del punzón, según las órdenes recibidas del regulador de velocidad.

Figura 26 Distintos Aspectos de la Aguja del Inyector de una Turbina Pelton



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales, Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 9.

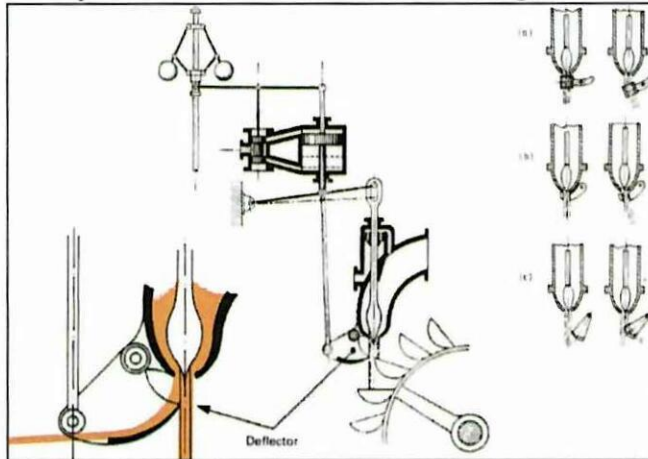
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.7 Deflector

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), es un dispositivo mecánico que, a modo de pala o pantalla, puede ser intercalado con mayor o menor incidencia en la trayectoria del chorro de agua, entre la tobera y el rodete, presentando la parte cóncava hacia el orificio de la tobera.

Tiene como misión desviar. Total o parcialmente según proceda, el caudal de agua, impidiendo el embalamiento del rodete al producirse un descenso repentino de la carga. Su intervención, evita variaciones bruscas de presión en la tubería forzada, al permitir una respuesta más lenta de la válvula de aguja, ante fuertes oscilaciones de carga. El deflector se controla con el regulador de velocidad; al igual que las distintas secciones de paso de agua por las toberas, al controlar las posiciones de la válvula de aguja.

Figura 27 Representación de la Actuación del Agua en un Deflector.



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales, Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 9.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.8 Equipo de Regulación de Velocidad

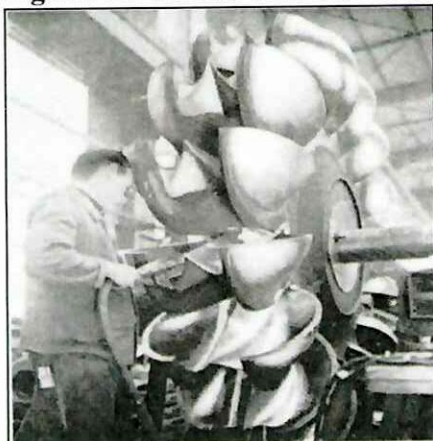
Según, IBERDROLA [et al.] (1994), está constituido por un conjunto de dispositivos electro-mecánicos, a base de servomecanismos, palancas y bielas.

Su función, es la de mantener constante la velocidad del grupo, a fin de que la frecuencia de la corriente generada tenga, en todas las circunstancias de carga, 60 periodos por segundo (p.p.s).

1.12.9 Rodete de Una Turbina Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), es la pieza clave donde se transforma la energía hidráulica del agua, en su forma cinética, en energía mecánica o, dicho de otra manera, en trabajo según la forma de movimiento de rotación. Esencialmente consta de los siguientes elementos:

Figura 28 Rodete Turbina Pelton



FUENTE: IBERDROLA [et al.], 1994., Centrales Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, Pág. 10.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.10 Rueda Motriz

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), está unida rígidamente al eje, montada en el mismo por medio de chavetas y anclajes adecuados. Su periferia está mecanizada apropiadamente para ser soporte de los denominados canjilones.

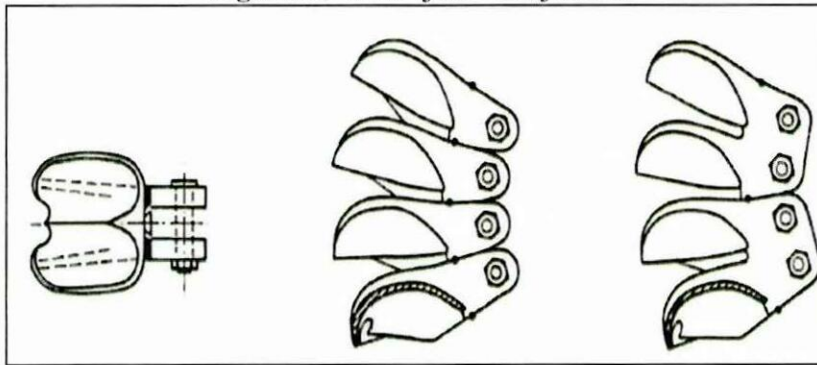
1.12.11 Canjilones

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), también llamados álabes, cucharas o palas son piezas de bronce o de acero especial para evitar, dentro de lo posible, las corrosiones y cavitaciones. Están diseñados para recibir el empuje directo del chorro de agua, su forma es similar a la de una doble cuchara, con una arista interior lo más afilada posible y situadas centralmente en dirección perpendicular hacia el eje, de modo que divide al canjilón en dos partes simétricas de gran concavidad cada una, siendo sobre dicha arista donde incide el chorro de agua. En sección, el conjunto toma forma de ω (omega abierta).

Tiene como objeto conseguir que, la parte cóncava del canjilón precedente, según el sentido de giro, reciba el chorro de agua cuando su arista se encuentra en posición lo más perpendicular posible, respecto al eje del chorro, aprovechando al máximo el

caudal y el impulso que este lo proporciona al acompañarle durante un corto trayecto, razón por la cual las turbinas Pelton se denominan turbinas de impulsión.

Figura 29 Montaje de Canjilones



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales, Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 11.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.12 Carcasa de Una Turbina Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), es la envoltura metálica que cubre los inyectores, y otros elementos mecánicos de la turbina. Su misión consiste en evitar que el agua salte al exterior, después de incidir sobre los canjilones, abandona a estos.

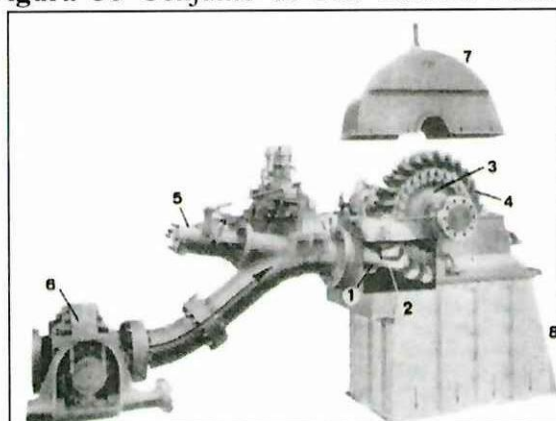
Dispone de un equipo de sellado, en las zonas de salida del eje, a fin de eliminar fugas de agua. Puede estar formado por un laberinto metálico dotado de drenajes, o bien por juntas de estanqueidad, prensaestopas, etc.

Cuando se trata de turbinas Pelton instaladas con el eje en posición vertical, la carcasa, situada horizontalmente, tiene convencionalmente en su periferia unos conductos de paso de aire para aireación del rodete, lográndose, alrededor del mismo, el adecuado equilibrio de presiones. En el caso de turbinas con el eje horizontal, la aireación se efectúa desde la cámara de descarga. Consta de las siguientes partes:

1. Tobera
2. Chorro de agua
3. Rodete
4. Canjilones

- 5. Equipo de regulación
- 6. Válvula
- 7. Carcasa
- 8. Cámara de descarga

Figura 30 Conjunto de Una Turbina Pelton.



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales, Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 12.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.13 Cámara de Descarga de Una Turbina Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), se entiende como tal a la zona por donde cae el agua libremente hacia el desagüe, después de haber girado al rodete, también se conoce como tubería de descarga.

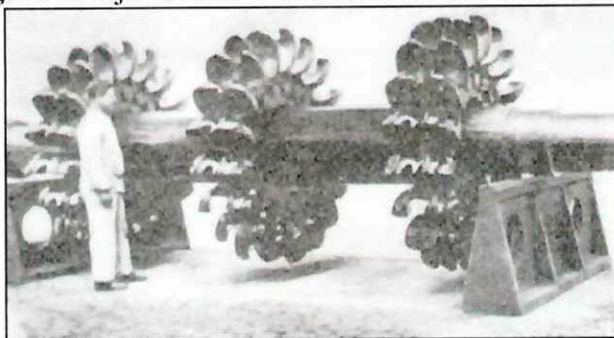
Para evitar deterioros debido a la acción de los chorros de agua, especialmente originados por la intervención del deflector, se suele disponer, en el fondo de la cámara de descarga de un colchón de agua de 2 a 3 metros de espesor. Con el mismo fin, se instalan blindajes o placas, situadas adecuadamente, que protegen la obra de hormigón.

1.12.14 Eje de Una Turbina Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), rígidamente unido al rodete, y situado adecuadamente sobre cojinetes debidamente lubricados, transmite un movimiento de rotación al eje del alternador.

El número de cojinetes instalados así como su función, radial o radial axial, depende de las características de cada grupo.

Figura 31 Eje de una Turbina Pelton con Tres Rodetes



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales, Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 13.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.12.15 Principio de Funcionamiento de la Turbina Pelton

Según, IBERDROLA [et al.] (1994), la energía potencial del agua embalsada, o energía de presión hasta los orificios de las toberas, se convierte, prácticamente sin pérdidas, en energía cinética, al salir el agua a través de dichos orificios en forma de chorros libres, a una velocidad que corresponde a toda la altura del salto útil, estando referida a esta, para el caso concreto de las turbinas Pelton, al centro de los chorros considerados.

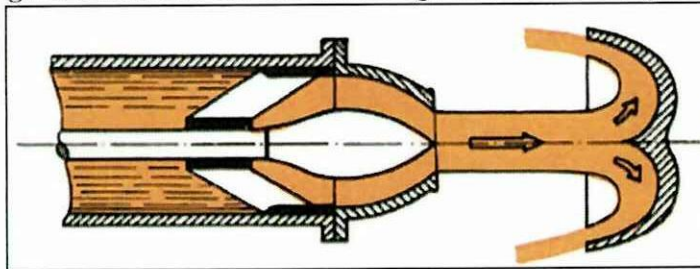
Se dispone de la máxima energía cinética en el momento en el que el agua incide tangencialmente en el rodete, empujando a los canchilones que lo forman, obteniéndose el trabajo mecánico deseado.

Las formas cóncavas de los canchilones hacen cambiar la forma de dirección delorro de agua, saliendo este, ya sin energía apreciable, por los bordes laterales, sin ninguna incidencia posterior sobre los canchilones sucesivos.

De este modo, el chorro de agua transmite su energía cinética al rodete, donde queda transformada instantáneamente en energía mecánica.

La válvula de aguja, gobernada por el regulador de velocidad, cierra más o menos el orificio de la salida de la tobera, consiguiendo modificar el caudal de agua que fluye por esta, al objeto de mantener constante la velocidad del rodete, evitándose el embalamiento o reducción de número de revoluciones del mismo, por disminución o aumento respectivamente de la carga solicitada al generador.

Figura 32 Acción del Chorro de Agua Sobre los Cangilones



FUENTE: IBERDROLA [et al.], Centrales, Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994, Pág. 14.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.13 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DISPONIBLE

Para efectuar la valoración del caudal a nivel local, cuando no se dispone de equipos de precisión, ni se considera pertinente su uso, es conveniente utilizar el método del Flotador.

1.13.1 Medición del Caudal Por el Método del Flotador

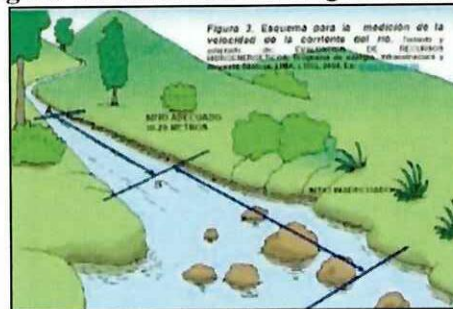
Según, Coz Federico [et al.] (2004), en este método, se utilizan los valores promedio de las variables determinadas. Se requieren los siguientes materiales y equipos:

- Un objeto flotante, puede ser una bola de ping-pong, una botella plástica pequeña, una rama, que flote libremente en el agua.
- Un reloj o cronómetro.
- Un decámetro o cinta medidora.
- Una regla o tabla de madera graduada.

1.13.2 Primer Paso. Seleccionar el Lugar Adecuado

Se selecciona en la acequia un tramo uniforme, sin piedras grandes, ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias, ni impedimentos.

Figura 33 Selección del Lugar Adecuado



FUENTE: <https://es.scribd.com/doc/20584309/Medicion-del-caudal-por-el-metodo-del-flotador>

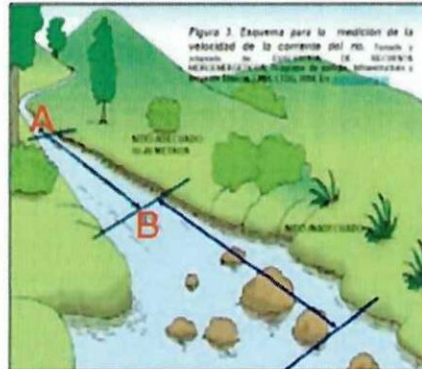
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.13.3 Segundo Paso. Medición de la Velocidad

En el tramo seleccionado se ubica dos puntos, A (de inicio) y B (de llegada) y se mide la distancia. Una persona se ubica en el punto A con el flotador y otra en el punto B con el reloj o cronómetro. Se mide el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B. Se recomienda realizar un mínimo de 3 mediciones y calcular el promedio del tiempo recorrido. La velocidad de la corriente de agua del río se calcula mediante la siguiente ecuación

$$Velocidad = \frac{Distancia (A - B)}{Tiempo de Recorrido} \quad Ec. (2)$$

Figura 34 Ubicación de Puntos A, B



FUENTE: <https://es.scribd.com/doc/20584309/Medicion-del-caudal-por-el-metodo-del-flotador>

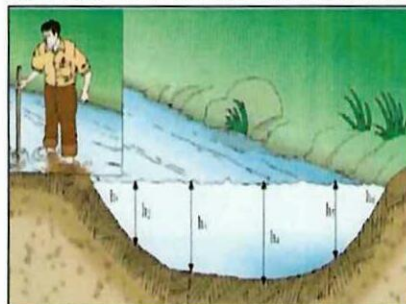
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

1.13.4 Tercer Paso. Área de la Sección Transversal del Canal

En el tramo seleccionado, se ubica la sección o el ancho del canal que presenta las condiciones promedio y en la que se facilita la medición del área transversal.

Un método práctico, con aceptable aproximación para calcular el área transversal, es tomar la altura promedio. Esto consiste en dividir el ancho del canal, en por lo menos, tres partes y medir la profundidad encada punto para luego calcular el promedio.

Figura 35 Medición de la Profundidad del Canal



FUENTE: <https://es.scribd.com/doc/20584309/Medicion-del-caudal-por-el-metodo-del-flotador>

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Alturas del Canal en Metros:

h1; h2; h3; h4; h5

La profundidad promedio se calcula, de conformidad con los valores de altura expuestos anteriormente Puesto que la profundidad promedio es igual a:

$$Hm = \frac{h1 + h2 + h3 + h4 + h5}{n} \quad Ec. (3)$$

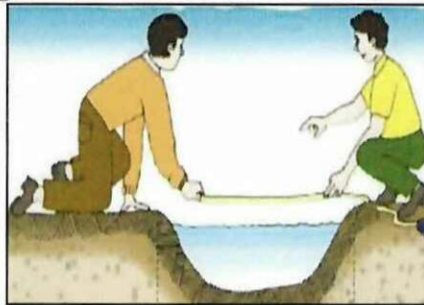
Dónde:

Hm= Altura Promedio

n=Numero de Alturas

Una vez se ha determinado el valor promedio de la profundidad, se procede a realizar la medición del ancho, A_r , de la acequia.

Figura 36 Medición del Ancho del Canal



FUENTE: <https://es.scribd.com/doc/20584309/Medicion-del-caudal-por-el-metodo-del-flotador>

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

El área de la sección transversal AT de la acequia se calcula con base en la siguiente ecuación.

$$AT = Hm * Ar \quad Ec. (4)$$

Dónde:

Hm = Profundidad Promedio (m)

Ar = Ancho (m)

1.13.5 Cuarto Paso. Cálculo del Caudal.

Con los datos obtenidos se procede a calcular el caudal de la acequia, Q , con base en la siguiente ecuación.

$$Q(m^3 / S) = Velocidad(m/s) * \text{Área} (m^2) \quad Ec. (5)$$

1.14 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DISPONIBLE

Según, Coz Federico [et al.] (1995), para verificar la potencia generada o disponible de la Mini Central, se debe calcular algunos parámetros que se detallan a continuación.

1.14.1 Determinación de la Altura Bruta

La altura bruta se calcula mediante la ecuación:

$$Hb = Ns - Ni \quad Ec. (6)$$

Dónde:

Hb = Altura Bruta (m)

Ns = Nivel Superior (m)

Ni = Nivel Inferior (m)

1.14.2 Determinación de la Altura Neta

La altura neta se obtiene restando de la altura bruta, todas las pérdidas que se originan en la totalidad del recorrido, dichas pérdidas se deben a las turbulencias y rozamientos del agua en las entradas de las tuberías, paredes de todo tipo de conducción, válvulas, codos, ángulos, cambios de sección y orificios de salida, para lo cual se debe calcular algunos parámetros que se detallan a continuación:

1.14.3 Determinación del Diámetro Interior de la Tubería de Presión

Para determinar el diámetro de la tubería de presión se utiliza la siguiente fórmula:

$$Di = \sqrt[7]{0,0052 * Q} \quad Ec. (7)$$

Dónde:

Q= 0.11 m³/Seg. Caudal de Diseño

D_i= Diámetro Interior en Metros.

1.14.4 Determinación de la Velocidad de Circulación del Agua

Para determinar la velocidad de circulación del agua, se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Q = V * A \quad \text{Ec. (8)}$$

El área de la sección circular de la tubería es:

$$A = \frac{\pi D_i^2}{4} \quad \text{Ec. (9)}$$

Despejando la velocidad y reemplazando el área de la tubería de sección transversal, en la fórmula se tiene:

$$V = \frac{4Q}{\pi D_i^2} \quad \text{Ec. (10)}$$

Dónde:

Q = 11m³/S Caudal de diseño.

D_i = Diámetro interior de la tubería (m)

V= Velocidad circular del Agua (m/s)

1.14.5 Determinación del Número de Reynolds

Para determinar el número de Reynolds que es un parámetro dimensional con predominio de la viscosidad por lo que a mayor número de Reynolds, menor importancia de la viscosidad y se utiliza la siguiente fórmula.

$$Re = \frac{V * D_i}{\gamma} \quad \text{Ec. (11)}$$

Dónde:

Re =Numero de Reynolds

γ =Viscosidad Cinemática del Agua (m²/ S)

1.14.6 Determinación de la Rugosidad Relativa S.

Para determinar la rugosidad relativa se lo realiza mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{K}{Di} \quad \text{Ec. (12)}$$

Dónde:

S= Rugosidad Relativa

K= Rugosidad Absoluta del Material (mm)

1.14.7 Determinación de las Pérdidas Primarias

Las pérdidas primarias se calculan mediante la fórmula de Darcy Weisbach, que se detalla a continuación:

$$H_{rp} = f \frac{L * V^2}{2 * g * Di} \quad \text{Ec. (13)}$$

Dónde:

H_{rp}= Pérdidas primarias (m)

L= 732 m, Longitud de la tubería de presión.

g= 9.81m/S² Aceleración de la gravedad.

Al remplazar los valores conocidos en la fórmula, se obtiene las pérdidas primarias de la siguiente forma:

1.14.8 Determinación de las Pérdidas Secundarias

Para determinar las pérdidas secundarias se lo realiza mediante la siguiente Ecuación:

$$Hrs = \frac{K * V^2}{2 * g} \quad Ec. (14)$$

Dónde:

Hrs= Perdidas Secundarias (m)

K= Factor asociado a cada accesorio a utilizar.

1.14.9 Determinación de las Pérdidas Totales

Luego se realiza la sumatoria de todas las pérdidas a través de los accesorios implicados en la instalación de la siguiente forma:

$$Hrs Total = HrsK1 + HrsK2 + HrsK3 + HrsK4 \quad Ec. (15)$$

Dónde:

Hrs Total = Perdidas secundarias Totales

Hrs K= Perdidas para cada factor asociado.

Una vez que se han hallado los valores de la altura bruta y las perdidas primarias y secundarias, se halla la altura neta utilizando la fórmula:

$$Hn = Hb - Hrp - Hrs \quad Ec. (16)$$

Dónde:

Hn= Altura Neta

Hb= Altura Bruta

Hrp= Perdidas Primarias

Hrs= Perdidas Secundarias

1.14.10 Determinación la Potencia Hidráulica

Luego de encontrar la altura neta, se calcula la potencia hidráulica mediante la fórmula:

$$Ph = g * Q * Hn \quad (Kw) \quad Ec. (17)$$



Dónde:

Ph= Potencia Hidráulica

g= Constante de la gravedad 9.81

Hn= Altura Neta

1.14.11 Determinación de la Potencia de Generación

Para determinar la Potencia de Generación de la Mini Central Utilizamos la siguiente fórmula:

$$P = \eta_T * \eta_G * Ph \text{ Kw} \quad \text{Ec. (18)}$$

Dónde:

P= Potencia de Generación Kw

η_T =Rendimiento de la Turbina

η_G =Rendimiento del generador

1.14.12 Depreciación de la Mini Central.

Según, Coz Federico [et al.] (1995), para determinar la depreciación de la Mini Central de basó en la depreciación lineal, la misma que menciona que el bien pierde su valor anualmente, a partir del valor inicial, desde el año de instalación, hasta llegar su valor a cero, en el último año de vida útil de la Mini Central.

La vida útil para la Mini Central Hidroeléctrica, se considera de 20 años, a partir de la puesta en marcha de la misma. El valor Residual se determina, mediante la siguiente ecuación:

$$VR_n = V_i - V_i * \frac{(n)}{N} \quad \text{Ec. (19)}$$

Dónde:

VR_n=Valor residual en el año n, en USD.

V= Valor de la puesta en marcha, en el año de su instalación, en USD.

N= Vida útil del bien, en años

n= Tiempo de uso del bien en el proyecto, en años.

CAPITULO II

2 INTERPRETACIÓN, GRAFICOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1 Entorno del Lugar de Investigación

El Monasterio Santa María del Paraíso, se encuentra ubicado en el Cantón San Miguel de Salcedo de la provincia de Cotopaxi, específicamente en la Vía Salcedo Tena Km 4, en el sector de Bellavista, se presenta a continuación el mapa de ubicación.

Figura 37 Ubicación del Monasterio en el Mapa



FUENTE: www.citeaux.net/paraiso/
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.2 Antecedentes Históricos del Monasterio Santa María del Paraíso

La historia de fundación de éste Monasterio comienza cuando en el año 1978, su Eminencia el Señor Cardenal, Arzobispo de Quito, Pablo Muñoz Vega, Visitó el Monasterio de la Abadía de Santa María de San Isidro de Dueñas, en Palencia España. Hablo a los monjes solicitando por primera vez, una fundación de monjes para el Ecuador. En ese entonces el Padre Abad del Monasterio era el Padre Manuel Pérez. A raíz de ésta visita comienza entre su Eminencia y el P. Abad, una

interesante correspondencia, que se conserva en los archivos del Monasterio de Salcedo. Ciertos párrafos de las cartas de su Eminencia pueden ilustrar la realidad hoy lograda de la fundación, por eso transcribimos uno de ellos.

“Tenemos en Ecuador varios Monasterios de vida contemplativa de Religiosas; ninguno de religiosos. Por ello me sentiría feliz de que se iniciara en esta Nación, consagrada al corazón de Jesús, la vida contemplativa de Religiosos varones, y que fuera la Trapa quien hiciera este gran bien a la iglesia Ecuatoriana. Tal es la petición que formulo, en la esperanza de que sea la mano del Señor la que trace el camino por donde podamos llegar al santo ideal”. Escribía al P. Abad el 19 de Diciembre de 1980.

Figura 38 Vista del Patio del Monasterio



FUENTE: www.citeaux.net/paraiso/
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Otra visita al Monasterio de S. Isidro, esta vez por parte de Mons. Tomás Romero Gross Obispo Vicario Apostólico de Puyo, fue de nuevo a despertar la antigua invitación a fundar en el Ecuador. Esto ocurrió en Noviembre de 1989. Poco después falleció en Quito.

Finalmente una tercera visita en Junio de 1996, por parte de Mons. Frumen Escudero Arenas, sucesor de Mons. Romero en Puyo, viene a ser decisiva en el desenlace de esta historia: Mons. Frumen acudió a S. Isidro - España en nombre de la Conferencia

Episcopal Ecuatoriana solicitando formal y oficialmente a la Abadía de S. Isidro la fundación de un monasterio de monjes del Císter en el Ecuador.

A partir de este momento, la Comunidad entró en un proceso más serio y urgente de discernimiento. Además de la petición de Ecuador habían llegado otras peticiones de fundación procedentes incluso de varios continentes: la más insistente de éstas era de Su Eminencia el Señor Cardenal de Lima-Perú, Augusto Vargas Alzamora.

Figura 39 Vista Completa del Monasterio



FUENTE: www.citeaux.net/paraiso/
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Para iluminar el discernimiento la Comunidad decide enviar a dos hermanos a visitar Perú y Ecuador para que ellos conocieran "in situ" la realidad eclesial de ambos países así como las posibilidades reales de fundación.

Tal viaje se realizó en Febrero-Marzo de 1997. Al regreso de los hermanos y tras los diálogos pertinentes el Capítulo Conventual procedió a la votación canónica que decidiría el país de fundación: el resultado mayoritario fue Ecuador.

Sin duda que la petición unánime y oficial de toda la Conferencia Episcopal Ecuatoriana fue un factor determinante, era toda la Iglesia Ecuatoriana, representada por sus Pastores, la que deseaba y pedía la fundación.

2.3 Filosofía Institucional

2.3.1 Misión Institucional

El Monasterio de Santa María del Paraíso, es de vida íntegramente ordenada a la contemplación. Por eso los monjes se dedican al culto divino según la Regla de S. Benito dentro del recinto del monasterio.

En soledad y silencio, en oración constante y gozosa penitencia, ofrecen a la divina majestad un servicio humilde y digno a la vez, observando la vida monástica según se determina en las Constituciones de la Orden.

Así dan a la sociedad el testimonio de una vida ejemplar al servicio de Dios, de la Iglesia y del País. Siendo autónomos en lo económico, se dedican al trabajo manual en una explotación agropecuaria que favorece el desarrollo de la región.

Según las propias conveniencias pueden dedicarse también a otro tipo de actividad productiva para subvenir a sus necesidades, actividad que ayuda positivamente en el progreso del lugar. Según las constituciones de la Orden, y conforme a una antigua tradición, la comunidad comparte con los más necesitados en la medida de lo posible los beneficios de su explotación y trabajo.

2.3.2 Visión Institucional

Herederos de un arduo pero bello ideal de servicio a Dios y a los hombres, valoran con respeto y veneración el valioso patrimonio espiritual y cultural, que la oración y el trabajo de miles de monjes y monjas antecesores.

Esta mirada al pasado nos hace más dichoso el presente y nos lanza con renovado empeño al futuro, deseosos de poder seguir siendo presencia constante ante el Señor, de la historia y testimonio ante el mundo de que es siempre posible para el hombre un diálogo con el Dios inefable.

El Monasterio Aspira en la actualidad seguir brindando sus servicios al país y a la comunidad con el mismo empeño que lo han venido haciendo para el beneficio de los más necesitados cumpliendo así la labor encomendada a ellos por El Señor.

En el futuro aspiran construir una iglesia para el servicio del sector de Bellavista y las comunidades aledañas, construcción que permitirá que las personas acudan a recibir el conocimiento bíblico, mejorando así la vida espiritual de las personas y cumpliendo con su objetivo principal que es el de servir a Dios.

2.4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LA MINI CENTRAL

2.4.1 Captación de Agua

En la captación de agua se encontró las rejillas o trampas presentando un estado de corrosión. La construcción de concreto (Parte civil) se encontraba en mal estado, llena de escombros y algas producto del tiempo que se encontraba sin mantenimiento y limpieza.

Figura 40 Captación de Agua en Mal Estado



FUENTE: Boca Toma o Captación de Agua
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.2 Tanques Desarenadores

Los tanques desarenadores se encontraron completamente anegados de tierra, escombros y basura. Las válvulas y compuertas de los tanques se hallaron en pésimo estado, oxidadas y por tal motivo no abrían o cerraban.

Figura 41 Tanques Llenos de Tierra



FUENTE: Tanques Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.3 *Rejilla de los Desarenadores*

Se encontraban en estado de corrosión y presentaba una fisura en el concreto de la base en la que se encontraba montada, se deberá recalzar el concreto y a su vez pintar la rejilla con pintura resistente a la corrosión.

Figura 42 Rejilla y Muro de Concreto Fisurado.



FUENTE: Tanques Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.4 *Válvula de Mariposa de los Desarenadores.*

Se pudo observar que los pernos de sujeción que unen al eje del volante con la circunferencia de cierre se encontraban deteriorados, por lo que se deberá cambiarlos por unos nuevos.

Figura 43 Válvula de Mariposa de los Desarenadores.



FUENTE: Tanques Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.5 Compuerta Deslizante de los Desarenadores.

Una de las compuertas deslizantes auxiliares, se encontraba en estado de corrosión y se atascaban en el momento de accionar el volante por lo que se deberá desmontar la compuerta para realizar el mantenimiento correspondiente.

Figura 44 Compuerta Deslizante de los Desarenadores.



FUENTE: Tanques Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.6 Tubería de Presión o Tubería Forzada

La tubería de presión es de 12 pulgadas y 1.25 Mega Pascales, la misma que se encontraba sobre dimensionada, ya que según los cálculos estimados, con una de 8 pulgadas sería suficiente para un caudal de $11 \text{ m}^3/\text{s}$.

Se encontró una ruptura a la llegada a la casa de máquinas, por lo que es necesario que se dé pronta solución a este inconveniente para luego proceder a realizar las pruebas correspondientes en el grupo generador.

Figura 45 Tubería de Presión Fisurada



FUENTE: Tubería Forzada o Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.7 *Chimenea de Equilibrio*

Posee una mini chimenea a la salida de los tanques, que ayuda a controlar el golpe de ariete, y a lo largo de toda la tubería de presión no posee más chimeneas de equilibrio, en cálculos se obtiene una distancia aproximada de 600 a 700 metros de tubería.

Figura 46 Chimenea de Equilibrio



FUENTE: Tanques Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.8 *Casa de Maquinas*

La casa de máquinas por encontrarse sin funcionamiento por aproximadamente una década, se encontraba deteriorada en todos sus componentes que se detallan a continuación.

Figura 47 Casa de Maquinas Mini Central



FUENTE: Casa de Maquinas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.9 Puertas de la Central

Como se puede observar se encuentran oxidadas, por lo que se deberá pintar con pintura sintética para proteger de los agentes ambientales corrosivos.

Figura 48 Puertas de la Mini Central



FUENTE: Casa de Maquinas Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.10 Tablero de Control

El tablero de control, se encontraba cortocircuitado, oxidado, presentaba una mala distribución del cableado interno; además no contaba con sistemas de protección adecuados.

Figura 49 Tablero de Control



FUENTE: Casa de Maquinas Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.11 Transformador Seco de Servicios Auxiliares

El transformador, estaba con los terminales de entrada y salida sin ningún orden, las bobinas sin barnizar, el cableado desconfigurado completamente.

Figura 50 Transformador Auxiliar



FUENTE: Casa de Maquinas Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.12 Regulador de Voltaje

Uno de los componentes primordiales para que exista un voltaje estable, es el regulador de voltaje, el mismo que se encontró que no cumplía con la función de regulación correspondiente, para el voltaje que produce el grupo generador.

Por lo que se deberá rediseñar el circuito completo para de esta manera garantizar una regulación de voltaje óptima, protegiendo así la vida útil de los dispositivos y electrodomésticos del Monasterio.

Figura 51 Regulador de Voltaje



FUENTE: Casa de Maquinas Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.13 Regulador de Velocidad

El principal componente de la unidad generadora, se encontraba, con fugas de aceite, el volante de inercia atascado, la cuña isométrica no adecuada, la calibración desfasada, el centrífugo desacoplado, entre otras anomalías.

El tacómetro se encontraba en mal funcionamiento debido a que la pluma de indicación de la velocidad (rpm), no señalaba las magnitudes analógicas correctas.

Se deberá desarmar todo el mecanismo de regulación para poder corregir las anomalías y errores que puedan haber o darse en el momento de la puesta en marcha del grupo generador.

Figura 52 Regulador de Velocidad Mecánico



FUENTE: Casa de Maquinas Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.14 *Generador*

Presentaba una mala distribución y disposición de los cables terminales, el cable del neutro se encuentra sobredimensionado, no cuenta con marquillas para cables para identificarlas polaridades y secuencias de funcionamiento, de los cables y dispositivos de medición y control que este posee.

Figura 53 Generador Trifásico AEG



FUENTE: Casa de Maquinas Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.15 Excitatriz

Es un acople que se une al eje del generador, componente básico que no existe, por tal razón se enviará a construir una excitatriz dinámica para suministrar corriente continua al campo del rotor del generador. También se enviará a construir la respectiva base para el correspondiente montaje de la misma, permitiendo así que el campo del rotor del generador sea excitado produciendo la energía correspondiente que es de 440 V en los terminales.

2.4.16 Turbina

La turbina Pelton, cuenta con dos inyectores de aguja a 90° vertical y horizontal, posee 14 canchilones, el diámetro de la pala es de 13 cm, el diámetro del rodete es de 50 cm, aparentemente se encontraba en buen estado, los inyectores estaban obstruidos.

Figura 54 Turbina del Tipo Pelton



FUENTE: Casa de Maquinas de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.17 Inyectores de Aguja

La central posee dos inyectores el primero se encuentra instalado en forma horizontal y el segundo en forma vertical, los mismos que se encontraban obstruidos y en estado corrosivo, por lo que se deberá realizar su respectivo desmontaje y mantenimiento.

Figura 55 Turbina del Tipo Pelton



FUENTE: Casa de Maquinas de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.18 Chumaceras

Las chumaceras tienen la función de mantener a los ejes de la turbina, como del generador anegados de aceite lubricante refrigerante para que no exista sobre calentamiento en los mismos, el aceite en las chumaceras se encontraba completamente lleno de impurezas, razón por la cual sufría un sobre calentamiento al momento de generar, se deberá realizar el mantenimiento correspondiente.

Figura 56 Chumaceras



FUENTE: Casa de Maquinas de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.19 Bandas Elásticas

El par de Bandas elásticas tienen la funcionalidad de transmitir la fuerza mecánica producida por el eje de la turbina hacia el mecanismo del regulador de velocidad, éstas se encontraban en estado de desgaste, llenas de polvo y aceite se deberá cambiarlas.

Figura 57 Bandas Elásticas.

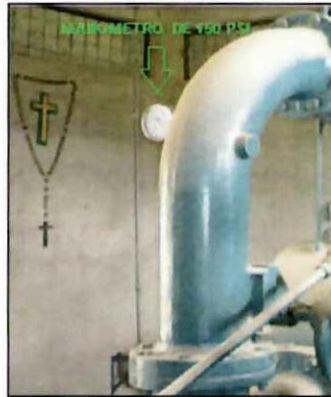


FUENTE: Casa de Maquinas Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.20 Manómetro de Presión de la Mini Central

Este instrumento de medida de presión no marca los PSI (Libras de presión), al momento de generar, por lo que se deberá realizar una limpieza del mismo retirando la corrosión que está obstruyendo el paso de la presión.

Figura 58 Manómetro de Presión



FUENTE: Casa de Maquinas de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.21 Válvula de Desfogue o Bypass de la M.C.H

Presentaba fugas debido a que sus empaques se encontraban deteriorados y tenía un desajuste en los pernos de sujeción se deberá desarmar el mecanismo para reparar la avería.

Figura 59 Válvula de Desfogue o Bypass



FUENTE: Casa de Maquinas Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.22 Centro de Transformación de 112.5 KVA Elevador

El centro de transformación elevador de 112.5 KVA, tiene la funcionalidad de elevar la tensión para el sistema de distribución, luego se reduce la tensión a través de los transformadores reductores al llegar al Monasterio, para su correspondiente utilización, a éste centro de transformación se debe realizar algunas pruebas de rutina para determinar su estado de funcionamiento.

Figura 60 Transformador Trifásico Elevador



FUENTE: SEP Monasterio SMP
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

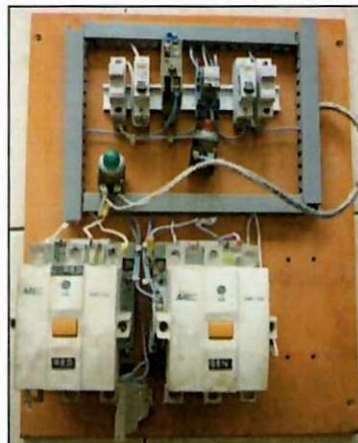
2.4.23 Red de Media Tensión (SEP)

El SEP, se encontraba con fallas en la línea de Media Tensión, y de igual manera el primer transformador reductor, el esquema del Sistema Eléctrico de Potencia se puede observar en los planos adjuntos al presente proyecto (Ver anexo 7).

2.4.24 Tablero de Transferencia Automática (TTA)

El TTA, se encontraba con fallas técnicas presentando una mala distribución en el cableado, cortocircuitos existentes provocados por el mal dimensionamiento y funcionamiento incorrecto.

Figura 61 Tablero de Transferencia Automática



FUENTE: Sistema de Transferencia de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.25 Medidores del Monasterio

El monasterio cuenta con un medidor Monofásico 2 fases 3 hilos tipo B4a1 210/120 V, 15(60) A, 60 Hz Clase 2, los mismos que brindan el servicio para el establo, también cuenta con un medidor trifásico, 3 fases 4 hilos Modelo MFT-120G de 120 V, 15 A, 60Hz Clase 2, éstos medidores se encuentran en buen funcionamiento por lo que no es necesario que se sustituyan los mismos.

Figura 62 Detalle de los Medidores del Monasterio



FUENTE: SEP Monasterio SMP
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.4.26 Señalización de Seguridad en la Casa de Maquinas

La señalización en las centrales hidroeléctricas es de vital importancia y reglamentaria, ya que le permite al operario y al personal técnico, guiarse e informarse sobre las medidas de protección, que se deben tomar al momento de ingresar a la casa de máquinas, así como también, sirven para darse cuenta de qué función cumplen los dispositivos y componentes de la Mini Central.

La señalización en la Mini Central no existe por lo que se deberá implementar, algunos como por ejemplo: peligro alta tensión, use guantes, riesgo de shock eléctrico, use casco, bote la basura en su lugar, tablero de control, excitatriz, entre otros.

2.5 CALCULO DEL CAUDAL DISPONIBLE

Para verificar el caudal disponible se deben calcular algunos parámetros como son:

- Velocidad de la Corriente de Agua.
- Área de la Sección Transversal del Canal.

2.5.1 *Calculo de la Velocidad de la Corriente de Agua.*

En el tramo seleccionado se ubicó dos puntos, A (de inicio) y B (de llegada) y se midió la distancia, de 25 metros. Una persona se ubicó en el punto A con el flotador y otra en el punto B con el reloj o cronómetro. Se midió el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B, para nuestro caso fue de 52 segundos.

La velocidad de la corriente de agua del canal se calculó con base en la ecuación (2).

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia (A - B)}}{\text{Tiempo de Recorrido}} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$\text{Distancia de (A-B)}=25\text{m}$$

$$\text{Tiempo de Recorrido}= 52 \text{ Seg.}$$

$$\text{Velocidad} = 25 \div 52 = 0.48 \text{ m/s.}$$

2.5.2 *Calculo del Área de la Sección Transversal del Canal*

Para el cálculo del Área de la sección transversal del canal se debe determinar la profundidad promedio y el ancho del canal en Metros.

2.5.3 *Profundidad Promedio del Canal*

Para el cálculo de la profundidad promedio del canal se miden las alturas del canal así:

$$h_1= 0.23\text{m}; h_2 = 0,24\text{m}; h_3 = 0,25\text{m}; h_4 = 0,24\text{m}; h_5 = 0,23\text{m.}$$

Ahora, calculamos la profundidad promedio, de conformidad con los valores de altura expuestos anteriormente mediante la ecuación (3).

$$Hm = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{n} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$Hm = \frac{0.23 + 0.24 + 0.25 + 0.24 + 0.23}{5} = 0.24 \text{ m}$$



2.5.4 Ancho del Canal en Metros

Para el cálculo del área de la sección transversal del canal se debe medir el ancho del canal en metros, ese valor es de 0,90 m.

El área de la sección transversal **AT** del canal se calculó mediante la ecuación (4).

$$AT = Hm * Ar \quad Ec. (4)$$

Hm= Profundidad Promedio 0.24 m

Ar =Ancho 90 m

$$AT = 0,90 \times 0,24 = 0,22m^2$$

2.5.5 Cálculo del Caudal.

Con los datos obtenidos se procede a calcular el caudal de la Mini Central del Monasterio mediante la ecuación (5).

$$Q(m^3/S) = Velocidad (m/S) * Area (m^2) \quad Ec. (5)$$

Velocidad = 0.48 m/s.

$$AT = 0,22m^2$$

$$Q (m^3/s) = 0.48 (m/s) \times 0,22 (m^2) = 0,11 m^3/Seg. \text{ o igual a,}$$

Q = 110 l/s, en razón que $1m^3$ es igual a 1000 litros.

2.6 DEMANDA ENERGÉTICA DEL MONASTERIO

El generador de 138 KVA, ya se encuentra instalado y resta por determinar la demanda energética actual del Monasterio Santa María del Paraíso, con la finalidad de comprobar si el generador está en capacidad de suministrar potencia y energía al Monasterio, y se encuentra detallada en el estudio de Censo de Carga anexo 2, del presente proyecto. Según las tablas del Censo de Carga del Monasterio la Demanda

obtenida es de: 34.97 KVA, la misma que se comprobará con la potencia disponible del generador.

2.7 CÁLCULO DE LA POTENCIA DISPONIBLE

Para verificar la potencia generada o disponible de la Mini Central, se debe calcular algunos parámetros, que se detallan a continuación:

2.7.1 Cálculo de la Altura Bruta

Para la determinación de la altura bruta, se toma como referencia el levantamiento planimétrico, realizado hace 10 años por el arquitecto Juan Pío Escudero, para la obra de construcción del Monasterio y de la infraestructura de la Mini Central en el cual, se detalla los niveles georeferenciados. (Ver anexo 9).

Desde el nivel superior 2920 m, tomado en el lugar de la captación del agua, hasta el nivel inferior 2825 m, tomado en un sitio paralelo al punto de construcción de la casa de máquinas, se traza en el plano una línea paralela a la línea por donde se sitúa la tubería de presión, para proyectar hasta el punto de la casa de máquinas, con el objetivo de realizar la diferencia de éstos dos niveles y determinar la altura bruta del proyecto.

La altura bruta se calcula mediante la ecuación (6).

$$Hb = Ns - Ni \quad Ec. (6)$$

Dónde:

Hb = Altura Bruta 95m

Ns = Nivel Superior 2920 m

Ni = Nivel Inferior 2825 m

Remplazando los valores en la ecuación (6) se tiene:

$$Hb = 2920 - 2825 \text{ m}$$

F

Drma queda determinada la altura bruta de 95 metros valor que nos so posterior para calcular la altura neta.

2culo de la Altura Neta

Ineta se obtiene restando de la altura bruta, todas las pérdidas que se o la totalidad del recorrido, dichas pérdidas se deben a las turbulencias y ns del agua en las entradas de las tuberías, paredes de todo tipo de a, válvulas, codos, ángulos, cambios de sección y orificios de salida, para llebe calcular algunos parámetros que se detallan a continuación:.

1culo del Diámetro Interior de la Tubería de Presión

minar el diámetro de la tubería de presión se utiliza la ecuación (7).

$$Di = \sqrt[7]{0.0052 * Q^3} \quad Ec. (7)$$

l

etro Interior en Metros.

n³/Seg. Caudal de Diseño

ndo los datos en la ecuación (9) se tiene.

$$\frac{0052 * Q^3}{0052 * 0.11^3}$$

$$331m = 183.1821mm$$

$$331m = 183.1821mm$$

$$331m * \frac{39,4pulg}{1m} = 7.21pulg$$

ro calculado no es comercial por lo tanto tomamos como referencia el de 8

Cabe recalcar que la tubería actualmente instalada es de 12 pulgadas, puede observar, con el caudal que se ha calculado, da como resultado una

tubería de 8 pulgadas, esto quiere decir que la tubería instalada, se encuentra sobre dimensionada, pero por razones de costos elevados no podemos cambiarla, sin embargo se utilizará la misma tubería de 12 pulgadas.

Tabla 3 Características de la Tubería de Presión

Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Espesor (mm)	Presión de Trabajo (Mpa)
318	305	13	1.125

FUENTE: Manual Técnico, Tuberías de PVC, Plastigama, 2013

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.7.4 Velocidad de Circulación del Agua

Para determinar la velocidad de circulación del agua, se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Q = V * A \quad \text{Ec. (8)}$$

El área de la sección circular de la tubería es:

$$A = \frac{\pi D_i^2}{4} \quad \text{Ec. (9)}$$

Despejando la velocidad de la fórmula (8) y reemplazando el área de la sección circular de la tubería, se obtiene la ecuación (10), para la velocidad de circulación del agua.

$$V = \frac{4Q}{\pi D_i^2} \quad \text{Ec. (10)}$$

Dónde:

Q = 0.11m³/S Caudal de diseño.

Di = Diámetro interior de la tubería (m)

V = Velocidad circular del Agua (m/s)

Reemplazando los valores en la ecuación (10) se tiene:

$$V = \frac{4 * 0.11}{\pi * 0.305^2}$$

$$V = 1.5055 \text{ m/s}$$

2.7.5 Determinación del Factor de Fricción f de la Tubería de Presión.

Para determinar el factor de fricción, se debe determinar el número de Reynolds Re la rugosidad relativa S , luego se observa en el diagrama de Moody el factor de fricción f .

2.7.6 Cálculo del Número de Reynolds

Para determinar el número de Reynolds que es un parámetro dimensional con predominio de la viscosidad por lo que a mayor número de Reynolds, menor importancia de la viscosidad y se utiliza la siguiente fórmula.

$$Re = \frac{V * Di}{\gamma} \quad \text{Ec. (11)}$$

Dónde:

Re =Numero de Reynolds

γ =Viscosidad Cinemática del Agua (m^2/S)

La viscosidad cinemática del agua para una temperatura de 10°C essegún la siguiente tabla.

Tabla 4 Propiedades del Agua

	Peso Específico	Densidad	Viscosidad Dinámica	Viscosidad Cinemática
Temperatura	Γ	P	μ	γ
$^\circ\text{C}$	KN/m^3	(Kg/m^3)	(N-s/m^2)	(m^2/s)
0	9,81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9,81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9,81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9,81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}

FUENTE : www.monografias.com/trabajos90/analisis-experimental/analisis-experimental.shtml

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Remplazando los valores en la ecuación (11) se tiene:

$$Re = \frac{1.5055 * 0.305}{1.15 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 3.99284 \times 10^5$$

2.7.7 *Calculo de la Rugosidad Relativa S*

Para la determinación de la rugosidad relativa S se utiliza la ecuación (12).

$$S = \frac{K}{Di} \quad \text{Ec. (12)}$$

Dónde:

S= Rugosidad Relativa

K= Rugosidad Absoluta del Material (mm)

Tabla 5 *Rugosidad Absoluta, Para Diversos Tubos Comerciales*

Tipo de Tubo	K(mm)
Tubería de Polietileno PVC	0,003
Tubería de fibra de vidrio	0,003
Tubería de acero estirado sin costura (nuevo)	0,025
Tubería de acero estirado sin costura (ligeramente estirado)	0,250
Tubería de acero estirado sin costura (galvanizado)	0,150
Tubería de acero soldado	0,600
Tubería de hierro fundido protegido con barniz centrifugado	0,120
Tubería de Uralita	0,025
Tubería de duelas de madera	0,600
Tubería de Hormigón colado in situ/encofrado metálico	0,360

FUENTE: ESHA, European Small Hydropower Association, Guía para el Desarrollo de una Pequeña Central Hidroeléctrica, 2006

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

La rugosidad absoluta para la tubería de PVC es de **K= 0.003mm**

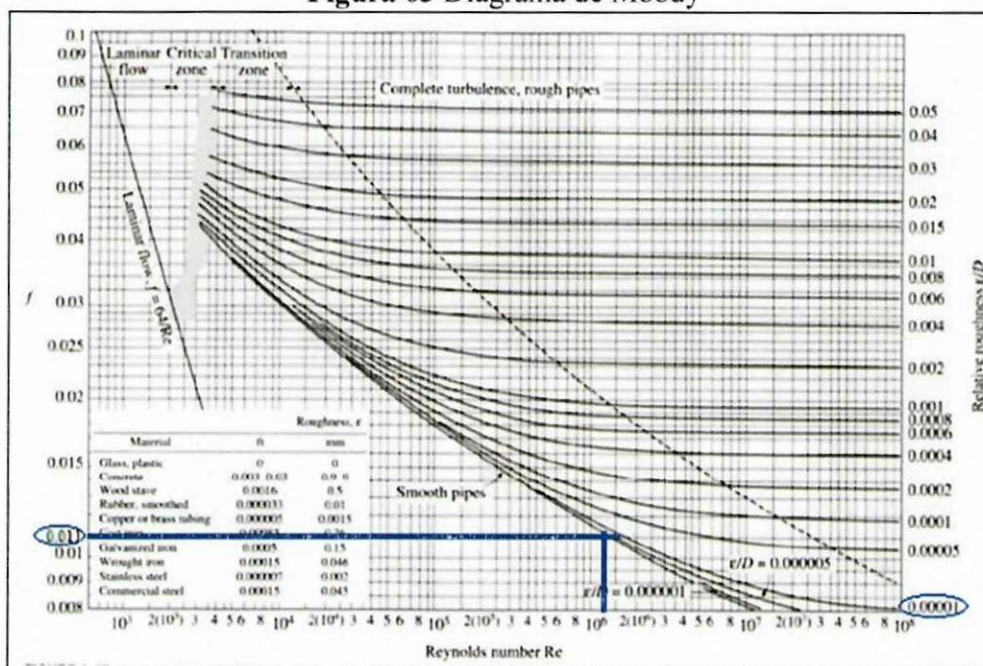
Remplazando los valores en la ecuación (12) se tiene:

$$S = \frac{0.003}{305} = 9.8360 \times 10^{-6}$$

Con la rugosidad relativa S , y el número de Reynolds Re , determinamos el factor de fricción f de la tubería de presión, en el diagrama de Moody.

Se determinó que el factor de fricción es de: $f = 0.011$

Figura 63 Diagrama de Moody



FUENTE: <http://fisica.laguia2000.com/complementos-matematicos/diagrama-de-moody>

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.7.8 Cálculo de las Pérdidas Primarias

Una vez obtenido el factor de fricción f , calculamos las pérdidas primarias mediante la ecuación (13) de Darcy Weisbach.

Dónde:

Hrp= Pérdidas primarias (m)

f= Factor de Fricción 0,011

L=Longitud de la tubería de presión 732 m.

g=Aceleración de la gravedad 9.81m/S²

V= Velocidad de circulación del agua 1.5055 m/s

Di= Diámetro interior tubería 0.305 m

Al remplazar los valores conocidos en la fórmula, se obtiene las pérdidas primarias.

$$H_{rp} = 0.011 * \frac{732 * 1.5055^2}{2 * 9.81 * 0.305}$$

$$H_{rp} = 3.0497 \text{ m}$$

2.7.9 Determinación de Pérdidas Secundarias

Para determinar las pérdidas secundarias se lo realiza mediante la siguiente ecuación (14).

$$H_{rs} = \frac{K * V^2}{2 * g} \quad \text{Ec. (14)}$$

Dónde:

Hrs= Pérdidas Secundarias (m)

K= Factor asociado a cada accesorio a utilizar.

Para el presente proyecto las pérdidas secundarias se generan en:

- Toma de carga a la entrada de la tubería de presión **K1**
- Curva 45° **K2**
- Válvula Mariposa. **K3**
- Acoplamientos **K4**

Tabla 6 Factor Asociado a Cada Accesorio

Accesorios Utilizados	Factor K
Entrada a la Tubería	2.5
Curva de 45°	0.4
Válvula Mariposa	2.9
Acoplamientos	0.04

FUENTE: Mini Central Hidroeléctrica del Monasterio

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.7.10 Perdidas en la Toma de Carga K1

Donde $K_1=2.5$

$$Hrs = \frac{2.5 * 1.5055^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrs_1 = 0.2888 \text{ m}$$

2.7.11 Perdidas en la Curva de 45° K2

Dónde $K_2= 0.4$

$$Hrs = 3 * \frac{0.4 * 1.5055^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrs_2 = 0.1386 \text{ m}$$

2.7.12 Perdidas en la Válvula Compuerta K3

Dónde $K_3= 2.9$

$$Hrs = \frac{2.9 * 1.5055^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrs_3 = 0.3350 \text{ m}$$

2.7.13 Perdidas en los Acoplamientos de la Tubería K4

Dónde $K_3= 0.04$

Numero de Acoplamientos =122



$$Hrs = 122 * \frac{0.04 * 1.5055^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrs_4 = 0.5637 \text{ m}$$

Luego se realiza la sumatoria de todas las pérdidas, a través de los accesorios implicados en la instalación mediante la ecuación (15).

$$Hrs \text{ Total} = HrsK1 + HrsK2 + HrsK3 + HrsK4 \quad \text{Ec. (15)}$$

$$Hrs \text{ Total} = 0.2888 \text{ m} + 0.1386 \text{ m} + 0.3350 \text{ m} + 0.5637 \text{ m}$$

$$Hrs = 1.3261 \text{ m}$$

Una vez que se han hallado los valores de la altura bruta y las perdidas primarias y secundarias, hallamos la altura neta utilizando la fórmula:

$$Hn = Hb - Hrp - Hrs \quad \text{Ec. (16)}$$

Remplazando los valores en la ecuación (16), queda de la siguiente forma:

$$Hn = 95 \text{ m} - 3.0497 \text{ m} - 1.3261 \text{ m}$$

$$Hn = 90.6242 \text{ m}$$

2.7.14 Calculo de la Potencia Hidráulica

Luego de encontrar la altura neta, calculamos la potencia hidráulica mediante la ecuación (17).

$$Ph = g * Q * Hn \quad (\text{Kw}) \quad \text{Ec. (17)}$$

Remplazando los valores conocidos en la ecuación (17) se tiene que:

$$Ph = 9.81 * 0.11 * 90.6242 \quad \text{Kw}$$

$$Ph = 97.792 \quad \text{Kw}$$

2.7.15 Cálculo de la Potencia de Generación

Para determinar la Potencia de Generación de la Mini Central Utilizamos la ecuación (18).

$$P = \eta_T * \eta_G * Ph \quad Kw \quad Ec. (18)$$

Dónde:

P= Potencia de Generación Kw

η_T =Rendimiento de la Turbina 0.7

η_G =Rendimiento del generador 0.96

$$P = 0.7 * 0.96 * 97.792kW$$

$$P = 65.716 Kw$$

Considerando un factor de potencia de 0.85, la potencia queda expresada de la siguiente forma:

$$P = \frac{65.716 Kw}{0.85} = 77.312 KVA$$

Análisis

Al realizar la comparación entre la potencia de generación de la Mini Central de 65.716 Kw y la potencia de demanda del Monasterio de 29.73Kw, se puede determinar que, la Mini Central de generación, si está en capacidad de suministrar la totalidad de la demanda requerida por el Monasterio, por lo tanto la factibilidad del proyecto es positiva y alentadora.

De la potencia instalada de 138 KVA, se puede utilizar 77.312 KVA, es decir un 44% de la potencia instalada no se va utilizar, debido a que no se cuenta con el caudal necesario, éste es el error de diseño original, ya que tanto las obras civiles, como los elementos electromecánicos se encuentran sobre dimensionados.

2.8 PRUEBAS TÉCNICAS DE CONDICIONES OPERATIVAS

Las pruebas de los transformadores se realizaron bajo la supervisión técnica, del Ingeniero Eléctrico Danilo Martínez, experto en pruebas de transformadores y el Laboratorio de Pruebas de Transformadores de la EEASA.

2.8.1 Resistencia de Aislamiento del Estator del Generador

Tabla 7 Meggar el Estator del Generador CC500V

<i>Fase</i>	<i>CC500 V</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Megger (MΩ)</i>
R	Pulsaciones	1 Minuto	19,17
S	Pulsaciones	1 Minuto	19,5
T	Pulsaciones	1 Minuto	20

Todo el conjunto en corto circuito a la Y, en 1 minuto 19.3MΩ

FUENTE: Casa de Máquinas de la Mini Central

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 8 Meggar el Estator del Generador CC1000V

<i>Fase</i>	<i>CC1000V</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Megger (MΩ)</i>
R	Pulsaciones	1 Minuto	17,9
S	Pulsaciones	1 Minuto	18
T	Pulsaciones	1 Minuto	18,2

Todo el conjunto en corto circuito a la Y, en 1 minuto 17.7MΩ

FUENTE: Casa de Máquinas de la Mini Central

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.8.2 Relación de Transformación del Trafo Elevador 112.5 KVA

Para la medición de la relación de transformación se lo realizo mediante la Norma CEI/IEC 76-1: 1993.NTE INEM-2117.

Tabla 9 Grupo Dy5 Transformador Elevador Ecuatran 112.5 KVA

	<i>Posición</i>	<i>Voltaje</i>	<i>Fase U</i>	<i>Fase V</i>	<i>Fase W</i>
2,50%	1	4368	5,7211	5,7207	5,7209
2,50%	2	4264	5,5809	5,5805	5,5810
Nominal	3	4160	5,4610	5,4606	5,4610
-2,50%	4	4056	5,3209	5,3206	5,3209
-2,50%	5	3952	5,1810	5,1807	5,1809

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 10 Relación de Transformación del Trafo Elevador 112.5 KVA

POS	Qc	0.5% Fase U	0.5% Fase V	0.5% Fase W
1	5,732	-0,18207	-0,18907	-0,18557
2	5,595	-0,25357	-0,26076	-0,25178
3	5,459	0,04419	0,03687	0,04419
4	5,322	-0,02297	-0,02861	-0,02297
5	5,186	-0,08990	-0,09569	-0,09183

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
 AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Resultados

- $Qc = (Vp/Vs * 1,73205)$
- Voltaje Primario = 4160 V
- Voltaje Secundario 440 V
- $E\% = ((Qm - Qc) / Qm) * 100\%$
- Error menor o igual a 0,5%

2.8.3 Resistencia de Aislamiento del Transformador 112.5 KVA

Se toma un voltaje inferior al nivel del equipo a probar en este caso 2500V, NTE - INEM 2119.

Tabla 11 Resistencia de Aislamiento Trafo Elevador 112.5 KVA

Tiempo	MT - BT (GΩ)	MT-T (GΩ)	BT - T (MΩ)
15 s	19,1	5,550	354
30 s	42,4	6,6	366
45 s	59,5	7,35	390
60 s	71	7,65	432
I de Absorción	1,674528302	1,159	1,1803
	Bueno	Cuestionable	Cuestionable

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
 AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 12 Condiciones de Aislamiento Trafo Elevador 112.5 KVA

Condiciones de Aislamiento	I de Absorción
Pobre	0
Cuestionable	1,0 - 1,25
Bueno	1,4 - 1,6
Excelente	Más de 1,6
2500 V 18°C	-

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Resultados

- Índice de Absorción = Medición 60 s / Medición 30 s
- Índice de Polarización: Mayor a 310 MΩ
- El papel aislante de la parte activa está deteriorado
- Índice Mínimo en 5 Kv es 135 MΩ
- Se recomienda un control periódico, para evaluar su comportamiento.

2.8.4 Relación de Transformación Grupo -YZI Trafo Reductor AEG.

La prueba DTR es la relación de las bobinas primarias con las secundarias según la norma CEI/IEC 76-1:1993, NTE INEN 2117.

Tabla 13 Relación de Transformación del Grupo YZI Trafo. AEG Reductor

	POS	VOLTAJE	FASE U	FASE V	FASE W
Nominal	1	4161,2	34,320	34,327	34,35
-6,69%	2	3900	32,167	32,164	32,163
-6,69%	3	3666	30,014	30,012	30,01

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 14 Condiciones de Aislamiento del Grupo YZI Trafo. AEG Reductor

POS	Qc	0.5% Fase U	0.5% Fase V	0.5% Fase W
1	34,321	-0,00286	0,01753	-0,08447
2	32,167	0,00111	-0,00822	0,01133
3	30,237	-0,74180	-0,74851	0,75523

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Resultados

- Relación calculada: $Q_c = (V_{p.1, 73})/V_s$
- Voltaje Primario: 4161.2 V
- Voltaje Secundario: 210
- $E\% = ((Q_m - Q_c)/Q_m) * 100\%$
- Error menor o igual a 0,5%
- El transformador se encuentra en buen estado

2.8.5 Resistencia de Aislamiento Grupo-YZ1 Trafo Reductor AEG.

Se toma un voltaje inferior al nivel del equipo a probar en este caso 2500V, NTE INEM 2119.

Tabla 15 Resistencia de Aislamiento del Grupo YZ1 Trafo AEG Reductor

Tiempo	MT - BT (GΩ)	MT-T (GΩ)	BT - T (MΩ)
15 s	5	10,400	520
30 s	6	11	610
45 s	6,7	11,3	660
60 s	7,05	11,7	705
I de Absorción	1,175	1,064	1,1557
	Cuestionable	Cuestionable	Bueno

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
 AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 16 Condiciones de Aislamiento Trafo Reductor AEG

Cond. de Aislamiento	I de Absorción
Pobre	0
Cuestionable	1,0 - 1,25
Bueno	1,4 - 1,6
Excelente	Más de 1,6
2500 V 18°C	

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
 AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Resultados

- Índice de Absorción = Medición 60 s / Medición 30 s
- Índice de Polarización: Mayor a 310 MΩ
- El papel aislante de la parte activa está deteriorado
- Índice Mínimo en 5 Kv es 135 MΩ
- Se recomienda un control periódico, para evaluar su comportamiento.

2.8.6 Muestras de Aceite de los Transformadores

Se comprobó la rigidez dieléctrica, que es la capacidad de soportar cierta cantidad de voltaje. Las pruebas se las realizaron en los laboratorios de la EEASA, a cargo del Ing. Danilo Martínez con los siguientes materiales e instrumentos.

1. Medidor de rigidez dieléctrica, megger, Foster, OTS, 60RB, oil-dielectric test set.
2. Muestras recolectadas de los transformadores, superiores a 500 Cc. o ml.
3. Termómetro digital.

2.8.7 Transformador Elevador (T1)

- Limpiar el recipiente de vidrio
- Colocar un poco de aceite para evitar contaminación y botar.
- Extraer los 500 Cc. de aceite usado en el recipiente.
- En el software del medidor seleccionar ASTM D1816-84A, que es para aceites usados, estipulado por la Norma Técnica Ecuatoriana, 2133.
- Calibrar la separación del electrodo semiesférico, en 2 mm.
- Introducir el recipiente de vidrio con los 500 Cc. de aceite usado del transformador 1, en este espacio hay una papela que agita al aceite.
- En la pantalla del medidor se puede observar las 5 mediciones, la promedio y desviación estándar.
- Estado de operación si va a cumplir el aislamiento, va a aislarse al voltaje que se requiere.

1. 28 KV
 2. 34KV
 3. 35KV
 4. 38KV
 5. 29KV
- Promedio = 33KV
 S= 4,207
 S/ X =0,128

➤ Temperatura de 18, 6 °C, que se midió en el aceite con el termómetro digital.

2.8.8 Transformador Reductor (T2)

Igual procedimiento que el anterior.

1. 23 KV
 2. 23KV
 3. 29KV
 4. 23KV
 5. 32KV
- Promedio = 26KV
 S = 4,207
 S /X = 0,128

Temperatura de 19, 2 °C, que se midió en el aceite con el termómetro digital.

La capacidad de aislamiento del aceite de los transformadores se encuentra en un nivel aceptable, y no es necesario realizar cambios de aceite.

2.9 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL GRUPO GENERADOR

2.9.1 Características del Generador de 6 Polos Salientes

Tabla 17 Características del Generador

Características Generador	
Voltaje	400V
Corriente	200 A
Tipo	DGK 6/115
COS ϕ	0,8
Velocidad	1200 Rpm
Velocidad de Embalamiento	2160
Excitación CC	69 V A=21 A =1200W

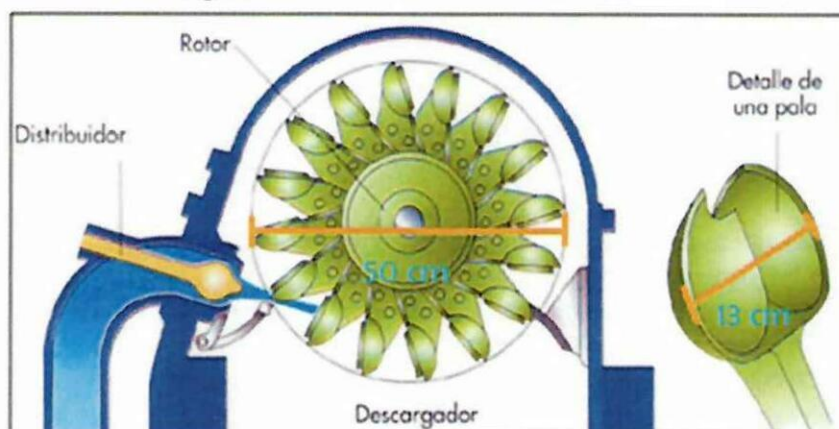
FUENTE: Casa de Máquinas de la Mini Central

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.9.2 Características de la Turbina Pelton

La turbina Pelton cuenta con 2 inyectores de aguja instalados, a 90° en forma Vertical y horizontal posee 14 canchilones o cucharas, cuyo diámetro es de 13 cm y el diámetro del rodete es de 50 cm.

Figura 64 Detalle de la Turbina Pelton



FUENTE: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES

2.10.1 Transformador Trifásico Elevador de 112.5 KVA

Tabla 18 Características Transformador Trifásico Elevador

Características del Transformador Elevador	
Marca	ECUATRAN
Potencia Nominal	112.5 KVA
Baja Tensión	4160 V
Alta Tensión	440 V
Grupo Conexión	Dy5
Año	2001

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.10.2 Transformador Trifásico Reductor CT1

Tabla 19 Características Transformador Trifásico Reductor CT1

Características del Transformador Reductor	
Potencia Nominal:	60 KVA
Tensión Nominal	<ul style="list-style-type: none">● Posición 1= 4160V● Posición 2 = 3900 V (Tensión de Entrada)● Posición 3 = 3640 V
Tensión Salida:	210 V
Grupo Conexión:	Yz1
Año	1969

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.10.3 Transformador Trifásico (Reductor) CT2

Tabla 20 Características Transformador Trifásico Reductor CT2

Características del Transformador Reductor	
Potencia Nominal:	24 KVA
Tensión Nominal	<ul style="list-style-type: none">● Posición 1 = 4160 V● Posición 2 = 3900 V (Tensión Entrada)● Posición 3 = 3640 V
Tensión Salida:	(Posición2) 210-121V
Grupo Conexión:	Yz5
Año	1962

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.10.4 Transformador Trifásico (Reductor) CT3 ELEPCO

Tabla 21 Características Transformador Trifásico Reductor CT3

Características del Transformador Reductor	
Potencia Nominal:	45 KVA
Tensión Nominal	13.8 KV
Tensión Salida:	210-121V
Grupo Conexión:	-
Año	1961

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.10.5 Transformador Monofásico (Reductor) CT4 ELEPCO

Tabla 22 Características Transformador Trifásico Reductor CT4

Características del Transformador Reductor	
Potencia Nominal:	10 KVA
Tensión Nominal	13.8 KV
Tensión Salida:	13.8 KV
Grupo Conexión:	-
Año	1960

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.10.6 Transformador Trifásico (Reductor) CT5 ELEPCO

Tabla 23 Características Transformador Trifásico Reductor CT5

Características del Transformador Reductor	
Potencia Nominal:	30 KVA
Tensión Nominal	13.8 KV
Tensión Salida:	210-121V
Grupo Conexión:	-
Año	1965

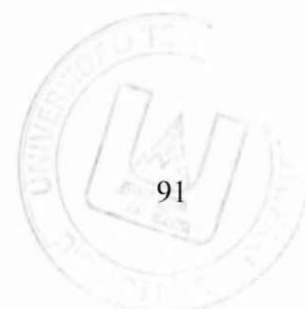
FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.10.7 Transformador Trifásico (Reductor) CT6

Tabla 24 Características Transformador Trifásico Reductor CT6

Características del Transformador Reductor	
Marca	AEG
Potencia Nominal:	36 KVA
Tensión Nominal	<ul style="list-style-type: none">● Posición 1 = 4160● Posición 2 = 3900 (Tensión de Entrada)● Posición 3 = 3640
Tensión Salida:	(posición 2) 210-120 V
Grupo Conexión:	Yz5
Año	1964

FUENTE: Sistema de Distribución de la Mini Central
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL



2.11 DISEÑO METODOLÓGICO

2.11.1 Modalidad Básica Experimental.

El desarrollo de este proyecto de investigación se realizó mediante una metodología fundamentada en una investigación aplicada, descriptiva y de campo; que emplea los métodos científicos, inductivo, deductivo, aliados con técnicas de recolección de información tales como: la observación, la encuesta, y la lectura comprensiva dirigidas a un universo específico.

2.11.2 Métodos de Investigación

2.11.3 Método Inductivo

Se aplicó este método, ya que permite observar el estado en el que se encuentra la Mini Central Hidroeléctrica y en base a esa recopilación de datos, poder emitir una solución para el mejoramiento de la misma

2.11.4 Método Deductivo

Se utilizó con el propósito de analizar algunas destrezas, que permitieron encontrar perfeccionamientos en la Mini Central, utilizando la observación y la lógica, mediante el análisis de la situación actual de la misma.

2.11.5 Tipos de Investigación

2.11.6 Investigación Aplicada

Se utilizó este tipo de investigación, ya que se aplicó en la práctica los conocimientos adquiridos durante el periodo de preparación universitaria, resolviendo así con prontitud y eficiencia el problema planteado, al inicio de ésta investigación.

2.11.7 Investigación Descriptiva

Se utilizó este tipo de investigación, ya que nos permite utilizar varios instrumentos de investigación, necesarios como la entrevista, la misma que nos permitirá mejorar la hipótesis, la cual servirá como una posible solución al problema planteado.

2.11.8 Investigación de Campo

Se utilizó este tipo de investigación ya que se observó en el lugar en donde se genera el problema para encontrar la solución con mayor facilidad, se indagó el estado actual de la Mini Central y se detalla en el presente proyecto.

2.11.9 Técnicas de Investigación

2.11.10 La Observación

La observación fue estrictamente minuciosa, para registrar las condiciones en las que se desarrolla nuestra investigación, para de esta manera observar de forma real el estado en el que se encuentra la Mini Central y las herramientas y equipos existentes, los mismos que fueron utilizados en nuestra investigación.

2.11.11 La Encuesta

Se aplicó esta técnica con la finalidad de recopilar la información de las personas que habitan en el Monasterio, y conocen la realidad sobre la Mini Central Hidroeléctrica, con la información que se obtuvo y el análisis correspondiente a cada pregunta se podrá demostrar la hipótesis planteada al inicio de esta la investigación.

2.11.12 El Análisis de Documentos

Se aplicó esta técnica para adquirir conocimientos de libros, revistas, folletos, catálogos Tablas técnicas, para analizar conceptos, definiciones inherentes al tema

planteado y proporcionar las posibles soluciones al problema del presente proyecto investigativo.

2.12 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la presente investigación se ha seleccionado como universo al personal que trabaja en el Monasterio Santa María del Paraíso, en este caso son 14 monjes cistercienses los cuales son la muestra confiable, a los mismos que se les pedirá que respondan un cuestionario de 5 preguntas que servirán como directrices para el presente proyecto, como la población de 14 personas no supera las 200 personas, se realiza la encuesta al 100% de la población.

2.12.1 Operacionalización de Variables

Tabla 25 Variables del Proyecto

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS
¿La puesta en marcha de la Mini Central Hidroeléctrica del Monasterio Santa María del Paraíso, permitirá reducir la energía consumida desde la red de la empresa distribuidora ELEPCO S.A de una forma técnica y económica?	Variable I. La puesta en marcha de la Mini Central Hidroeléctrica del Monasterio Santa María del Paraíso	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Medición del caudal. ➤ Levantamiento planimétrico del SEP. ➤ Resistencia de aislamiento del generador. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Método por Aforo. ➤ Diseño en Auto-CAD ➤ Planos y Diagramas. ➤ Mediciones y Pruebas (Megger, Multímetro)
	Variable D. Permitirá reducir la energía consumida desde la red de la empresa distribuidora ELEPCO S.A de una forma técnica y económica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estudio de la demanda de la energía en el Monasterio. ➤ Determinación de la Potencia Total de la Mini Central. ➤ Análisis Financiero 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Censo de Carga. ➤ Cálculos y estimaciones. ➤ Tablas de Costos, TIR, VAN

FUENTE: Anteproyecto de Tesis
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.13 ANÁLISIS POR PREGUNTA DE LA ENCUESTA REALIZADA

2.13.1 Propósito de la Encuesta

El propósito de ésta encuesta es con la finalidad de evaluar, algunos parámetros, que sirven como directrices para la presente investigación como son: el tiempo que va a permanecer encendida la Mini central en un día, si las personas encuestadas están de acuerdo en que se reutilice la infraestructura abandonada hace 10 años, si existe la disposición de invertir en el presente proyecto y los beneficios que tiene el Monasterio al ejecutar el proyecto.

Ésta encuesta se realizó una sola vez y está dirigida a una población de 14 personas que realizan sus actividades en el Monasterio, Santa María del Paraíso.

Con la tabulación del resultado de las preguntas se realizó una gráfica de pastel en el programa Excel en cada pregunta, que permite observar el porcentaje de aceptación, que tiene la población encuestada, logrando analizar e interpretar de una mejor manera los resultados obtenidos de éste instrumento de investigación.

2.13.2 Análisis de la Pregunta 1

Pregunta No 1 ¿Esta Ud. de acuerdo que el tiempo de operación diaria de la Mini Central sea en el horario de 7:00 am a 5:00 pm?

Tabla 26 Análisis de la Pregunta N° 1

PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
1	13	1	14
%	93 %	7%	100 %

FUENTE: Personal que Labora en el Monasterio.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 65 Representación Pregunta 1



FUENTE: Personal que labora en el Monasterio.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Análisis.- En la pregunta uno el grupo de investigación encontró que el 93% de los encuestados está de acuerdo que el funcionamiento de la Mini Central sea en el horario indicado y el 7% afirma que no.

Interpretación.- Se puede notar que la mayor parte de los encuestados asegura que el funcionamiento la Mini Central debe ser 10 horas diarias, en cambio algunos aseguran no concuerdan con los anteriores.

2.13.3 Análisis de la Pregunta 2

Pregunta No 2: Considera que sería una buena opción utilizar la Mini central abandonada hace 10 años para reducir el costo del consumo de energía desde la Empresa Eléctrica ?

Tabla 27 Análisis de la Pregunta N° 2

PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
2	12	2	14
%	86%	14%	100 %

FUENTE: Personal que Labora en el Monasterio.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 66 Representación Pregunta 2



FUENTE: Personal que Labora en el Monasterio.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Análisis.- Como se puede observar en la gráfica de los 14 trabajadores que laboran en el Monasterio el 86 % consideran que sería una buena opción utilizar la Mini Central abandonada hace 10 años, mientras que el 14% de ellos afirman lo contrario.

Interpretación.- Al utilizar la Mini central hidroeléctrica abandonada, se puede decir que el Monasterio, podrá recuperar el capital invertido en el diseño, construcción y montaje de la Mini Central realizado hace 10 años, así como también aprovechar la energía producida por la misma.

2.13.4 Análisis de la Pregunta 3

Pregunta No 3 ¿Existe la disposición de invertir en el presente proyecto para poner en funcionamiento la Mini Central?

Tabla 28 Análisis de la Pregunta N° 3

PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
3	14	0	14
%	100 %	0%	100 %

FUENTE: Personal que Labora en el Monasterio.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 67 Representación Pregunta 3



FUENTE: Personal que Labora en el Monasterio.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Análisis.- Como se puede observar en la gráfica estadística, el 100% de los trabajadores encuestados afirma que si existe la disposición de invertir en el proyecto de la Puesta en Marcha de la Mini Central.

Interpretación.- Es fundamental para el Monasterio poner en funcionamiento la central, ya que le permite tener una fuente de energía eléctrica, propia y autónoma y a la vez gozar de la energía que proporciona la empresa eléctrica.

Es decir que el Monasterio Puede utilizar la energía de la red o a su vez la energía de la ELEPCO.SA.

2.13.5 Análisis de la Pregunta 4

Pregunta No 4 ¿Está Usted de acuerdo en que se reutilice la infraestructura de la Mini central existente?

Tabla 29 Análisis de la Pregunta N° 4

PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
4	12	2	14
%	86%	14 %	100 %

FUENTE: Personal que Labora en el Monasterio.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 68 Representación Pregunta 4



FUENTE: Personal que labora en el Monasterio.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Análisis.- Como se observa en la gráfica estadística se puede analizar que un 86% de los encuestados afirman que si están de acuerdo en que se utilice la infraestructura existente, mientras que un 14% no concuerda con los anteriores

Interpretación.- Al reutilizar los implementos de la central como son el grupo generador, transformadores, líneas, elementos de protección, control y medida, se está ayudando al Monasterio a optimizar gastos innecesarios que podrían darse en el caso de que no se utilizara la infraestructura existente.

2.13.6 Análisis de la Pregunta 5

Pregunta No 5: ¿Considera Usted que al poner en funcionamiento la Mini Central Hidroeléctrica, la energía que produzca ésta beneficiará al Monasterio?

Tabla 30 Análisis de la Pregunta N° 5

PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
5	13	1	14
%	93 %	7%	100 %

FUENTE: Personal que labora en el Monasterio.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 69 Representación Pregunta 5



FUENTE: Personal que labora en el Monasterio.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Análisis.- De la presente pregunta realizada a los señores encuestados se puede determinar que el 93% afirma que la energía producida por la Mini Central beneficia al Monasterio, sin embargo un 7 % de los encuestados no concuerdan con los anteriores.

Interpretación.-El Monasterio Santa María del Paraíso, tiene la necesidad de contar con una Mini Central de generación que brinde el servicio energético adecuado, reduciendo el valor del consumo eléctrico, y mejorando la calidad de vida del mismo.

2.14 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La presente investigación se realizó en base a la siguiente hipótesis ¿La puesta en marcha de la Mini Central Hidroeléctrica del Monasterio Santa María del Paraíso, permitirá reducir la energía consumida desde la red de la empresa distribuidora ELEPCO S.A de una forma técnica y económica?

A continuación se realiza la argumentación para comprobar la misma. Al realizar el análisis de la situación actual de la Mini Central se evaluó el estado de funcionamiento de todos los componentes de la Mini Central, éste nos permitió analizar y ejecutar las acciones correctivas necesarias, las mismas que se detallan en el capítulo tres, los cálculos del caudal, demanda energética y potencia de generación, nos permitieron comprobar los parámetros con los cuales la Mini Central trabajará, mediante pruebas técnicas realizadas al grupo generador y a los transformadores se determinó las condiciones operativas de estos elementos, los porcentajes de funcionamiento se encuentran dentro de los niveles aceptables, finalmente con una encuesta de 5 preguntas relacionadas con el tema del presente proyecto, aplicada a 14 personas que trabajan en el Monasterio, se pudo determinar que existen los medios y recursos necesarios para aceptar la hipótesis planteada al inicio de la presente investigación.

Con un caudal de 110 lt/Seg, se genera 77.312 KVA, los mismos que son suficientes para abastecer la demanda total del Monasterio que es 31.44 KVA

CAPITULO III

3 PROPUESTA

3.1 Presentación de la Propuesta

3.2 Tema de Investigación

Puesta en Marcha de la Mini Central Hidroeléctrica del Monasterio Santa María del Paraíso, de la Ciudad de Salcedo, Mediante el Análisis de su Situación Actual.

3.3 Introducción

La energía hidráulica se basa en aprovechar la caída del agua desde cierta altura. La energía potencial, durante la caída, se convierte en cinética. El agua pasa por la turbina Pelton a gran velocidad, provocando un movimiento de rotación que finalmente la energía mecánica, se transforma en energía eléctrica por medio del generador y una vez utilizada, es devuelta a su cauce normal.

En el presente capítulo se presenta un análisis detallado de los costos del proyecto con la finalidad de saber si el proyecto es rentable, se realiza el desarrollo de la puesta en marcha del sistema, detallando paso a paso los procesos de implementación y mantenimiento, tanto de la obra civil como del grupo generador, se describen las pruebas del generador y transformadores (elevador y reductor) que se realizan en el laboratorio, con los parámetros de aceptación estipulados.

Se tiene una caída importante de 95 metros, utilizando una turbina de tipo Pelton de 14 alabes o cucharas con un diámetro de 50 cm, se cuenta con un caudal fundamental de $11 \text{ m}^3/\text{s}$, con lo cual se pretende generar electricidad para el servicio del Monasterio.

3.4 Justificación de la Propuesta.

Para el Monasterio Santa María del Paraíso, es indispensable contar con una Mini Central Hidroeléctrica, la misma que debe estar en condiciones de normal funcionamiento y brindando el servicio correspondiente de generación.

Sin embargo, esta central se encuentra paralizada desde hace diez años y su sistema de control es completamente mecánico, un operario debe estar regulando los parámetros eléctricos a cada momento, produciendo caídas y elevaciones de tensión y como consecuencia se queman los dispositivos y electrodomésticos instalados en el Monasterio.

Es entonces necesario, que se realice la actualización de algunos de los equipos, para la puesta en marcha de la Mini Central.

De esta manera pretendemos aportar con éste proyecto, para abastecer de energía eléctrica al Monasterio aprovechando la infraestructura existente de la Mini Central y el caudal que dispone actualmente.

En la actualidad el costo del consumo eléctrico del Monasterio Santa María del Paraíso es de \$200 dólares mensuales, valor que con el presente proyecto los postulantes pretendemos disminuir, al utilizar una fuente de energía renovable como es el recurso hídrico.

Se utilizará la infraestructura existente e instalada hace 12 años, como son: la boca toma, los desarenadores, la tubería que va desde la captación hasta la casa de máquinas, que son exactamente 95 metros de altura, el grupo generador, la red para la distribución de energía eléctrica en Media y baja tensión, los transformadores trifásicos instalados y el caudal con el que cuenta actualmente el Monasterio.

Por lo expuesto anteriormente y tomando en cuenta que el mercado nacional, permite adquirir todos los equipos necesarios para la Puesta en marcha de la Mini Central, es viable realizar el presente proyecto.

3.5 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

3.5.1 *Objetivo general*

- Brindar un servicio energético de calidad, confiable y continuo al Monasterio Santa María del Paraíso, mediante la Puesta en Marcha de la Mini Central, para disminuir el costo del consumo eléctrico.

3.5.2 *Objetivos específicos*

- Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo, con el propósito de resolver los diferentes inconvenientes y fallas encontrados, para garantizar un servicio eficiente y continuo en su funcionamiento.
- Realizar Pruebas de funcionamiento y ajustes necesarios de cada una de las partes que constituyen el grupo generador y el arreglo de las obras civiles, mediante la observación de algún tipo de inconveniente o anomalía que se presente luego del mantenimiento, garantizando la confiabilidad y seguridad al momento de poner en funcionamiento la Mini Central.

3.6 ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

3.6.1 Costos Directos del Proyecto

Tabla 31 Costos Según Factura Monasterio

FACTURA	DESCRIPCIÓN	COSTO (USD)
12/01/2014	Comercial Soria	1,9
20/01/2014	Ferretería Mario Bricetto y hna.	13,7
20/01/2014	Ferretería Domínguez	8,47
20/01/2014	Ferrocetro C. Ltda.	13,65
28/01/2014	Ferretería Domínguez	41,09
31/05/2014	Ferretería Inte	3,6
01/02/2014	Servirepuestos JV	5
13/02/2014	Comercial Figueroa	3
08/04/2014	Demaco	10
16/04/2014	Ferretería	3,8
14/04/2014	Construcciones Cia. Ltda.	817,6
21/04/2014	Comercial Soria	3,2
02/05/2014	Columbus	20
06/05/2014	Comercial Soria	20,03
06/05/2014	CAT	10,7
06/05/2014	KIWI	17,37
07/05/2014	Ferretería soluciones	6,37
22/05/2014	El resorte Automotriz	3
23/05/2014	Comercial Soria	5,6
03/06/2014	INACEL (QUITO)	584,4
03/06/2014	COMIDA (QUITO)	27,9
25/06/2014	MATELEC	24
27/06/2014	PROCOINEEC	15,9
27/06/2014	APARATOS ELECTRICOS	6
03/07/2014	Constructores Cia. Ltda.	168
08/07/2014	Botiquín	18,62
02/07/2014	Terminales y pilas	1,55
10/07/2014	PROVELEC	0,6
10/07/2014	PROVELEC	11,61
	SUBTOTAL	1866,66

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 32 Costos Materiales Monasterio

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO (USD)
1	Varios	20
2	Gasolina, Diesel, grasa	20
3	Comida Ing., Miguel y yo	15
4	imprevistos	10
5	Varios	20
6	Gasolina, guaipe	15
7	Cabos	9,59
8	Traslados	10
9	Varios	20
10	Gasolina, Diesel, grasa	20
11	Acople de los Gibault, de la tubería	80
12	10 puntas terminales	2
13	Pilas y puntas terminales	3,5
14	Costo de Alquiler Grúa (200*3)	600
15	Pago de linieros	90
16	Comida (linieros)	15
17	Aceite dieléctrico 2 galones	60
18	Comida (Ing. Para Pruebas de Trafos)	30
19	Gasolinas, pernos y guaipe	10
20	Varios	20
21	Cinta 13	25
22	Cinta 23	11,65
23	Cinta 33	5,39
24	6 metros TTU (6m*7,75USD)	46,5
25	alambre # 12 (25m*0,60)	15
26	alambre # 14 (25m*0,40)	10
27	Amarras plásticas de grandes	17
28	Amarras plásticas medianas	9
29	Desengrasante para transformadores 1 gal.	25
30	Gasolina, guaipe, Varios	25
31	Mecánica (Abrazaderas, etc.)	20
32	Varias Puntas terminales	6
33	Pintura, brocha y tiñer	15,50
34	Gastos Septiembre	150
35	Gastos Diciembre	3001,6
36	Estaño, conectores	10
	SUBTOTAL	4462,73

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 33 Resumen de Costos Directos

Detalle	Sub total (USD)
Costos según factura monasterio	1866,66
Costos materiales monasterio	4462,73
Sub Total	6329,39

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.6.2 Costos Indirectos del Proyecto

Tabla 34 Costos Indirectos

Detalle	Sub total (USD)
Transporte	250,00
Costo Ingenieril	1000,00
Imprevistos	200,00
Sub Total	1450,00

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

En la siguiente tabla se detalla el costo total, de la Puesta en Marcha de la Mini Central. Incluye costos de materiales, mano de obra, transporte.

Tabla 35 Costos Totales

Detalle	Sub total
Costos Directos	\$6329,39
Costos Indirectos	\$1450,00
Total Costos	\$7779,39

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.6.3 Financiamiento de la Puesta en Marcha de la M.C.H.

Los costos de la puesta en marcha de la Mini Central Santa María del Paraíso, fueron cancelados en su totalidad, por el Monasterio Santa María del Paraíso, y su digno representante legal, el Superior, Padre Jesús Penalva.

3.6.4 Depreciación de la Mini Central

Para determinar la depreciación de la Mini Central se basó en la depreciación lineal, la misma que menciona que el bien pierde su valor anualmente, a partir del valor inicial, desde el año de instalación, hasta llegar su valor a cero, en último año de vida útil de la Mini Central.

La vida útil para la mini central hidroeléctrica, se considera de 20 años, a partir de la puesta en marcha de la misma.

El valor Residual se determina, mediante la ecuación (19).

$$VR_n = V_i - V_i * \frac{(n)}{N} \quad \text{Ec. (19)}$$

Dónde:

VR_n =Valor residual en el año n, en USD.

V= Valor de la puesta en marcha, en el año de su instalación, en USD.

N=Tiempo de Vida útil del bien, en años 20

n= Tiempo de uso del bien en el proyecto, en años. 15

3.6.5 Valor Residual de la Mini Central

$$VR_{15} = 7779,39 - 7779,39 * \frac{(15)}{20}$$

$$VR_{15} = \$ 1944,84$$

Tabla 36 Ingresos Por Consumo de Energía Anuales

CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL	
Energía consumida en un mes (Kw/h)	1975
Producción anual de Energía (Kw/h)	23700
Costo del Kw/h Vigente	0.081
Ingresos por consumo de energía anuales	\$1919.7

FUENTE: Planilla de Consumo Eléctrico del Monasterio

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.6.6 Flujo de Caja

Se determina el flujo de caja utilizando el valor anual de la energía, para en el último año sumar el valor residual de la Mini Central obteniendo los beneficios esperados.

Los costos de la Mini Central están distribuidos en la inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento obteniendo anualmente el flujo de caja mediante la diferencia entre costos y beneficios.

Tabla 37 Flujo de Caja Anual de la Puesta en Marcha MCH.

FLUJO DE CAJA							
Año	BENEFICIOS			COSTOS			
	Valor Energía	Valor Residual	Beneficio Total	Inversión	Operación y Mant.	Costo Total	Flujo de Caja
0	0	0	0	7779,39	0	7779,39	7779,39
1	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
2	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
3	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
4	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
5	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
6	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
7	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
8	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
9	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
10	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
11	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
12	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
13	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
14	1919,7	0	1919,7		150	150	1769,7
15	1919,7	\$1944,84	\$3864,54		150	150	\$3714,54

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.6.7 Relación Beneficio Costo (B/C)

Si este resultado es mayor que 1, significa que para la tasas de descuento i , los beneficios son mayores que los costos, y si es menor los costos son mayores que los beneficios.

La regla señala que debe realizarse el proyecto sólo si la relación de beneficios a costos es mayor que la unidad.

Para determinar la relación de Beneficio Costo se realiza mediante la ecuación (20).

$$R_{B-c} = \frac{\text{Valor Actual Total de Beneficios}}{\text{Valor Actual Total de Costos}} \quad \text{Ec. (20)}$$

En la tabla se muestran los beneficios y costos durante la vida útil de la Mini Central, para una tasa de descuento vigente desde diciembre del 2012 de $i=10\%$, Para determinar el factor de valor actual observamos en la tabla el factor de valor actual para cada año, con una tasa de descuento de 10% (Ver Anexo 6 Tabla 47 Factor del Valor actual).

Tabla 38 Beneficios y Costos Totales

Año	BENEFICIOS			COSTOS		
	Beneficio	Factor Valor Actual	Beneficio Actualizado	Costo	Factor Valor Actual	Costo Actualizado
1	1919,7	0,9091	1745,20	7779,39	0,9091	7072,24
2	1919,7	0,8265	1586,63	150	0,8265	123,98
3	1919,7	0,7513	1442,27	150	0,7513	112,70
4	1919,7	0,6830	1311,16	150	0,6830	102,45
5	1919,7	0,6209	1191,94	150	0,6209	93,14
6	1919,7	0,5646	1083,86	150	0,5646	84,69
7	1919,7	0,5132	985,19	150	0,5132	76,98
8	1919,7	0,4665	895,54	150	0,4665	69,98
9	1919,7	0,4241	814,14	150	0,4241	63,62
10	1919,7	0,3856	740,24	150	0,3856	57,84
11	1919,7	0,3505	672,85	150	0,3505	52,58
12	1919,7	0,3186	611,62	150	0,3186	47,79
13	1919,7	0,2897	556,14	150	0,2897	43,46
14	1919,7	0,2633	505,46	150	0,2633	39,50
15	3864,54	0,2394	925,17	150	0,2394	35,91
Beneficio Total			\$15067,41	Costos Totales		\$8076,82

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Remplazando los valores de beneficio y costo de la Mini Central en la ecuación (20) se tiene:

$$R_{B-C} = \frac{15067,41}{8076,82}$$

$$R_{B-C} = 1,86$$

Interpretación

Si $B/C > 1$ el proyecto es rentable. Como la relación Beneficio/Costo es mayor que la unidad, el proyecto de puesta en marcha de la Mini Central es rentable, y se recuperará la inversión durante los primeros años de servicio de la misma.

3.6.8 Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Es la diferencia de la suma total de los beneficios actualizados, menos la suma total de los costos actualizados, a una misma tasa de descuento (i). Es decir que el VAN, actualiza a una misma tasa de descuento i los flujos de caja, para nuestro proyecto, se determina mediante el programa Excel como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 39 Valor Actual Neto (VAN)

Tabla valor actual Neto (VAN)			
N°	FNE	$(1+i)^n$	$FNE/(1+i)^n$
0	-7779,39	0	-7779,39
1	1769,7	1,10	1608,82
2	1769,7	1,21	1462,56
3	1769,7	1,33	1329,60
4	1769,7	1,46	1208,73
5	1769,7	1,61	1098,84
6	1769,7	1,77	998,95
7	1769,7	1,95	908,14
8	1769,7	2,14	825,58
9	1769,7	2,36	750,53
10	1769,7	2,59	682,30
11	1769,7	2,85	620,27
12	1769,7	3,14	563,88
13	1769,7	3,45	512,62
14	1769,7	3,80	466,02
15	3714,54	4,18	889,23
TOTAL VAN			\$6146,668

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio
 AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL



Interpretación

Existen algunas formas para obtener el valor actual neto, en este caso lo realizamos mediante una tabla en Excel y se puede observar que el valor actual neto es positivo, esto quiere decir que es favorable para el proyecto, por lo tanto el proyecto es viable.

3.6.9 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para determinar el TIR, se construye una tabla en Excel, con el número de años, y los flujos netos de efectivo, luego se procede a realizar el cálculo, del TIR mediante una tabla construida en base a las diferentes tasas de descuento y los flujos netos de efectivo, obteniendo así el TIR.

Tabla 40 Flujos Netos de Efectivo

AÑOS	FNE (\$)
0	-7779,39
1	1769,7
2	1769,7
3	1769,7
4	1769,7
5	1769,7
6	1769,7
7	1769,7
8	1769,7
9	1769,7
10	1769,7
11	1769,7
12	1769,7
13	1769,7
14	1769,7
15	3714,54

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 41 Datos Tasa Interna de Retorno (TIR)

DATOS	VALORES
Número de Periodos	15
Tipo de periodo	anual
Tasa de descuento	10%

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 42 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tasa Interna de Retorno (TIR)	
TASA	VAN
0%	\$ 6.146,67
2%	\$ 18.941,25
4%	\$ 17.171,55
6%	\$ 15.401,85
8%	\$ 13.632,15
10%	\$ 11.862,45
12%	\$ 10.092,75
14%	\$ 8.323,05
16%	\$ 6.553,35
18%	\$ 4.783,65
20%	\$ 3.013,95
22%	\$ 1.244,25
24%	(\$ 525,45)
26%	(\$ 2.295,15)
28%	(\$ 4.064,85)
30%	(\$ 4.064,85)
TIR=	21,86%

FUENTE: Balance de Gastos del Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.6.10 Interpretación de la TIR

Se puede deducir que la TIR, se encuentra entre los valores de 20% y 22%, si calculamos con Excel, mediante la fórmula del TIR. Se obtiene un valor igual a 21,86%, esto quiere decir que la tasa interna de retorno del proyecto, no puede ser superior a 21,86%, por el hecho, de que al serlo, el valor actual neto sería negativo y por lo tanto la inversión no sería viable.

3.7 CALCULO DEL PRECIO REFERENCIAL DE GENERACIÓN

Para determinar el costo del Kwh del proyecto, se considera, varios factores como son la potencia efectiva, costo unitario de inversión, vida útil, tasa de descuento anual, costo de administración, costo de operación mantenimiento la energía generada media anual.

Mediante una hoja de cálculo en Excel se determinó los siguientes valores:

Tabla 43 Precio Referencial de Generación

<i>Centrales Hidro: Detalle</i>	<i>Mini Central Santa María del Paraíso</i>	<i>Unidades</i>
Potencia efectiva	117,3	KW
Costo unitario de inversión	750	US \$/kw
Vida Útil	30	años
Tasa de descuento anual	10	%
Costo de administración	2,5	%
Costo de operación y mantenimiento	4	%
Energía generada media anual	264178,32	Kwh
Calculo de Valores		
K	\$ 87.975,00	Usd\$
A	\$ 9.332,32	Usd\$
O & M	\$ 3.519,00	Usd\$
Costo ADM	2199,375	Usd\$
Costo I + O & M+ costo ADM	\$ 15.050,70	Usd\$
Precio Referencial de Generación	0,057	US \$/Kwh

Donde:

K= Inversión

A= Costo de la Inversión Anual

O & M= Operación Mantenimiento

Costo ADM= Costos Administrativos

3.7.1 *Análisis del Costo del Kwh*

El costo del kilovatio – hora es de 5,7 centavos de dólar, que al comparar con el costo del Kilovatio-hora de la Empresa Eléctrica Cotopaxi, de 8 centavos de dólar, representa un ahorro bastante significativo para el Monasterio, por lo tanto es viable invertir en el presente proyecto de la Puesta en Marcha de la Mini Central ya instalada.

3.8 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La Factibilidad se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas. Generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto.

El costo del estudio consume aproximadamente entre un 5% y un 10% del costo estimado total del proyecto, y el período de elaboración del mismo varía dependiendo del tamaño y tipo de estudio a desarrollar.

3.8.1 *Factibilidad Técnica*

Para la realización del presente proyecto se cuenta, con el conocimiento técnico necesario, así como también se posee de las herramientas y equipos para ejecutar las diferentes actividades durante el desarrollo del estudio las mismas que se detallan a continuación:

3.8.2 *Recursos Materiales*

- Mini Central de Generación Paralizada
- Protecciones eléctricas
- Cables
- Mesa de trabajo
- Amperímetro, Voltímetro
- Multímetro
- Pértiga

- Alicates
- Llaves (pico de loro)
- Poleas
- Camión Grúa
- Herramienta Menor

3.8.3 Recursos Tecnológicos

- Computadoras
- Impresoras
- Dispositivos de almacenamiento portátiles
- Cámaras fotográficas
- GPS.
- Analizador de redes.
- Megger

3.8.4 Factibilidad Económica

Los costos para la realización de ésta investigación, que constan en equipos adquiridos, material necesario para cambiar los dispositivos que se encontraron deteriorados entre otros, fueron cancelados por nuestro auspiciante el Monasterio Santa María del Paraíso y su digno Superior Padre Jesús Penalva, los mismos que se detallan a continuación:

3.8.5 Factibilidad Operacional

Para la realización del presente proyecto se cuenta con el personal técnico, idóneo para la realización del mantenimiento y puesta en marcha correspondiente de la Mini Central, la misma que luego de culminar con el proyecto estará en funcionamiento continuo y brindando un servicio eléctrico de calidad. Además se cuenta con los recursos institucionales y humanos como son:

3.8.6 Recursos Institucionales

- Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Monasterio Santa María del Paraíso.

3.8.7 *Recursos Humanos*

- Director de Tesis
- Asesores de Investigación
- Autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi
- Representante del Monasterio

3.8.8 *Conclusión de la Factibilidad*

En consecuencia el proyecto es factible debido a que se cuenta con los recursos técnicos, económicos y operacionales para llevar a cabo el presente estudio de la puesta en marcha de la Mini Central, contribuyendo con el Monasterio Santa María del Paraíso, a una solución importante y fundamental del problema que ha venido arrastrando desde hace algunos años.

3.9 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.9.1 *Soluciones en la Captación de Agua*

1.- Limpieza de los mini desarenadores de la boca toma, para ésta tarea se utilizó un cepillo de acero, para remover partículas de polvo y algas adheridas a las superficies de los mismos.

Figura 70 Mantenimiento en la Bocatoma o Captación



FUENTE: Captación de Agua
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.- Instalación de rejillas en la captación de agua, con el objetivo de eliminar objetos extraños que puedan ingresar en la tubería de captación, se realizó una

rejilla de un metro de largo, por 70 cm de ancho, para cubrir totalmente la embocadura de las tres tuberías de captación.

Figura 71 Mantenimiento en la Bocatoma o Captación



FUENTE: Captación de Agua
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Arreglo del muro a la entrada de los mini desarenadores, ésta tarea se la realizó con el propósito de que el agua ingrese con mayor facilidad, a las tuberías de captación, permitiendo así que se pueda aprovechar la mayor cantidad de caudal disponible, para la Mini Central de generación hidroeléctrica.

Figura 72 Arreglo en la Entrada de la Captación



FUENTE: Captación de Agua
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.2 Soluciones en los Tanques Desarenadores

1.- Se realizó una limpieza, extrayendo toda la tierra y escombros que se encontraban dentro de los desarenadores mediante la utilización de palas y carretillas, también se tuvo que limpiar las tuberías de drenaje utilizando agua y una varilla para poder enviar los escombros y tierra que se encontraba dentro de la misma.

Figura 73 Tanques Desarenadores



FUENTE: Desarenadores

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Se rompió el concreto en la división de los tanques desarenadores, mediante la utilización de puntas y combos, ésta tarea se la realizó con el propósito de que la rejilla o trampa de objetos extraños se asentara con facilidad, ya que anteriormente existía el inconveniente que las basuras u objetos extraños se filtraran por debajo de la rejilla afectando a la calidad de agua que se envía a través de la tubería forzada, esto puede traer varios inconvenientes en el grupo generador.

Figura 74 Limpieza de los Tanques Desarenadores



FUENTE: Desarenadores

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

4.- Se realizó la fundición de concreto correspondiente, para asentar la rejilla, así como también se construyó una nueva rejilla de menor ancho, similar a la otra, con el objeto de incrementar la zona de trampa de objetos extraños.

Figura 75 Fundición de Concreto y Construcción Rejilla



FUENTE: Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.3 Soluciones en las Compuertas de Mariposa de los Desarenadores.

1.- En las compuerta de Mariposa de los tanques desarenadores, se realizó el cambio de pernos de acero, puesto que estaban en mal estado, oxidados y las compuertas no abrían o cerraban, también se arregló el mecanismo de seguridad de las mismas, permitiendo que las compuertas no puedan ser abiertas por espectadores.

Figura 76 Cambio de Pernos en la Compuerta de Mariposa



FUENTE: Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.4 Soluciones en la Compuerta Deslizante de los Desarenadores

1.- Desmontaje de la compuerta de volante de los desarenadores mediante la utilización de una retro-excavadora, para realizar el mantenimiento correspondiente en los talleres del Monasterio, ésta actividad se la realizó ya que la compuerta se encontraba en estado de corrosión y no permitía su apertura o cierre para extraer el agua excedente de los tanques de desarenamiento, se utilizó un estrobo de 2 toneladas de capacidad para sujetar la compuerta al brazo de la retro excavadora.

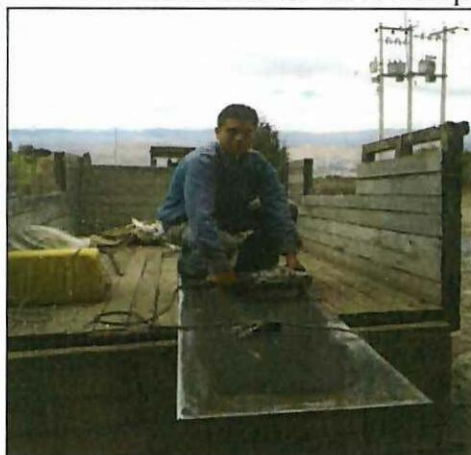
Figura 77 Desmontaje de Compuerta de Volante



FUENTE: Compuerta Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.- Se realizó el mantenimiento correspondiente de la compuerta en el taller, utilizando una amoladora con el objeto de eliminar la corrosión y devastar los bordes de los extremos de la compuerta, ya que no permitían que la misma ingrese en la guía diseñada para que la compuerta se abra o cierre en el momento de accionar el volante.

Figura 78 1 Mantenimiento de la Compuerta



FUENTE: Compuerta Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Se realizó el montaje de la compuerta mediante la utilización de un tecele de 2 toneladas, luego de su respectivo mantenimiento en el taller, luego se verificó que la compuerta realizaba su función correctamente, procediendo a armar el mecanismo del volante.

Figura 79 Montaje de la Compuerta de los Desarenadores



FUENTE: Compuerta Desarenadores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.5 Soluciones en la Tubería de Presión

1.- Se realizó un desbanque de tierra en el tramo de la tubería de presión afectada con el objetivo de descubrir la tubería para su posterior reparación, para esta labor

se utilizó una maquina retro-excavadora, se realizó el desbanque con la mayor precaución ya que la tubería se encontraba a 1.20 m de la superficie.

Figura 80 Excavación en la Zona de la Tubería Averiada



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.- Luego de la excavación se descubrió la tubería de presión 40 metros más, para poder levantar la tubería y realizar la unión entre campana y espiga, ésta tarea se la realizó manualmente tardándose dos días para cumplir con la tarea.

Figura 81 Descubrimiento de la Tubería de Presión.



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Parte 1 Se rompió el concreto que cubre la unión de la tubería y los tensores que la sujetan, en la zona en la que se encontró fisurada la tubería, ésta tarea se la

realizó mediante la utilización de combos, puntas, picos, palas, barra, con la finalidad de descubrir el codo de la tubería de presión que se encontraba en mal estado.

Figura 82 Ruptura de la Sujeción de Concreto



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

4.- Parte 2 Ruptura de la base de concreto, en el codo de la tubería de presión, esta actividad se realizó manualmente utilizando herramienta punta, combo, pala, barra y pico.

Figura 83 Ruptura Manual de Concreto.



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

5.- Se realizó el desmontaje del concreto que cubre la brida de unión entre el codo y los extremos de la tubería de presión afectada, ésta actividad se la realizó con

mucho cuidado, para evitar romper la tubería, se descubrió el concreto y luego se procedió a cortar los anclajes de varilla que sujetan a la unión bridada.

Figura 842 Descubrimiento de Concreto de la Brida



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

6.- Se realizó el corte de las 6 abrazaderas metálicas que soportan a la tubería de presión, luego se procedió a realizar el desmontaje del codo fisurado de la tubería de presión.

Figura 85 Desmontaje Tubería Averiada



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

7.- Adecuación del codo de la tubería de presión comprada, ya que en un extremo se necesitó de una unión Z (campana), para acoplar la tubería nueva con la antigua, esta tarea se realizó mediante el calentamiento con un soplete a gas GLP.

Figura 86 Adecuación del Codo de la Tubería



FUENTE: Tubería de Presión

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

8.- Se realizó el montaje del nuevo codo de la tubería de presión, utilizando cabos y un tecele de 1 tonelada, además se utilizó pegamento para tuberías Polipega, para ésta tarea se procedió a poner la pega en la superficie interior de la campana de la tubería existente, luego se acopló el nuevo codo y con la ayuda de un tecele se logró la unión de éstos, cabe recalcar que la unión se debe realizar de forma rápida ya que el secado de la pega es instantáneo.

Figura 87 Montaje del Nuevo Codo de la Tubería



FUENTE: Tubería de Presión

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

9.- Se fundió la base de concreto para la protección del nuevo codo de la tubería de presión instalada, se procedió a fundir la base de concreto con las respectivas dimensiones 80 cm de ancho por 2,60 metros de alto, quedando totalmente cubierto el codo de la tubería de presión.

Figura 88 Fundición de la Base de Concreto



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

10.-Se procede a unir el codo de la tubería de presión instalado en la parte inferior de la tubería con el otro extremo de la tubería de la parte superior, cabe recalcar que para unir los dos extremos mencionados se tuvo que descubrir el tramo de la tubería, 40 metros para proceder a levantar la tubería y a unir con el codo instalado en la parte inferior.

Figura 89 Levantamiento de la Tubería



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

11.- Se procedió a unir los dos extremos el codo instalado y la tubería de la parte superior, la misma que contaba con una unión bridada, se levantó la tubería un metro cincuenta centímetros para poder realizar la unión correspondiente. Cabe recalcar que luego de realizar la unión se esperó una semana para llenar la tubería luego se percató que la tubería tenía fugas de agua.

Figura 90 Unión de las Tuberías



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

12.- Luego de observar que la tubería tenía fugas de agua, se procedió a cortar dos metros cincuenta centímetros de la tubería que presentaba éste inconveniente de fugas con el propósito de aplicar otro tipo de solución, por lo que se retrasaron las pruebas en la casa de máquinas.

Figura 91 Corte y Extracción de la Tubería de Presión Dañada.



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

13.- La otra opción para reparar la tubería fue la de instalar 2 uniones gibault de 12 pulgadas, además se optó por la compra de una tubería de 6 metros de 1,25 Mpa de 12 pulgadas, luego se procedió a cortar la tubería, y a acoplar las dos uniones gibault.

Figura 923 Instalación de la Tubería y las 2 Uniones Gibault



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

14.- Se procedió inmediatamente a llenar la tubería, para probar si nuevamente existían fugas y se comprobó que ya no existía el inconveniente de fugas de agua, luego se procedió a fundir una capa de concreto armado cubriendo la tubería y las uniones gibault, luego se realizó el cubrimiento de la tubería de presión nueva instalada, para esta actividad se utilizó una retro- excavadora.

Figura 93 Cubrimiento de la Tubería



FUENTE: Tubería de Presión
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.6 Soluciones en la Casa de Máquinas

1.- Se realizó el desbanque en la entrada de la Mini central, para que las puertas de la misma se puedan abrir completamente, para poder realizar las labores correspondientes.

Figura 94 Desbanque de la Entrada de la Casa de Máquinas



FUENTE: Casa de Máquinas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.-Se realizó la compra de herramientas necesarias, para poder trabajar en la casa de máquinas, las mismas que nos servirán para los diferentes trabajos en la ejecución y desarrollo del presente proyecto.

Figura 95 Implementación de Herramientas



FUENTE: Casa de Máquinas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Se realizó la limpieza y pintada de la puerta principal de la casa de máquinas, se puso en marcha la central para obtener 110 V que sale del transformador de servicios auxiliares, para el compresor. También en la puerta principal se aseguró mediante suelda eléctrica la aldaba principal de la puerta de casa de máquinas, labor que se hizo a 220V, con suelda eléctrica, que se obtiene del transformador de servicios auxiliares.

Figura 96 Pintada de la Puerta principal.



FUENTE: Casa de Máquinas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 97 Mejora de la Seguridad de la Puerta Principal.



FUENTE: Casa de Máquinas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

4.- Se realizó una limpieza completa de la Mini Central SMP, para luego proceder a pintar todas las partes constitutivas de la casa de Maquinas, tablero de control, Regulador de voltaje, generador, excitatriz y transformador de servicios auxiliares.

Figura 98 Pintado de la Puerta Principal.



FUENTE: Grupo Generador
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

5.- Se ubicaron en la casa de máquinas, los logotipos de seguridad industrial, tablero de pizarra para registrar mediciones y posibles fallas, y la rotulación de la casa de máquinas ubicada a la entrada en la parte superior de la misma.

Figura 99 Ubicación de Logotipos de Seguridad Industrial.



FUENTE: Casa de Máquinas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.7 Soluciones en el Tablero de Control

1.- Se determinó la secuencia en los cables de salida desde el tablero de control hacia el transformador elevador, mediante la utilización de un multímetro digital, se

comprobó la continuidad y se marcó la secuencia R,S,T con marquillas para cables, además se reacondicionó los cables y equipos de medición TC, y los cables del disyuntor de salida del generador, se realizó la sujeción de los cables de fuerza al tablero de control.

Figura 100 Instalación de Instrumentos de Medida.



FUENTE: Tablero de Control
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.- Se realizó el desmontaje del disyuntor y se desarmó con la finalidad de revisar la bobina de enclavamiento y realizar la limpieza de los contactos, se realizó la limpieza correspondiente y la adecuación de la bobina de enclavamiento para que el dispositivo pueda funcionar correctamente.

Figura 101 Limpieza de Contactos Disyuntor



FUENTE: Tablero de Control
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Se realizó la instalación del Transformador de Potencial TP, con el objetivo de controlar y medir el voltaje generado, por la mini central, se realizó el análisis del TP identificando el lado primario y el secundario, para la correcta instalación y ubicación en el tablero de control. También se instalaron las correspondientes protecciones que consisten en 6 interruptores termo magnéticos, y dos fusibles para el circuito de la excitatriz, esto se lo realizó con la finalidad de proteger los dispositivos instalados así como también los circuitos para los diferentes equipos.

Figura 102 Instalación del Transformador de Potencial



FUENTE: Tablero de Control
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 103 Transformador de Potencial TP



FUENTE: Tablero de Control
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.8 Soluciones en el Tablero de Transferencia Automática

1.- El tablero de transferencia automática presentaba una mala distribución en su circuito, tenía elementos cortocircuitados, por lo que se realizó la compra de algunos de los componentes del tablero, como el temporizador, interruptores, conectores,

cables, se realizó nuevos circuitos instalando los dispositivos antiguos con los nuevos, para de esta manera optimizar el costo del montaje y reparación del tablero, se logró la instalación correcta y en la actualidad ofrece un buen funcionamiento de transferencia.

Para la instalación del tablero de transferencia se suspendió el servicio de la empresa eléctrica, para de esta manera poder trabajar con seguridad y poder instalar de mejor manera el tablero.

Figura 104 Tablero de Transferencia



FUENTE: Tablero de Transferencia
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.9 Soluciones en el Transformador de Servicios Auxiliares

1.- Se realizaron las adecuaciones correspondientes de los terminales, así como también se determinó el lado primario y secundario del transformador, se marcó los terminales con las marquillas para identificar las X y las H es decir el primario y el secundario. Se barnizó el bobinado del mismo con un barniz para proteger los bobinados, manteniendo completamente secos, asegurando su buen funcionamiento.

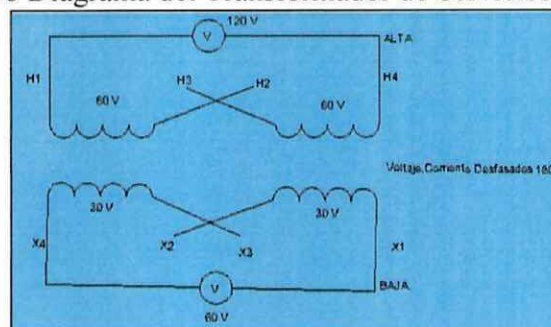
Figura 105 Barnizado del Bobinado del Trafo de Servicios Auxiliares



FUENTE: Casa de Máquinas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.- Se realizaron las pruebas de tensión en el Transformador de Servicios Auxiliares de 10KVA. También se realizó el diagrama de conexión correspondiente para mayor interpretación de los mismos en el momento de poner en funcionamiento.

Figura 106 Diagrama del Transformador de Servicios Auxiliares.



FUENTE: Transformador Auxiliar
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.10 Soluciones en el Regulador de Voltaje

1.- En el regulador de voltaje se realizó una restructuración del circuito completo, se construyó un puente rectificador de onda completa, con todos sus componentes internos, se instaló el regulador de tensión adecuado para el sistema, esto se lo instaló en una nueva placa y se reinstaló en el tablero de control de la Mini Central.

Figura 107 Regulador de Voltaje



FUENTE: Tablero de Control
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.11 Soluciones en el Regulador de Velocidad

1.-Se desmontó algunas piezas del regulador y la limpieza de todo el conjunto, luego se procedió observando las anomalías que el sistema de regulación de velocidad presentaba y se fue tomando las medidas correctivas adecuadas. Luego se realizó el armado del regulador de velocidad y los ajustes iniciales estáticos sin operar el sistema.

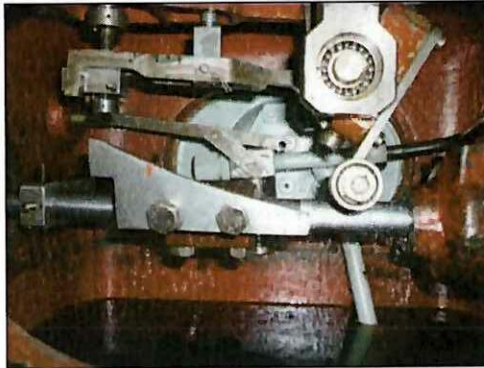
Figura 108 Trabajos Iniciales del Regulador de Velocidad



FUENTE: Grupo Generador
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.- Se realizó la medición del ángulo de inclinación de la cuña isométrica con relación al rodamiento 10 grados con escuadra falsa. Se cambió los empaques de las tapas del regulador en las ventanas de inspección y se engrasó las articulaciones de los brazos del regulador.

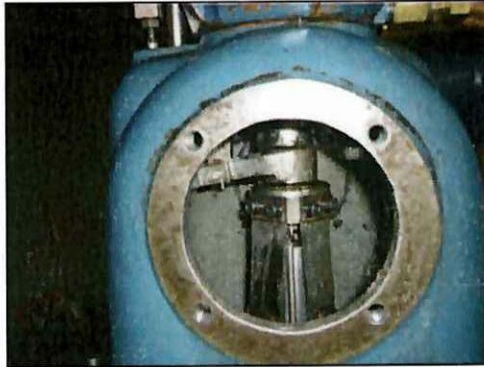
Figura 109 Calibración de la Cuña Isométrica



FUENTE: Regulador de Velocidad
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Revisión del mecanismo centrífugo del regulador de velocidad, para coordinar la operación con los inyectores de la turbina. Se cambió la tuerca en el volante de regulación manual del regulador de velocidad por ser de bronce material no adecuado y se requiere uno de acero inoxidable. Se ajustó la estabilidad y sensibilidad del regulador de velocidad (de 900 rpm a 1200 rpm) (velocidad mínima a velocidad máxima), se consigue un nivel de estabilidad óptimo es necesario continuar con reajustes de sensibilidad pues al variar la velocidad, pierde sincronismo el regulador.

Figura 110 Válvula Centrífuga del Regulador de Velocidad.



FUENTE: Regulador de Velocidad
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

4.- Se realizó la reconfiguración de la cuña Isométrica, para poder subir el límite de Velocidad. Además se ejecutó las pruebas del regulador de velocidad, para probar la sensibilidad y el límite de Velocidad.

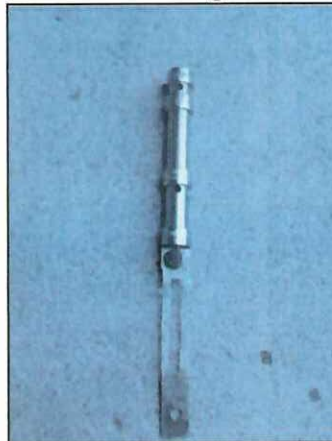
Figura 111 Cuña Isométrica



FUENTE: Regulador de Velocidad
Realizado por: Grupo de Investigación

5.- También se reconfiguró la flauta del centrífugo de aceite refrigerante, para evitar fugas de aceite, esto se da por la fuerza ejercida en el eje de las ruedas de transmisión, del regulador de velocidad, por ello se construyó una nueva flauta para el centrífugo del regulador de velocidad.

Figura 112 Flauta del Centrífugo de Aceite Refrigerante



FUENTE: Regulador de Velocidad
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.12 Soluciones en el Generador AEG de 138 KVA

1.- Se realizó una limpieza mediante un soplete de aire, con el objetivo de eliminar el polvo acumulado en el interior y exterior del generador, para ésta tarea se tuvo

que llevar a la central un generador a gasolina de 110 V, para conectar el soplete y realizar la limpieza.

Figura 113 Válvula Centrifuga del Regulador de Velocidad.



FUENTE: Grupo Generador
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.- Se Acondicionó los cables de las terminales de salida del generador, éste procedimiento se lo realizó soldando los terminales en las puntas de los cables, mediante un soplete a GLP, y el estaño especial para éste tipo de soldaduras también se montó la placa de bornes y la cubierta superior del generador.

Figura 114 Acondicionamiento de Cables de Salida del Generador.



FUENTE: Grupo Generador
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Se instaló las puntas terminales en los bornes de salida del generador y se realizó la interconexión de los cables de la excitatriz con las terminales del rotor del generador, también se envió la señal al tablero de control, para ésta tarea se tuvo que



aislar las terminales de forma que garantice su buen funcionamiento y evite cortocircuitos en el sistema del generador.

Figura 115 Conexionado de Cables de Fuerza en el Generador



FUENTE: Generador AEG
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

4.- Se barnizo el estator del generador con un barniz especial, para mantener los bobinados aislados de la humedad, permitiendo extender la vida útil del generador trifásico, para realizar ésta tarea se tuvo que retirar la tapa superior del generador y se procedió a realizar una limpieza del polvo y luego se barnizo el estator del generador.

Figura 116 Barnizada del Estator del Generador



FUENTE: Generador AEG
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.13 Soluciones en el Sistema de Excitación del Generador

1.- Se inició enviando a construir una excitatriz dinámica ya que en el mercado existen algunas, pero su costo es demasiado elevado, también se envió a construir la respectiva base metálica cuyas medidas se tomaron en el sitio en dónde se instalará la excitatriz, es decir cerca del extremo del eje del generador.

2.- Se realizó 4 orificios en la base del generador para el montaje correspondiente de la base de la excitatriz. Cabe recalcar que el espesor de la plancha de tol de acero de la cual está construida la base del generador es de 1 pulgada, por lo que los orificios se realizaron con dificultad. Luego se procedió a realizar el montaje de la base para la excitatriz, para esta actividad se procedió a poner la base en su lugar y a sujetarla con 4 pernos de 2 pulgadas con sus respectivas arandelas.

Figura 117 Perforación de Orificios en la Base del Generador



FUENTE: Grupo Excitatriz
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Se procedió a realizar el montaje de la base de la excitatriz que se envió a construir, para esta actividad se acoplo la base de la excitatriz con la base del generador, mediante pernos de sujeción de una pulgada y media, en el piso de concreto se utilizó pernos expansivos para asegurar la base de la excitatriz.

Figura 118 Montaje de la Base para la Excitatriz



FUENTE: Grupo Excitatriz
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

4.- Se procedió a nivelar la base de la excitatriz, mediante un nivel de ejes de 0.02 mm, para ésta actividad se utilizó laminas metálicas milimétricas, para conseguir nivelar con precisión la base.

Figura 119 Nivelación de la Base de excitatriz, con el Nivel de Ejes.



FUENTE: Grupo Excitatriz
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

5.- Luego se procedió a nivelar y alinear el generador con la excitatriz, para lo cual se utilizaron las herramientas de precisión que se detallan a continuación:

- Escuadra de precisión
- Micrómetro de cuadrante
- Escuadra
- Pie de rey
- Nivel de ejes (0,02mm)

Figura 120 Nivelación de Base de la Excitatriz.



FUENTE: Grupo Excitatriz
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

6.- Se realizó una re inspección de todas las partes de conexión, tablero central, circuito de excitación. Se independizó cada uno de los elementos y se probó cada uno de ellos.

7.- Con la ayuda de una fuente variable de corriente continua se intentó reproducir la curva de magnetización, o lazo de histéresis, se obtuvo resultados positivos, comprobando con la siguiente tabla de valores:

Tabla 44 *Tabla de Excitación Vs Generación.*

Excitación	1ra Generación	2da Generación
Corriente Continua	Corriente Alterna	Corriente Alterna
9	70	62
12	87	71
15	95	81
18	99	89
21	102	93
24	105	99

FUENTE: Pruebas Técnicas Operativas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Con estos resultados se cerró el Breaker de la excitatriz, para interconectar la excitatriz al campo de generador, observando que con 9 V de corriente de excitación, el voltaje de generación era de aproximadamente 500V.

Se puso a 0 el voltaje de excitación para subir progresivamente hasta obtener 400 V en el voltaje de generación, partimos de 3V y genero 360V.

Con 4 voltios de corriente continua, tenemos 11V en corriente alterna en la excitatriz antes del rectificador. Con un voltaje y corriente de excitación en el rotor del generador aproximadamente 10V y 5A, se obtiene un voltaje de generación de 400V. Se realizaron pruebas utilizando el transformador de servicios auxiliares, verificando que los 2 reflectores de 500 W, que se encuentran dentro de la casa de máquinas y la luminaria de vapor de sodio de 150 Na, que se encuentra afuera en el transformador elevador, encienden. Hay que recalcar que los reflectores actúan con 110V y la luminaria con 220V.

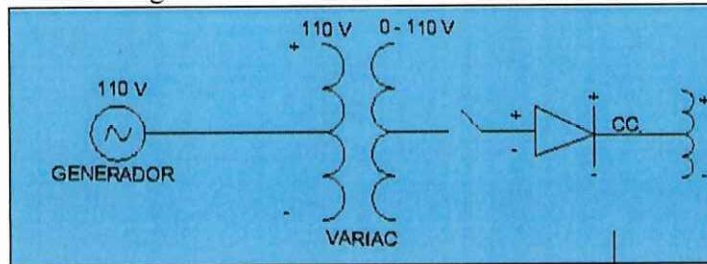
8.- Se magnetizó el campo de la excitatriz con la fuente de corriente continua de la planta eléctrica de 900 W, se utilizó un rectificador controlado para poder variar el voltaje que se aplica al campo de la excitatriz. Los elementos que se utilizaron son: Un multímetro, variac (autotransformador variable) y un rectificador de onda completa. También se realizaron los diagramas de conexión correspondientes que se presentan a continuación.

Figura 121 Variac o Transformador Variable



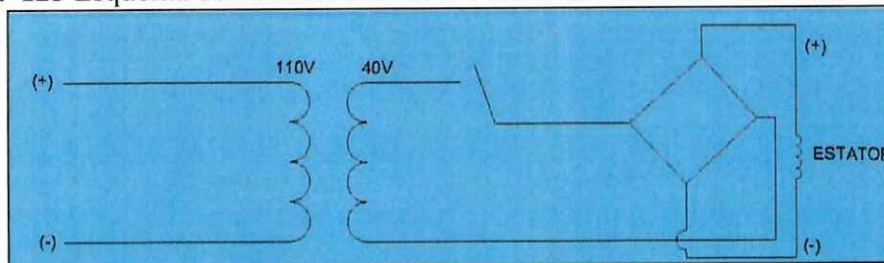
FUENTE: Pruebas Técnicas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 122 Diagrama Unifilar de la Fuente de Corriente Continua.



FUENTE: Pruebas Técnicas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 123 Esquema de la Conexión de la Fuente de Corriente Continua.



FUENTE: Pruebas Técnicas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

9.- Se acondicionó la excitatriz cambiando los resortes y carbones de las porta escobillas. Se revisó los circuitos de control y medida del generador para la instalación de más instrumentos.

Figura 124 Instalación de Nuevos Resortes



FUENTE: Grupo Excitatriz
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.14 Soluciones en los Inyectores de Aguja

1.- Se efectuó la limpieza de los 2 inyectores de aguja, instalados en forma horizontal y vertical, en esta actividad, se tuvo que desmontar la tobera de los inyectores para poder ajustar la aguja de los inyectores, se ajustó los brazos de apertura y cierre de inyectores para coordinar con el desplazamiento del regulador, también se rectificó algunos orificios aislados y se puso nuevos pernos para la sujeción de la tobera.

Figura 125 Inyector de Aguja



FUENTE: Grupo Generador Inyectores
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.15 Soluciones en las Chumaceras

1.- Se realizó una limpieza retirando el aceite lleno de impurezas de las chumaceras, y se lo reemplazó por un aceite refrigerante nuevo, para esta actividad se levantó la tapa superior de las chumaceras y se procedió a realizar el trabajo. También se limpió los indicadores de nivel de aceite de las mismas.

Figura 126 Chumaceras



FUENTE: Grupo Generador Chumaceras
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.16 Soluciones en las Bandas Elásticas

1.- Las bandas elásticas se encontraban llenas de aceite y polvo, por lo que se tuvo que comprar una banda elástica nueva para realizar el remplazo correspondiente.

Figura 127 Bandas Elásticas



FUENTE: Regulador de Velocidad Bandas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.17 Soluciones en la Válvula de Purga de la Tubería de Presión

1.- Se detectó que la válvula de purga se encontraba con fugas de agua, y se procedió a desmontar el volante de la válvula para cambiar los empaques de la misma. Se recortaron los nuevos empaques y se utilizó grasa de res para aislar de la humedad en las uniones.

Figura 128 Válvula de Purga



FUENTE: Válvula de Purga Tubería P.
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.18 Soluciones en el Centro de Transformación Elevador de 112.5 KVA

1.- Se recopiló la información sobre los transformadores existentes en la Red de media tensión, para conocer sus características y potencias respectivas.

También se tomó muestras de aceite refrigerante del transformador elevador y reductor 500 Cc., en recipientes de vidrio totalmente secos, para esta actividad se observó que el clima esté en condiciones adecuadas, para llevar a cabo la toma de muestras de aceite.

Figura 129 Toma de Muestras de los Transformadores Elevador y Reductor.



FUENTE: Pruebas Técnicas Operativas
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

2.- Se realizó una limpieza del seccionador porta fusibles, y los NH de 125 A del transformador Elevador.

También se efectuó la medición de Resistencias de Aislamiento y medición de la Relación de Transformación en los transformadores elevador 112.5 KVA y reductor 60 KVA.

Para esta actividad se utilizó una grúa con canasta, para realizar la actividad con mayor seguridad y poder realizar las mediciones con exactitud. Como instrumento de medida se utilizó un Megger tipo BM11D.

Figura 130 Pruebas de Medición en el Transformador Reductor AEG



FUENTE: Pruebas de Medición
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Figura 131 Meggado en el Transformador Reductor AEG



FUENTE: Pruebas de Medición
Realizado por: Grupo de Investigación

3.9.19 Soluciones en el SEP de la Mini Central.

1.- Se efectuó una inspección de la red de Media Tensión existente en la Mini Central, que va desde el cuarto de máquinas y tiene un recorrido por todo el Monasterio.

2.- Se realizaron varios trabajos entre ellos se alineó una cruceta, debido a que no contaba con pie de amigos y se avía inclinado, hubo que implementar los píc amigos y regresar la cruceta a su posición normal.

Figura 132 Alineación de Crucetas



FUENTE: Soluciones Inconvenientes
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.- Se desbrozó algunas ramas que se encontraban topando a los conductores aéreos para que no exista cortocircuitos a tierra o cortocircuitos al momento de generar.

4.- En la estructura H de la casa de máquinas en donde se encuentra instalado el transformador elevador, existía una luminaria obsoleta, la cual se tuvo que desinstalar con el propósito de cambiarla por una nueva.

Figura 133 Desmontaje de la Luminaria Obsoleta



FUENTE: Soluciones Inconvenientes
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

5.- Se ajustaron algunos herrajes como pernos U de los postes, también se retiraron algunos accesorios como tensores y rack de tres vías entre otros.

Figura 134 Retiro de Herrajes Obsoletos



FUENTE: Soluciones Inconvenientes
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

6.- Se efectuó el desmontaje de 4 postes, 3 postes de 9 metros dentro del Monasterio y 1 poste de 11 metros al ingreso del Monasterio, para esta actividad se utilizó una Grúa telescópica de 4 toneladas con el objetivo de reutilizar esos postes en las acometidas de las viviendas aledañas al Monasterio .

Figura 135 Desmontaje de Postes.



FUENTE: Soluciones Inconvenientes
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.9.20 Discusión de Resultados Obtenidos de la Propuesta

Luego de la realización de los trabajos comentados anteriormente, se puede decir que es algo reconfortante, tanto para el Monasterio, como para nosotros, el haber finalizado con éxito el proceso de la puesta en marcha de la Mini Central, que en la actualidad se encuentra funcionando y brindando el servicio de generación eléctrica correspondiente.

El superior del Monasterio en su inicio mencionaba que la Mini Central, era un proyecto que se habían planteado hace muchos años, pero que por razones de fallas técnicas, se habían olvidado de la Mini Central, por un largo periodo de 10 años, tiempo que representa para el Monasterio una pérdida tanto de dinero, como el trabajo empleado para la construcción de éste proyecto.

Razón por la cual nosotros como postulantes interesados en la realización de nuestro proyecto de tesis, que la Universidad solicita como requisito para extender el título correspondiente de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, y con el afán de aprender sobre el funcionamiento real de éste tipo de máquinas mecánicas eléctricas.

Se ha incursionado en realizar la puesta en marcha de la mini central, con la autorización del Superior del Monasterio y la supervisión y buena voluntad del Ingeniero Edgar Mino, guía a cargo de la revisión y aprobación de las actividades realizadas.

Tabla 45 Evaluación de la Puesta en Marcha de la MCH

<i>Fases</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Codificación</i>	<i>Responsables</i>
Visita Técnica Recolección de Datos	3 Mes	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se recopilaron los datos de: ➤ Caudal ➤ Altura Bruta. ➤ Estado del grupo generador de la Mini Central. ➤ Estado del SEP. de la Mini Central. ➤ Estado de las Obras Civiles. 	001	Autores e Ing. Edgar Miño
Planificación	3 Meses	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realización del Anteproyecto de Tesis. ➤ Calendarización. ➤ Denuncia Tema de Tesis. ➤ Revisión Anteproyecto. ➤ Defensa Anteproyecto. 	002	Autores y Director de Tesis.
Soluciones para la Puesta en Marcha.	5 Meses	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se realizaron soluciones en: ➤ La Bocatoma ➤ Tanques desarenadores ➤ Tubería de Presión ➤ Casa de Máquinas ➤ Regulador de Velocidad ➤ Tablero de Control ➤ Transformadores y Líneas de distribución ➤ Generador de la M.C ➤ Se implementó la Excitatriz del Generador. ➤ Mantenimiento del grupo generador. 	003	Autores e Ing. Edgar Miño
Puesta en Marcha de la Mini Central	3 Meses	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se realizó los ajustes necesarios y la puesta a punto de toda la M.C ➤ Se realizaron Pruebas de Funcionamiento de la MC. ➤ Finalmente se realizó la transferencia de energía al Monasterio 	004	Autores e Ing. Edgar Miño

FUENTE: Puesta en Marcha de la MCH
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

3.10 GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

- **Alternador:** Generador primario que convierten energía magneto-mecánica energía eléctrica alterna.
- **Abonados:** Se clasifican en residenciales, comerciales, industriales, alumbrado público y otros (entidades oficiales, asistencia social, beneficio público, bombeo de agua, escenarios deportivos, etc.), clasificación que obedece a la aplicación tarifaria de acuerdo con el tipo de servicio entregado por las Empresas Distribuidoras.
- **Acometida:** Es la instalación comprendida entre el punto de entrega de la electricidad al Consumidor y la red pública del Distribuidor.

C:

- **Central Eléctrica:** Son aquellas en las que se emplea la fuerza del caudal de un río o la presión por desnivel desde un embalse hasta la planta generadora, lo que acciona una turbina cuyos álabes hacen girar al rotor del generador elemento que finalmente produce la electricidad.
- **Cota:** Número que en los mapas indica la altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de nivel.

D:

- **Distribuidor:** Empresa eléctrica titular de una concesión que asume, dentro de su área de concesión, la obligación de prestar el servicio público de suministro de electricidad a los consumidores.

E:

- **Energía Bruta:** Es la energía total producida por una unidad de generación.

- **Energía Facturada:** Es la energía facturada por las empresas eléctricas a sus clientes, la unidad de medida es el Kwh.
- **Energía Neta:** Es la diferencia de la energía total producida menos el consumo de auxiliares. (Valores negativos indican que el consumo de auxiliares es mayor que la generación).
- **Energía Hidráulica:** Se denomina energía hidráulica, energía hídrica o hidroenergía, a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua o mareas.
- **Energía Cinética:** Se define como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa determinada desde el reposo hasta la velocidad indicada.
- **Energías Renovables:** Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, maremotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocombustibles.

F:

- **Fuerza Electromotriz:** La fuerza electromotriz (FEM) es toda causa capaz de mantener una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito abierto o de producir una corriente eléctrica en un circuito cerrado. Se define como el trabajo que el generador realiza para pasar por su interior la unidad de carga positiva del polo negativo al positivo, dividido por el valor en Culombios de dicha carga.

I:

- **Inducción Electromagnética:** Es el fenómeno que origina la producción de una fuerza electromotriz (f.e.m. o tensión) en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable, o bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático.

L:

- **Líneas de Transmisión y Distribución:** Se encargan de guiar y transportar la energía eléctrica, desde el punto de generación, hasta el consumidor.

M:

- **Meggar:** Es medir la resistencia de aislamiento de los devanados del generador u otro elemento cuya constitución sea en base de bobinados.

P:

- **Potencia Efectiva:** Es la potencia máxima que se puede obtener de una unidad generadora bajo condiciones normales de operación.
- **Potencia Instalada:** Potencia especificada en la placa de cada unidad generadora.
- **Punto de Entrega:** Se entenderá como tal, el lado de la carga del sistema de medición, es decir los terminales de carga del medidor en los sistemas de medición directa y el lado secundario de los transformadores de corriente en los sistemas de medición indirecta o semi-indirecta, independientemente de donde estén ubicados los transformadores de tensión.
- **Parámetros Eléctricos:** Se refiere a los parámetros del voltaje, corriente, potencia y resistencia.

3.11 CONCLUSIONES

Luego de finalizar el presente trabajo investigativo, es preciso mencionar algunas conclusiones y recomendaciones referentes al tema planteado al inicio de ésta investigación.

- Luego de la puesta en marcha de la Mini Central del Monasterio Santa María del Paraíso, se puede decir que, el desarrollo de investigaciones en mini generación puede determinar un nuevo panorama en la generación de energía eléctrica, para aprovechar las condiciones topográficas y la riqueza hídrica del sector.
- Dentro del proceso de puesta en marcha de la Mini Central del Monasterio, se pudo evidenciar la viabilidad de la explotación de pequeños recursos hídricos, mediante la utilización de una Mini Central hidráulica, para dar una solución a demandas de energía eléctrica como por ejemplo la carga del Monasterio Santa María del Paraíso.
- La Mini Central Hidroeléctrica tiene la ventaja de utilizar un recurso renovable, es decir, que en la medida que exista y se dé el ciclo normal del agua se tendrá un potencial hídrico disponible para la generación eléctrica, por lo cual se puede implementar éste tipo de sistemas, para garantizar un suministro eficiente y de calidad.
- La Mini Central no genera residuos contaminantes en el medio ambiente, ya que no requiere combustibles fósiles ni otro tipo de combustible, lo que la hace una tecnología limpia, libre de impactos ambientales y mucho más manejable a diferencia de las centrales térmicas a gas o diesel.
- Podemos concluir que, mediante la puesta en marcha de la Mini Central del Monasterio, se ha reducido el costo del Kwh de 8 centavos de dólar, que el monasterio pagaba anteriormente a la empresa suministradora, a 5.7 centavos de dólar por Kwh, esto por cuestiones de mantenimiento que es imprescindible, para mantener la Mini Central en buen estado de funcionamiento.

- Al utilizar la Mini Central, el Monasterio Santa María del Paraíso se beneficia económicamente, ya que los recursos económicos que anteriormente empleaba en cancelar el consumo eléctrico, hoy en la actualidad puede invertirlos en otros proyectos productivos, que creyere convenientes.
- Es importante que en la Mini Central, se consiga generar las 24 horas, para que el costo del Kwh de generación disminuya.
- El dimensionamiento y la construcción de las obras civiles de forma correcta, garantizan el buen funcionamiento del grupo generador y la producción de energía de calidad.
- El regulador de velocidad es uno de los componentes fundamentales de la Mini Central, ya que permite controlar el caudal, acorde a la carga que se instale en el sistema, protegiendo al grupo generador de sobre velocidades.
- Otro de los componentes importantes y fundamentales, es el tablero de control, el mismo que permite conocer los valores de los distintos parámetros de generación, mediante los dispositivos electrónicos instalados en el mismo.
- Finalmente todos los elementos que constituyen la Mini Central del Monasterio Santa María del Paraíso, son importantes para el correcto funcionamiento del sistema hidroeléctrico.

3.12 RECOMERNDACIONES

- Se debe realizar las pruebas de aceite dieléctrico a los transformadores, con el propósito de verificar su capacidad de aislamiento y determinar si se encuentran operables, para su posterior puesta en servicio.
- Ejecutar un mantenimiento preventivo en los transformadores de distribución tanto trifásicos, como monofásicos con la finalidad de garantizar el funcionamiento correcto y efectivo de los mismos.
- Se debe Meggar los transformadores, para conocer el estado de aislamiento de sus embobinados, si es necesario llevar al laboratorio de pruebas y realizar las pruebas correspondientes.
- Se debe realizar un mantenimiento correctivo y preventivo en todas las instalaciones de la Mini Central, como son la obra civil, equipo electromecánico, líneas de distribución, postería, herrajes y accesorios, sistemas de control y protección con el objetivo de que la Mini Central pueda ofrecer un servicio continuo y de calidad.
- Para la determinación del caudal disponible, es necesario observar las condiciones climatológicas y seleccionar el sitio adecuado para realizar el aforamiento y determinar el caudal con mayor precisión.
- Es de vital importancia que se realice la limpieza de los tanques desarenadores mensualmente para evitar que se acumulen sedimentos, que pueden obstaculizar el libre paso del agua hacia la turbina.
- Se recomienda realizar una instalación futura, de una válvula de aire en la tubería de presión, para aliviar las sobrepresiones producidas naturalmente por el agua en movimiento.
- El llenado de la tubería de presión se debe realizar con un caudal mínimo, evitando que la tubería se llene de aire y se produzcan, sobre presiones al momento de accionar el sistema.

- Se debe procurar que la demanda se incremente a la capacidad nominal del generador, esto representa una disminución del precio del Kw/h generado. Al momento el generador trabaja al 22% de su capacidad.

3.13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3.13.1 Bibliografía Citada.

- AVELINO, Pedro, Transformadores de Distribución, Teoría, cálculo, construcción y pruebas, Editorial Reverté S.A., 2da Edición, México, 2001.
- BERNARD, A. César Metodología de la Investigación, Administración, Economía y Ciencias Sociales, Tercera Edición, Universidad de la Sabana, Colombia, 2010.
- CHAPMAN, Stephen. Máquinas Eléctricas, Editorial MC Graw Hill, 3ra edición 1987.
- ENRIQUEZ, Gilberto, Protección de Instalaciones Eléctricas y Comerciales 2da Edición. Editorial Limusa S.A., México, 2003.
- ENRIQUEZ, Gilberto, Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Media y Alta Tensión, 2da Edición, Editorial Limusa S.A., México, 2005.
- GARCÍA, José, Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión, 6ta Edición, Editorial Paraninfo, España, 2011.
- HERNÁNDEZ, Roberto y BAPTISTA Pilar, Metodología de la investigación, Mc Graw Hill, Colombia, 1996.
- IBERDROLA, ENDESA, SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, UNION FENOSA, Centrales, Hidroeléctricas I, Conceptos y Componentes Hidráulicos, editorial Paraninfo, Madrid, 1994.
- IBERDROLA, ENDESA, SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, UNION FENOSA, Centrales, Hidroeléctricas II, Turbinas Hidráulicas, editorial Paraninfo, Madrid, 1994.
- NICOLA, Gerardo. Las Micro Centrales Hidráulicas, Ambato: Casa de la Cultura 1987.

- NILSSON, James W., y RIEDEL, Susan A., Circuitos Eléctricos, Pearson Educación, S.A., 7ma Edición, Madrid, 2005.
- ORTIZ, Ramiro, Pequeñas centrales hidroeléctricas MC Graw Hill, 2001.
- SÀNCHEZ, Emilio, Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas, Editorial TEBAR S.L., Madrid, 2008.

3.13.2 *Bibliografía Consultada*

- CASTRO, Adriana, Mini centrales Hidroeléctricas, Madrid, 2006.
- CASTELLAR, Rosángel, ZAPATA, Févida, Tesis, Aplicaciones de la Distribución de Probabilidades de Chi-Cuadrado en la Toma de decisiones, Universidad de Oriente, Cumaná, 2009.
- COZ, Federico, SANCHEZ, Teodoro, VIANI, Bruno, SEGURA, Jorge, RODRIGUEZ, Luis, MIRANDA, Homero, CASTROMONTE, Jaime, QUIROZ, Luis, GAITÀN, José, MORENO, Luis y MUNOZ, Ismael. ITDG, Intermediate Technology Development Group, Evaluación de Recursos Hidroenergeticos, del Programa de Energía, Infraestructura y servicios básicos, Lima, Perú. 2004.
- European Small Hydropower Association - ESHA - info@esha.be, Guía para el Desarrollo de una Pequeña Central Hidroeléctrica, 2006
- COZ, Federico, SANCHEZ, Teodoro, VIANI, Bruno, SEGURA, Jorge, RODRIGUEZ, Luis, MIRANDA, Homero, CASTROMONTE, Jaime, QUIROZ, Luis, GAITÀN, José, MORENO, Luis y MUNOZ, Ismael. ITDG, Intermediate Technology Development Group, Manual de Mini Centrales Hidráulicas, Peru, 1995.
- KINGSLEY, Charles, KUSCO, Alexander y FITZGERALD, A.E, Teoría y Análisis de las Máquinas Eléctricas, Editorial Hispano Europea, Barcelona España, 1975. Pág. 154
- Manual de Usuario Siemens, Multímetro Multifunción Sentron PAC3100

3.13.3 *Bibliografía Virtual*

- <http://es.scribd.com/doc/90365460/amperimetro-analogico#>
[25 noviembre del 2013,15h: 24 pm]
- <https://es.scribd.com/doc/20584309/Medicion-del-caudal-por-el-metodo-del-flotador>
[25 noviembre del 2013,15h: 40 pm]
- www.citeaux.net/paraiso/
[07 Diciembre del 2013,08h: 22 am]
- www.monografias.com/trabajos90/analisis-experimental/analisis-experimental.shtml
[15 de Febrero del 2014,12h: 15 pm.]
- <http://fisica.laguia2000.com/complementos-matematicos/diagrama-de-moody>
[28 de Febrero del 2014,09h: 26 am]
- http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm
[09 de Marzo del 2014,11h: 27 am]

3.13.4 *Entrevistas Personales*

- Don Guillermo Garcés, Representaciones Guillermo Garcés Bucheli.
- Don Luis Collahuazo, Ingeniero Eléctrico-Electrónico, ELECTROTÉCNICA.
- Don Edgar Miño, Ingeniero Eléctrico, Experto en Centrales de Generación.

3.14 ANEXOS

Anexo 1 Cuestionario de la Encuesta UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS ESPECIALIZACIÓN: INGENIERÍA ELÉCTRICA



ENCUESTA

OBJETIVO

- Obtener información necesaria sobre las características, opiniones, ideas relacionadas con la Mini Central de Generación, mediante las preguntas formuladas, para contribuir a la comprobación de la Hipótesis planteada en el presente trabajo investigativo.

INSTRUCCIONES

- *Lea pausadamente cada pregunta.*
- *La encuesta es anónima.*
- *Ponga una "x" en la respuesta que Ud. Crea conveniente.*

PREGUNTAS

1.-¿Esta Ud. de acuerdo que el tiempo de operación diaria de la Mini Central sea en el horario de 7:00 am a 5:00 pm?

SI

NO

2.-¿Considera que sería una buena opción utilizar la Mini central abandonada hace 10 años para reducir el costo del consumo de energía desde la Empresa Eléctrica ?

SI

NO

3.-¿Existe la disposición de invertir en el presente proyecto para poner en funcionamiento la Mini Central?

SI

NO

4.-¿Está Usted de acuerdo en que se reutilice la infraestructura de la Mini central existente?

SI

NO

5.-¿Considera Usted que al poner en funcionamiento la Mini Central Hidroeléctrica, la energía que produzca ésta beneficiará al Monasterio?

SI

NO

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*Anexo 2 Estudio de Carga del Monasterio.
Tabla 46 Carga Para el Monasterio S.M.P*

CENSO DE CARGA SOTANO				
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA NOMINAL (W)	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
I	Lijadora de Mano	360	1	0,36
F	Cortadora Manual	420	1	0,42
F	Luminarias Incandescente	40	18	0,72
F	Toma Corrientes Dobles	150	37	5,55
F	Sierra de Banco	120	1	0,12
F	Calefactor	1500	13	19,5
F	Luminarias	60	16	0,96
F	Focos Incandescentes	50	4	0,2
F	Batidora	30	1	0,03
F	Pesadora	1800	1	1,8
F	Lavadora	300	3	0,9
F	Planchadora	1200	1	1,2
F	Máquina de Coser	400	1	0,4
F	Máquina de Coser	120	1	0,12
F	Plancha Silver	1000	1	1
F	Plancha Black y Decker	1200	1	1,2
F	Focos Incandescentes	40	8	0,32
F	Taladro de Piso	1440	1	1,44
F	Esmeril Germany	186,5	2	0,373
F	Esmeril BenchGrinder	559,5	1	0,5595
F	Amoladoras	800	2	1,6
F	Sierra de Mesa	360	1	0,36
F	Taladro de Mano	800	1	0,8
F	Bomba de Aire	660	1	0,66
F	Lijadora	720	1	0,72
F	Sierra de Banco	156	1	0,156
F	Moto Sierra	720	1	0,72
F	Calefactores	7500	1	7,5
TOTAL(KW)				49,6885

FUENTE: Censo de Carga Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL



Tabla 47 Censo Planta Baja del Monasterio

CENSO DE CARGA PLANTA BAJA				
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA NOMINAL (W)	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
I	Focos Ahorradores	5	24	0,12
F	Focos incandescentes	60	132	7,92
F	Focos Ahorradores	30	15	0,45
F	Calefactor	1500	1	1,5
F	Foco Ahorrador	60	1	0,06
F	Lámparas	50	16	0,8
F	Tomas Corrientes	150	92	13,8
F	Ojos de Buey	30	12	0,36
F	Refrigerador	125	1	0,125
F	Minicomponente	100	1	0,1
F	Calentador Alimentos	100	1	0,1
F	Aspiradoras	2387	1	2,387
F	Lavadora de Pisos	1200	1	1,2
F	Reflector	20	2	0,04
F	Televisor	90	1	0,09
F	Focos Ahorradores	11	13	0,143
F	Horno Microondas	1524	2	3,048
F	Dispensador de Agua Fría/Caliente	500	1	0,5
F	Radio Grabadora	26	1	0,026
F	Focos Ahorradores	100	2	0,2
F	Horno Tostador	1300	1	1,3
F	Batidora de mano	216	1	0,216
F	Batidora de Piso	230	1	0,23
F	Licuada	600	1	0,6
F	Refrigeradora	250	2	0,5
F	Extractor de Humo	260	1	0,26
F	Luminarias Fluorescentes	40	15	0,6
F	Amasadora de Pan	1492	1	1,492
F	Laminadora	1492	1	1,492
F	Horno Eléctrico	814	1	0,814
TOTAL(KW)				40,473

FUENTE: Censo de Carga Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 48 Censo Planta Alta del Monasterio

CENSO DE CARGA PLANTA ALTA				
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA NOMINAL (W)	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
I	Luminarias Incandescentes	60	151	9,06
F	Toma Corrientes Dobles	150	123	18,45
F	Focos Ahorradores	5	24	0,12
F	Reflector	100	2	0,2
F	Luminarias Incandescentes	30	10	0,3
F	Computadoras	360	4	1,44
F	Copiadoras	1440	2	2,88
F	Focos Ahorradores	40	26	1,04
F	Focos Ahorradores	11	17	0,187
F	Televisor Plasma	330	1	0,33
F	Refrigerador	70	1	0,07
F	Impresoras	150	3	0,45
F	Emplasticadora	528	1	0,528
F	DVD	20	2	0,04
F	Máquina para sellar Plástico	400	1	0,4
TOTAL(KW)				35,495

Tabla 49 Censo Hospedería y Exteriores

CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
I	Focos Incandescentes	60	98	5,88
F	Tomacorrientes Dobles	150	88	13,2
F	Ducha Eléctrica	3500	3	10,5
F	Calefactor	1500	2	3
F	Luminaria Fluorescentes	40	2	0,08
F	Dispensador Agua Caliente/Frío	564	2	1,128
F	Plancha	1000	1	1
F	Foco Ahorrador	40	27	1,08
F	Motor Puerta Automática	373	1	0,373
F	Luminarias Incandescentes	100	5	0,5
F	Bombas para Agua	2984	2	5,968
F	Focos Ahorradores	40	8	0,32
F	Focos Incandescentes	100	15	1,5
TOTAL(KW)				44,529

FUENTE: Censo de Carga Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL

Tabla 50 Censo Vivienda 1 (Sr. Germánico)

CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA NOMINAL (W)	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
I	Focos Incandescentes	60	10	0,6
F	Computadoras	360	1	0,36
F	Televisor	65	1	0,065
F	Toma Corrientes	150	9	1,35
F	Televisor	75,5	1	0,0755
F	Televisor	35	1	0,035
F	Foco Ahorrador	25	1	0,025
F	Televisor	71	1	0,071
F	Refrigeradoras	250	2	0,5
F	Radio Grabadora	15	1	0,015
F	Licuadora	600	1	0,6
TOTAL(KW)				3,6965

Tabla 51 Censo Vivienda 2 (Museo)

CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA NOMINAL (W)	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
I	Focos Incandescentes	60	37	2,22
F	Televisor	65	2	0,13
F	Focos Fluorescentes	40	15	0,6
F	Toma Corrientes Dobles	150	25	3,75
F	Focos	30	3	0,09
F	Focos	100	2	0,2
F	Focos ahorradores	60	4	0,24
F	Foco Ahorrador	25	6	0,15
TOTAL(KW)				7,38

FUENTE: Censo de Carga Monasterio
AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL



Anexo 3 Manual de Operación y Mantenimiento MCH

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SANTA MARÍA DEL PARAÍSO

1. OPERACIÓN DE LA MINI CENTRAL

Sin motivo de ser reiterativos en el mantenimiento de la Mini Central de Generación Hidroeléctrica del Monasterio Santa María del Paraíso, presentamos el manual de Operación y Mantenimiento de la misma.

Para la puesta en servicio de la Mini Central se requiere llevar a efecto los siguientes pasos.

1.1 Paso 1

Cerrar la compuerta de la boca toma de agua, girando el volante hasta observar que el caudal de agua se interrumpe parcialmente y rebosa al compartimiento de concreto observando que el caudal que se suministra sea considerablemente el mínimo.

1.2 Paso 2

Llenar completamente la tubería de presión, observar que el aliviadero de los tanques desarenadores se encuentre funcionando, y suministrar todo el caudal desde la compuerta de la bocatoma cerrando completamente la misma.

1.3 Paso 3

Abrir completamente la válvula de mariposa de la Mini Central, observar que el manómetro de presión marque 150 PSI, y abrir la válvula de aire de los inyectores.

1.4 Paso 4

Observar que el grupo electromecánico esté libre de cualquier objeto o material que no sea parte del mismo.

1.5 Paso 5

Controlar que todas las partes del grupo electromecánico, estén bien fijadas sin que exista partes sueltas o desajustadas.

1.6 Paso 6

Controlar que el disyuntor del tablero de control esté en la posición **OFF**, o apagado.

1.7 Paso 7

Abrir los inyectores, girando pausadamente el volante del regulador de velocidad, hasta alcanzar la velocidad necesaria, observando la frecuencia y el voltaje en el tablero de control hasta que los valores sean 60 Hz y 400 V por ser un sistema trifásico.

1.8 Paso 8

Una vez que el equipo se encuentra funcionando en forma estable y haya alcanzado el voltaje y la frecuencia necesarios, se procede a energizar el transformador elevador o sub estación, accionando el disyuntor de salida y llevándolo a la posición de **ON**, la energía eléctrica habrá llegado hasta el tablero de transferencia del monasterio.

1.9 Paso 9

Abrir el tablero de transferencia y accionar el interruptor termo magnético del intercambiador automático de la mini central, observe que el intercambiador de la central se enclava y el de la red, salta automáticamente, cortando la energía de la red y a la vez energizando todo el sistema eléctrico del Monasterio.

1.10 Paso 10

Para detener o parar la mini central, es necesario desconectar la conexión principal del sistema, llevando el disyuntor del tablero de control a la posición de **OFF**, luego cerrar los inyectores y la válvula de mariposa principal.

2. MANTENIMIENTO DE LA MINI CENTRAL

2.1 Bocatoma

Se debe limpiar en forma permanente las rejillas de la bocatoma las mismas que retienen los sólidos flotantes, para evitar reducir el caudal de captación.

Extraer los residuos flotantes de las rejillas verticales, los residuos extraídos deben ser dispuestos adecuadamente en otro sitio alejado de la bocatoma.

Para la extracción de sólidos se debe emplear herramientas construidas y adaptadas para limpiar las rejillas de mejor manera.

El operador debe contar con el equipo adecuado para la ejecución de esta tarea.

2.2 Canales

Se debe realizar la limpieza de los canales de agua, limpiar los arbustos que crecen en las superficies laterales del canal.

Limpiar todo tipo de objetos extraños que pueda haber en la superficie del canal con la finalidad de proteger las rejillas y la bocatoma y de evitar que el agua rebose del canal.

2.3 Tubería de Presión

En la tubería de presión se debe observar que no existan filtraciones de agua o fisuras que pueda tener la tubería, en caso de existir alguna anomalía suspender inmediatamente el servicio eléctrico y realizar la operación de apagado del grupo generador luego proceder a realizar el mantenimiento correspondiente.

Se debe llenar la tubería con un caudal mínimo para evitar que se produzcan sobrepresiones en el momento de accionar el grupo generador.

2.4 Válvulas

Se debe realizar un chequeo periódico de la válvula principal del grupo generador, con el objetivo de garantizar el cierre inmediato de la misma por emergencia, o parada de la Mini Central.

La válvula no debe estar atascada o presentar fugas de agua, si presenta cualquier anomalía suspender el servicio y realizar la operación de apagado del equipo y realizar el mantenimiento correspondiente.

2.5 Compuertas

Las compuertas por lo general están expuestas a factores ambientales y por ende presentan corrosión y desgaste.

Se debe realizar una limpieza de todo el mecanismo y realizar la operación de engrasado para evitar que las compuertas se atasquen.

Se debe pintar periódicamente con pintura anticorrosiva, para mantener las compuertas libres de corrosión por agentes ambientales.

Revisar que no existan objetos extraños que puedan obstaculizar el cerrado o la apertura de las compuertas, si es el caso suspender el servicio eléctrico, apagar el grupo generador, vaciar los tanques desarenadores y proceder a realizar el mantenimiento.

2.6 Turbina

Se debe realizar un chequeo periódico de la turbina con el objetivo de garantizar una eficiencia y efectividad en el funcionamiento de la misma.

Se debe chequear periódicamente el nivel de aceite y la temperatura de las chumaceras para garantizar su buen funcionamiento.

2.7 Fajas y Poleas

Observar si las uniones de las fajas se encuentran bien cosidas, en caso de no estarlo no encender la Mini Central, las fajas pueden salir precipitadamente y pueden causar daños severos.

Si las fajas se rompen durante el funcionamiento de la Mini Central, cerrar inmediatamente los inyectores de la Mini Central, luego proceder a realizar el cambio correspondiente de la faja.

2.8 Generador

El generador vibra excesivamente, cierre la válvula principal y ajuste los pernos de la base del generador.

No existe voltaje en el sistema, conecte la excitación del generador en el tablero de control mediante el interruptor de conexión.

El generador repentinamente sobrepasa el nivel de velocidad de 1200 rpm, suspenda el servicio eléctrico y cierre la válvula principal, revise el regulador de velocidad.

El voltaje de generación no es el adecuado, ajuste el regulador de voltaje mediante los botones de regulación.

El generador no gira a la velocidad de 1200 rpm, abra completamente la válvula principal.

2.9 Transformadores

El mantenimiento de los transformadores se debe realizar por personas profesionales y calificadas para tal efecto, se recomienda realizarlo en un laboratorio de pruebas para transformadores.

2.10 Líneas de Distribución

Se debe observar que no existan ramas de árboles que estén en contacto con las líneas, si es el caso suspender el servicio eléctrico y realizar el mantenimiento de



las líneas por personas que estén calificadas para realizar el mantenimiento (Ingenieros, linieros, técnicos en electricidad)

Se debe observar que los herrajes y aislamientos estén correctamente instalados, y que no presenten ruidos o fisuras si es el caso, realizar el mantenimiento de las líneas por personas que estén calificadas para realizar el mantenimiento (Ingenieros, linieros, técnicos en electricidad).

2.11 Grupo Generador

Se debe realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de todos los componentes del grupo generador periódicamente para garantizar la vida útil y la confiabilidad del mismo.

Anexo 4 Tabla 53 Factor del Valor Actual

Factor de Valor Actual															
Hallar "P" dado "F" (P/R, i, n)															
n \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30
1	0.9901	0.9804	0.9615	0.9615	0.9524	0.9434	0.9346	0.9259	0.9174	0.9091	0.8929	0.8696	0.8333	0.8000	0.7692
2	0.9803	0.9612	0.9426	0.9246	0.9070	0.8900	0.8734	0.8573	0.8417	0.8265	0.7972	0.7562	0.6945	0.6400	0.5917
3	0.9706	0.9423	0.9152	0.8890	0.8638	0.8396	0.8163	0.7938	0.7722	0.7513	0.7118	0.6575	0.5787	0.5120	0.4552
4	0.9610	0.9239	0.8855	0.8548	0.8227	0.7921	0.7629	0.7350	0.7084	0.6830	0.6335	0.5718	0.4823	0.4096	0.3501
5	0.9515	0.9057	0.8626	0.8219	0.7835	0.7473	0.7130	0.6806	0.6499	0.6209	0.5674	0.4972	0.4019	0.3277	0.2693
6	0.9421	0.8880	0.8375	0.7903	0.7462	0.7050	0.6664	0.6302	0.5963	0.5646	0.5066	0.4323	0.3349	0.2622	0.2072
7	0.9327	0.8706	0.8114	0.7599	0.7267	0.6851	0.6428	0.6035	0.5470	0.5132	0.4524	0.3759	0.3291	0.2097	0.1594
8	0.9235	0.8535	0.7894	0.7307	0.6768	0.6274	0.5820	0.5403	0.5019	0.4665	0.4039	0.3269	0.2326	0.1678	0.1226
9	0.9143	0.8368	0.7664	0.7026	0.6446	0.5919	0.5439	0.5003	0.4604	0.4241	0.3606	0.2843	0.1938	0.1342	0.0943
10	0.9053	0.8204	0.7441	0.6756	0.6139	0.5584	0.5084	0.4632	0.4224	0.3856	0.3220	0.2472	0.1615	0.1074	0.0725
11	0.8963	0.8043	0.7224	0.6496	0.5847	0.5268	0.4751	0.4289	0.3875	0.3505	0.2875	0.2150	0.1346	0.0859	0.0558
12	0.8875	0.7885	0.7014	0.6246	0.5568	0.4970	0.4440	0.3971	0.3555	0.3186	0.2567	0.1869	0.1122	0.0687	0.0429
13	0.8787	0.7730	0.6810	0.6006	0.5303	0.4688	0.4150	0.3677	0.3262	0.2897	0.2292	0.1625	0.0935	0.0650	0.0330
14	0.8700	0.7579	0.6611	0.5775	0.5051	0.4423	0.3878	0.3405	0.2993	0.2633	0.2046	0.1413	0.0779	0.0440	0.0254
15	0.8614	0.7430	0.6419	0.5553	0.4810	0.4173	0.3625	0.3153	0.2475	0.2394	0.1827	0.1229	0.0649	0.0352	0.0195
16	0.8528	0.7265	0.6232	0.5339	0.4581	0.3937	0.3387	0.2919	0.2519	0.2176	0.1631	0.1069	0.0541	0.0282	0.0150
17	0.8444	0.7142	0.6050	0.5134	0.4363	0.3714	0.3166	0.2703	0.2311	0.1979	0.1457	0.0929	0.0451	0.0225	0.0116
18	0.8360	0.7002	0.5874	0.4936	0.4155	0.3504	0.2959	0.2503	0.2120	0.1799	0.1300	0.0808	0.0376	0.0180	0.0089
19	0.8277	0.6864	0.5703	0.4747	0.3957	0.3305	0.2765	0.2317	0.1945	0.1635	0.1161	0.0703	0.0313	0.0144	0.0069
20	0.8196	0.6730	0.5537	0.4564	0.3769	0.3118	0.2584	0.2146	0.1784	0.1487	0.1037	0.0611	0.0261	0.0115	0.0053
21	0.8114	0.6598	0.5376	0.4388	0.3590	0.2942	0.2415	0.1987	0.1637	0.1351	0.0926	0.0531	0.0217	0.0092	0.0041
22	0.8034	0.6468	0.5319	0.4220	0.3419	0.2775	0.2257	0.1840	0.1502	0.1229	0.0827	0.0462	0.0181	0.0074	0.0031
23	0.7955	0.6342	0.5067	0.4057	0.3256	0.2618	0.2110	0.1703	0.1378	0.1117	0.0738	0.0402	0.0151	0.0059	0.0024
24	0.7876	0.6217	0.4919	0.3901	0.3101	0.2470	0.1972	0.1577	0.1264	0.1015	0.0659	0.0349	0.0126	0.0047	0.0019
25	0.7798	0.6095	0.4776	0.3751	0.2953	0.2330	0.1843	0.1460	0.1160	0.0923	0.0588	0.0304	0.0105	0.0038	0.0014
26	0.7721	0.5976	0.4637	0.3607	0.2813	0.2198	0.1722	0.1352	0.1064	0.0839	0.0525	0.0264	0.0087	0.0030	0.0011
27	0.7644	0.5859	0.4502	0.3468	0.2679	0.2074	0.1609	0.1252	0.0976	0.0763	0.0469	0.0230	0.0073	0.0024	0.0008
28	0.7568	0.5744	0.4371	0.3335	0.2551	0.1956	0.1504	0.1159	0.0896	0.0694	0.0419	0.0200	0.0061	0.0019	0.0007
29	0.7494	0.5631	0.4244	0.3207	0.2430	0.1846	0.1406	0.1073	0.0822	0.0680	0.0374	0.0174	0.0051	0.0016	0.0005
30	0.7419	0.5521	0.4120	0.3083	0.2314	0.1741	0.1314	0.0994	0.0754	0.0573	0.0334	0.0151	0.0042	0.0012	0.0004
31	0.7346	0.5413	0.4000	0.2965	0.2204	0.1653	0.1228	0.0920	0.0692	0.0521	0.0298	0.0131	0.0035	0.0010	0.0003
32	0.7273	0.5306	0.3883	0.2851	0.2099	0.1550	0.1148	0.0852	0.0634	0.0474	0.0266	0.0114	0.0029	0.0008	0.0002
33	0.7201	0.5202	0.3770	0.2741	0.1999	0.1462	0.1072	0.0789	0.0582	0.0431	0.0238	0.0099	0.0024	0.0006	0.0002
34	0.7130	0.5100	0.3661	0.2636	0.1904	0.1379	0.1002	0.0731	0.0534	0.0392	0.0212	0.0086	0.0020	0.0005	0.0001
35	0.7059	0.5000	0.3554	0.2534	0.1813	0.1301	0.0937	0.0676	0.0490	0.0356	0.0189	0.0075	0.0017	0.0004	0.0001

FUENTE: ITDG, Intermediate Technology Development Group, Manual de Mini Centrales Hidráulicas, Peru, 1995.

AUTORES: CRUZ CÉSAR, AVILÉS MIGUEL