

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**INGENIERIA CONCEPTUAL BASICA Y DE DETALLE DE UNA
MICRORED MEDIANTE BIOMASA PARA LA GENERACION
ELECTRICA DE 500 KVA EN EL SECTOR AISLADO DE
TIPUTINI PROVINCIA DE ORELLANA CANTÓN AGUARICO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

ELABORADO POR:

JORGE LUIS PALACIOS AGUAS

DIRECTOR: ING. ÁNGELO VILLAVICENCIO

CODIRECTOR: ING. WILSON YÉPEZ

Septiembre 2013

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “INGENIERÍA CONCEPTUAL BÁSICA Y DE DETALLE DE UNA MICRORED MEDIANTE BIOMASA PARA LA GENERACIÓN ELECTRICA DE 500 KVA EN EL SECTOR AISLADO DE TIPUTINI PROVINCIA DE ORELLANA CANTÓN AGUARICO.” Fue realizado en su totalidad por JORGE LUIS PALACIOS AGUAS, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Ángelo Villavicencio

DIRECTOR

Ing. Wilson Yépez

CODIRECTOR

Sangolquí, 2013 - 09 - 03

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

INGENIERÍA CONCEPTUAL BÁSICA Y DE DETALLE DE UNA MICRORED
MEDIANTE BIOMASA PARA LA GENERACIÓN ELECTRICA DE 500 KVA
EN EL SECTOR AISLADO DE TIPUTINI PROVINCIA DE ORELLANA
CANTÓN AGUARICO.

ELABORADO POR:

JORGE LUIS PALACIOS AGUAS

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ING. Ángelo Villavicencio

DIRECTOR DE LA CIME

Sangolquí, 03 de Septiembre del 2013

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, que gracias a sus grandes esfuerzos y consejos me ayudaron a enfrentar todos los problemas e inconvenientes que he tenido al pasar de los años en mí vida estudiantil, como personal con grandes valores morales y éticos.

A mis hermanos que son los pilares y ejemplo de trabajo, sacrificio y permanente respaldo para mi desarrollo como profesional, impulsándome a seguir creciendo cada día más y enfrentar nuevas metas.

A mi esposa e hijo que gracias a su amor y confianza me hacen crecer cada día incentivándome y motivándome a seguir adelante para cumplir nuestros objetivos y realizarnos cada vez mas como familia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los Ingenieros Andrés Palacios y Gabriel Tirira por ser quienes en el impulso de esta tesis, donde sin su apoyo e interés no se hubiera podido culminar y obtener los resultados aquí expuestos.

A mis profesores, laboratoristas y de más personal de la institución que gracias a su esfuerzo y trabajo me impulsaron a tener iniciativa incorporando los conocimientos y experiencias vividas por ellos para el manejo de los distintos problemas que se presentan en todas las etapas de la vida.

A mis amigos y compañeros de aula que con su presencia hicieron crear y solucionar problemas, caer y levantarse muchas veces para encontrar siempre un apoyo y así pasar gratos y memorables recuerdos que se quedaran por el resto de nuestras vidas.

A mis tutores de tesis ya que sin su incansable apoyo y tiempo dedicado para este proyecto no habría sido posible la ejecución y desarrollo de esta tesis encaminándome constantemente a la búsqueda de nuevos conocimientos.

Por último agradezco a la Universidad Politécnica del Ejército por brindarme la oportunidad de realizarme como profesional inculcándome su disciplina y valores que las resaltan a ser una de las mejores de nuestro país.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	ii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xviii
RESUMEN	xxi

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Tabla de contenido

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	ii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xx
CAPITULO 1.....	1
GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.2.1. RECURSO ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA	4
1.2.2. REGISTROS HISTÓRICOS DE CONSUMO	9
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	11
1.4. OBJETIVOS	11
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.5. ALCANCE.....	12
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	12
CAPITULO 2.....	14
INGENIERÍA CONCEPTUAL	14
2.1. MICRORED	14
2.1.1. TERMODINÁMICA	14
2.1.2. ENERGIA	15
2.1.3. CALOR	15
2.1.4. VAPOR.....	15
2.1.4.1.1. VAPOR SATURADO	16

2.1.4.1.2. VAPOR SOBRECALENTADO.....	16
2.1.5. CALDERA	16
2.1.6. TURBINA.....	19
2.1.7. CONDENSADOR	20
2.1.8. BOMBA	20
2.1.9. CICLO RANKINE.....	21
2.2. DEMANDA ENERGÉTICA	24
2.2.1. PROGRAMA PILOTO	24
2.2.2. MÉTODOS Y FORMAS.....	25
2.3. ENERGÍAS RENOVABLES.....	27
2.3.1. BIOMASA	30
2.3.2. APLICACIONES DE LA ENERGÍA DE LA BIOMASA	34
2.3.3. CAÑA GUADUA	34
2.4. POBLACIÓN Y ESTATUS SOCIAL.....	36
2.4.1. ORIENTE ECUATORIANO	36
2.5. CONCEPTOS BÁSICOS DE INGENIERÍA ECONÓMICA	41
2.5.1. FLUJO DE EFECTIVO	41
2.5.2. VALOR ACTUAL NETO DE LA INVERSIÓN (VAN).....	41
2.5.3. TIR.....	43
CAPÍTULO 3.....	45
INGENIERÍA BÁSICA	45
3.1. LÍNEA BASE.....	45
3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUA.....	49
3.2.1. SISTEMA DE GENERACIÓN.....	49
3.2.2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	54
3.2.3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA	55
3.3. DISEÑO TÉRMICO	64
3.3.1. CICLO RANKINE.....	65
3.3.2. FLUJO DE VAPOR.....	70
3.3.3. MASA DE COMBUSTIBLE.....	71
3.3.4. EFICIENCIA DE LA CENTRAL	71
3.3.5. COSTO ANUAL DE COMBUSTIBLE	72

3.3.6. CÁLCULO DE ESPESOR Y SELECCIÓN DE AISLANTE PARA LA TUBERÍA	73
3.4. DISEÑO MECÁNICO.....	81
3.4.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS PRINCIPALES DE VAPOR.....	81
DIAGRAMA PARA DIMENSIONAR TUBERÍAS DE VAPOR	89
CAPITULO 4.....	91
INGENIERÍA DE DETALLE.....	91
4.1. IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS	91
4.2. IDENTIFICACIÓN DE VÁLVULAS	91
4.3. INSTRUMENTACIÓN.....	92
4.3.1. CONTROL DISCRETO	93
4.4. DIAGRAMAS DE PROCESOS E INSTRUMENTOS (P&ID)	93
4.5. P&ID	95
4.6. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	96
4.6.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	109
CAPITULO 5.....	124
ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN A DETALLE DE LA MICRORED	124
5.1. ANÁLISIS OFERTA - DEMANDA	124
5.2. CONSTRUCCIÓN DE GRAFICAS	127
5.3. FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE LA MICRORED.....	131
5.4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	131
5.4.1. MANTENIMIENTO DE LA BOMBA	133
5.4.2. MANTENIMIENTO DE LA CALDERA	135
5.4.3. MANTENIMIENTO DEL CONDENSADOR	136
5.4.4. MANTENIMIENTO DE LA TURBINA	137
5.5. PERSONAL PARA EL MANTENIMIENTO Y TRABAJOS PLANTA	140
5.6. FACILIDADES DE LA MICRORED	144
5.7. CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES	155
CAPITULO 6.....	157
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO	157
6.1. ANÁLISIS FINANCIERO	157
6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO	162

6.3. COSTOS INDIRECTOS	164
USD.....	164
6.3.1. IMPREVISTOS.....	164
6.4. COSTOS DIRECTOS Y FINANCIADOS	164
6.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO	165
CAPITULO 7.....	166
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	166
Bibliografía	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Distribución de la Precipitación (mm) – Coca	4
Figura 1.2 Distribución de la Temperatura (°C)	4
Figura 1.3 Generador 450 KVA	5
Figura 1.4 Generador del BS 59	6
Figura 1.5 Generador de Agua Potable	7
Figura 1.6 Trasnformador Tiputini	9
Figura 1.7 Microred	14
Figura 1.8 Diagrama T – V	15
Figura 1.9 Caldera con parrilla	17
Figura 1.10 Caldera Acuotubular	19
Figura 1.11 Turbina	19
Figura 1.12 Condensador	20
Figura 1.13 Bomba centrifuga	21
Figura 1.14 Ciclo Rankime	22
Figura 1.15 Clasificación de la Energía Renovable	29
Figura 1.16 Clasificación de la Biomasa	31
Figura1.17 Caña Guadua	36
Figura 1.18 Orellana	37
Figura 1.19 Tiputini	39
Figura 1.20A Curva de carga diaria de la población de Tiputini	45

Figura 1.20B Curva de carga diaria de la población de Tiputini	46
Figura 1.21 Datos y curva de carga Tiputini incluyendo el Batallon de selva y generador de agua potable	47
Figura 1.22 Datos de la demanda futura	48
Figura 1.23 T-S del agua estado 1	65
Figura 1.24 T-S del agua estado 2	66
Figura 1.25 T-S del agua estado 3	67
Figura 1.26 T-S del agua estado 4	67
Figura 1.27 Espesor óptimo	77
Figura 1.28 Espesor de la tubería	85
Figura 1. 29 Diagrama para dimensionar tuberías	89
Figura 1.30 Monograma para caídas de presión	90
Figura 1.31 Codificación de tubería	91
Figura 1.32 Codificación de válvulas	91
Figura 1.33 Instrumentación	92
Figura 1.34 Control discreto	93
Figura 1.35 Instrumentos	93
Figura 1.36 Instrumentos digitales	94
Figura 1. 37 Líneas de procesos	95
Figura 1.38 Impácto ambiental	109
Figura 1.39 Demanda diaria de energía	127
Figura 1.40 Costo de combustible VS Año	128

Figura 1.41 Oferta – Demanda Tiputini	128
Figura 1.42 Abonados - Habitantes Tiputini	128
Figura 1.43 Crecimiento poblacional Tiputini	129
Figura 1.44 Venta de energía año VS Costo de combustible año	129
Figura 1.45 Valoración de impactos ambientales	130
Figura 1.46 Impactos generados	130
Figura 1.47 Organigrama de jerarquía	143
Figura 1.48 Modelo de planta de caña guadua	144
Figura 1.49 Indicativos contra incendios	150
Figura 1.50 Indicativos de evacuación	150
Figura 1.51 Señales de advertencia	151
Figura 1.52 Señales de socorro	151
Figura 1.53 Señales de riesgo permanente	152
Figura 1.54 Señales de prohibición	152
Figura 1.55 Señales de obligación	152
Figura 1.56 Caminería ecológica	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Aprovechamiento de la biomasa	1
Tabla 1.2	Ubicación de las estaciones meteorológicas	3
Tabla 1.3	Características generador 1	5
Tabla 1.4	Características generador 2	6
Tabla 1.5	Características del generador de agua	8
Tabla 1.6	Costo de diesel en tiputini	9
Tabla 1.7	Hoja de control diario de operación	10
Tabla 1.8	Capacidad Calorífica de Cultivos y Combustibles	32
Tabla 1.9	Poder calorífico de la caña guadua	36
Tabla 1.10	Especificaciones técnicas turbogenerador	50
Tabla 1.11	Requerimiento para selección de caldera	52
Tabla 1.12	Especificaciones técnicas de la caldera	53
Tabla 1.13	Especificaciones técnicas del condensador	53
Tabla 1.14	Especificaciones técnicas de la pierna colectora	54
Tabla 1.15	Especificaciones técnicas del tanque de almacenamiento	55
Tabla 1.16	Especificaciones técnicas de la bomba centrífuga	55
Tabla 1.17	Planta de tratamiento de agua	56
Tabla 1.18	Elemento del sistema modular	58
Tabla 1.19	Características de la electroválvula	59
Tabla 1.20	Características del elemento de mezcla rápido	59
Tabla 1.21	Características del elemento de sedimentación	61

Tabla 1.22 Características del elemento de filtración	62
Tabla 1.23 Características del elemento de desinfectación	63
Tabla 1.24 Características del elemento de dosificación	63
Tabla 1.25 Características del elemento de caudal	64
Tabla 1.26 Condiciones de la turbina	65
Tabla 1.27 Propiedades termodinámicas de la central	69
Tabla 1.28 Características de los aislantes	75
Tabla 1.29 Espesores del aislante	79
Tabla 1.30 Espesor óptimo económico	81
Tabla 1.31 Velocidades recomendadas para el dimensionamiento de tubería.	83
Tabla 1.32 Factores de corrección del vapor recalentado	84
Tabla 1.33 Dimensiones de tubería SCHEDULE 80	86
Tabla 1.34 Velocidades recomendadas para el dimensionamiento de tuberías que transporta vapor de escape	88
Tabla 1.35 Datos estadísticos abscisa 20+020	98
Tabla 1.36 Datos estadísticos abscisa 16+400	99
Tabla 1.37 Datos estadísticos abscisa 15+700	101
Tabla 1.38 Datos estadísticos abscisa 14+820	102
Tabla 1.39 Datos estadísticos abscisa 14+000	103
Tabla 1.40 Datos estadísticos abscisa 11+550	104

Tabla 1.41 Datos estadísticos abscisa 11+150	105
Tabla 1.42 Datos estadísticos abscisa 10+420	106
Tabla 1.43 Datos estadísticos abscisa 09+740	108
Tabla 1.44 Criterios de valoración de impactos ambientales	116
Tabla 1.45 Criterio de valoración de matrices de evaluación de impactos	117
Tabla 1.46 Matriz de valoración de impactos ambientales	120
Tabla 1.47 Matriz operada de valoración de impactos ambientales	121
Tabla 1.48 Tabla de Crecimiento Poblacional Anual	125
Tabla 1.49 Demanda máxima comunidad Tiputini	127
Tabla 1.50 Tabla de factibilidad 100% financiado	131
Tabla 1.51 Mantenimiento planta biomásica caña guadua	139
Tabla 1.52 Tabla de EPP básica de trabajo	145
Tabla 1.53 Tipos de extintores	149
Tabla 1.54 Amortización préstamo	161
Tabla 1.55 Fujo de efectivo	162
Tabla 1.56 Costos Indirectos	164
Tabla 1.57 Imprevistos	164
Tabla 1.58 Costos Directos y Financiados	164
Tabla 1.59 Costos del Proyecto	165
Tabla 1.60 Costos del proyecto de Grado	165

GLOSARIO DE TÉRMINOS

t:	Temperatura, °C o °K
W:	Potencia, Kw o Mw
P:	Presión, Kpa o Mpa
h:	Entalpía específica, KJ/Kg
v:	Volumen específico, m ³ /Kg
Q:	Tasa de transferencia de calor, Kw
A:	Área, m ²
C_p:	Calor específico, KJ/Kg.°K
S:	Entropía específica, KJ/Kg
m comb:	Cantidad de combustible, Kg/s
C:	Costo de compra de combustible por millón de BTU 9.50 USD/ton
T:	Número de horas de operación anual, 8322 h/año
N central:	Potencia nominal de la generación de la central, KW
CAC:	Costo anual de combustible, USD/año

Letras Griegas

Ø:	Diámetro, pulg
D:	Densidad, Kg/m ³
n:	Eficiencia térmica

Sub índices

DAP:	Diámetro de altura de pecho
cond:	Condensador
turb:	Turbina
B:	Bomba
Vs:	Vapor Saturado
Vsb:	Vapor Sobrecalentado
Ee:	Energía de entrada
Ea:	Energía de salida
▲E:	Balance de energía
qe:	Calor de entrada

qs:	Calor de salida
we:	Potencia de entrada
ws:	Potencia de salida
he:	Entalpia de entrada
hi:	Entalpia de salida
m v:	Flujo máximo de vapor
X:	Calidad
Pc:	Potencia comparada
F:	Factor de planta
TB-100:	Turbina
CL-100:	Caldera
CD-100:	Condensador
PC-1:	Pierna colectora
T-200:	Tanque de almacenamiento
P-A/B:	Bombas

RESUMEN

El presente proyecto desarrolla una alternativa viable de generación eléctrica, que contara con Ingeniería Conceptual Básica y de Detalle, con una inversión de \$ 996.000,00 (USD), para la obtención de la Microred de 500 KVA (Sistema de energía generado por una turbina utilizando la biomasa del sector para suplir los actuales generadores a diesel o a su vez ser el back up) enfocado su implementación a comunidades aisladas, zonas rurales y/o urbanas marginales y satisfacer así una de las necesidades básicas que ciertas zonas en el Ecuador no dispone.

La ventaja más destacable es que la turbina trabajara con fuentes primarias y secundarias de biomasa que posee la comunidad para la generación eléctrica y de esta manera el costo del combustible diesel y la transportación ya que las condiciones geográficas de las comunidades no son las más favorables. Los mantenimientos de los equipos se los realizaran en periodos de tiempo extensos e se incluirán capacitaciones al personal.

Se realizara el estudio para suplir la demanda de energía tomando en consideración los beneficios económicos y ambientales que se ganara con el proyecto; demostrando el cambio que puede tener la comunidad para mejorar su calidad de vida.

El objetivo de esta tesis es la presentación de una alternativa energética la cual puede ser implementada en las zonas más alejadas del país, donde la disposición del servicio eléctrico es muy bajo por las dificultades y condiciones mencionadas en párrafos anteriores, de igual forma se muestra un ejemplo para la inversión de nuevos proyectos energéticos, teniendo en cuenta que se puede aprovechar los recursos naturales de la zona, incluyendo un análisis económico – financiero del sistema.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

La energía de la biomasa es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e inorgánica formada en algún proceso biológico o mecánico, generalmente, de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, ser humano, animales, entre otros), o sus restos y residuos. El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente (gasificación), por diferentes medios para obtener su fin.

Uno de los medios en este caso son los “cultivos energéticos” que son otra forma de biomasa consistente en cultivos o plantaciones que se hacen con fines exclusivamente energéticos, es decir, para aprovechar su contenido de energía. Entre este tipo de cultivos tenemos, por ejemplo caña, cuesco, árboles y otras plantas específicas.

El aprovechamiento de la biomasa es a partir de la gasificación como se indica en la tabla 1.1. El rendimiento energético obtenido suele ser alto. En la tabla adjunta se indican los valores de este aprovechamiento, entre los que destaca la electricidad obtenida (haciendo pasar vapor a gran presión por medio de una turbina unida a un generador eléctrico).

Tabla 1.1 Aprovechamiento de la biomasa a partir de la gasificación

Gasificación
Combustibles diversos
Rto: 65-75%

La turbina es el nombre genérico que se da a la mayoría de las turbomáquinas motoras. Éstas son máquinas de fluido, a través de las cuales pasa un fluido en forma continua y éste le entrega su energía a través de un rodete con paletas o álabes.

En este caso la turbina que utilizaremos es de vapor el cual es producido por una caldera en condiciones elevadas de temperatura y presión en donde ésta generara una energía mecánica que será aprovechada por un generador para producir electricidad.

El generador eléctrico capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre los terminales de sus bornes transformando la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético variable sobre los conductores eléctricos dispuestos en la armadura.

Aunque la corriente generada es alterna, puede ser rectificadada para obtener una corriente continua.

1.2. ANTECEDENTES

Tiputini se encuentra en la latitud -0.75 y longitud - 75.53 a 335 km al este de la ciudad de Quito. Son las poblaciones más extremas del Ecuador y el acceso se lo hace en manera terrestre por 70 km desde la ciudad de Nueva Loja hasta el río Napo y de allí 200 km al sur por medio fluvial.

La comunidad de Tiputini está ubicada en el cantón Aguarico, en la provincia de Orellana. La población del cantón es de cerca de 9644 habitantes según el Censo del 2010, por otra parte la comunidad de Nuevo Rocafuerte tiene cerca de 8649 habitantes y el resto en las comunidades rurales de Capitán Augusto Rivadeneira, Cononaco, Santa María de Huiririma y Tiputini.

El número de familias de Tiputini es de 142, tomando en cuenta que el servicio eléctrico se obtiene de un grupo electrógeno a diesel de 450 KVA que sirve tanto a los usuarios urbanos como al Batallón Montecristi BS 57 ubicado en el sector.

El traslado del combustible se lo hace por la misma ruta y tiene un importante costo de movilización, lo cual hace factible considerar otras posibilidades de suministro de energía.

La provincia al encontrarse situada en el oriente posee las características climatológicas especiales, respondiendo a una diversidad de factores que modifican su condición natural, tales como:

Latitud geográfica, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, acercamiento y alejamiento del Océano, corrientes marinas y los vientos. (INAMHI)

Altitud.- Es sin duda, el factor que más contribuye a modificar el clima en nuestro país. Si se considera que partiendo del nivel del mar la temperatura desciende un grado por cada 200 metros de altura, nuestro clima tiene una fluctuación de aproximadamente 31 grados, ya que el nivel de sus tierras va desde 0 metros al nivel del mar hasta 6310 metros que es su máxima altura en las cumbres del Chimborazo.

Dirección de las cadenas montañosas.- La altura de las cordilleras occidental y Oriental del sistema montañoso de los Andes impide la penetración de los vientos cálidos y húmedos del Occidente y del oriente al interior de la hoyas de nuestra región Andina, modificando el clima de esta región.

Vegetación.- Donde existe mayor vegetación, como en el Litoral y el Oriente, se produce mayor evaporación del suelo y de las plantas (evapotranspiración) lo que contribuye al aumento de las precipitaciones, modificando así el clima en dichas regiones. (INAMHI, 2013)

La información para el análisis climático proviene de las estaciones cercanas, las mismas que se identifican a continuación:

Tabla 1.2 Ubicación de las Estaciones Meteorológicas¹

¹ www.inamhi.gob.ec

CODIGO	NOMBRE	Coordenadas - UTM		ALTITUD (m.s.n.m)	TIPO
		E.	N.		
M-052	Coca-Aeropuerto	284825	9950232	290	AR
EBT	Tiputini	372256	9929797	235	EB
M-293	Palmoriente - Huashito	269976	9964975	360	AR

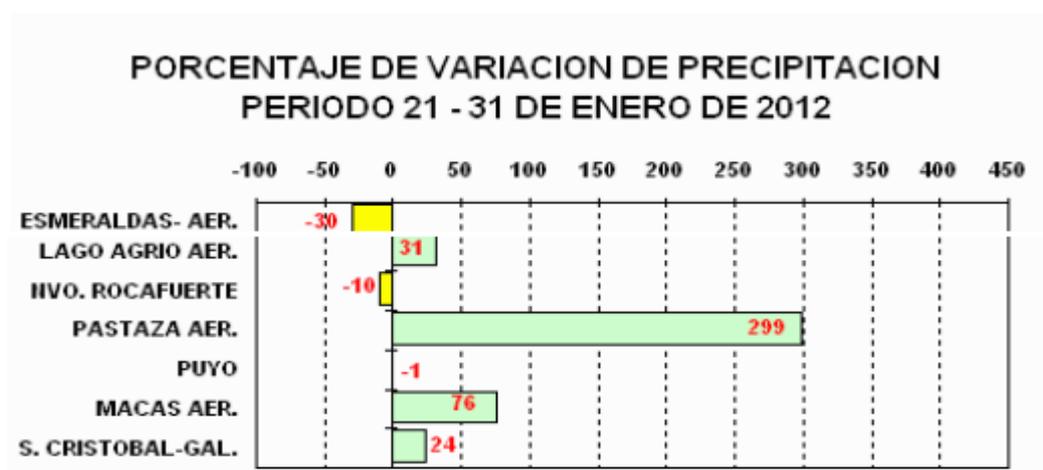


Figura 1.1 Distribución de la Precipitación (mm) - Coca Nuevo Rocafuerte/ Tiputini²

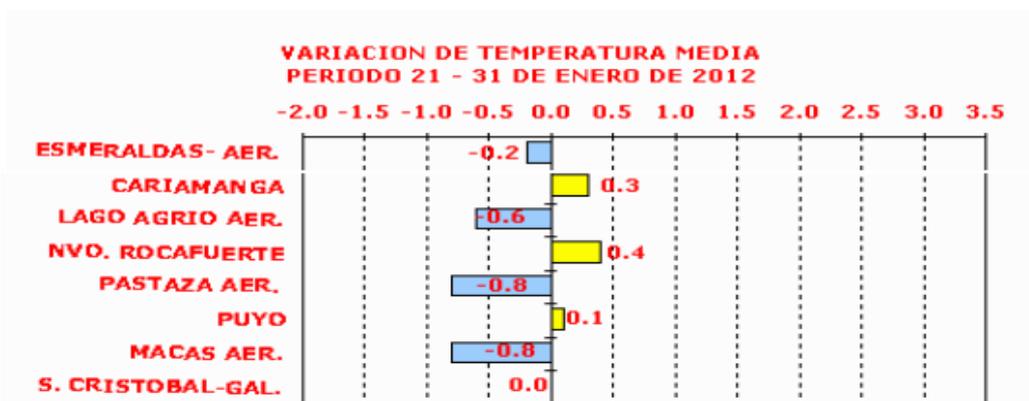


Figura 1.2 Distribución de la Temperatura en °C³

1.2.1. RECURSO ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA

En Tiputini existen tres grupos electrógenos, que atienden a los diferentes consumidores:

² <http://www.inamhi.gob.ec/index.php/clima/boletines/decadal/210>

³ Idem

Grupo electrógeno No. 1 de una potencia de 450 KVA marca Volvo-Standford, que atiende a la población civil de Tiputini, propiedad de la CNELRS.

Grupo electrógeno No. 2 de una potencia de 150 KVA marca IGSA, que sirve al Batallón de Selva No. 57, de propiedad del Ejército Ecuatoriano.

Grupo electrógeno No. 3 de una potencia de 30 KVA marca Standford, que atiende al Sistema de Agua Potable, propiedad de Ilustre Municipio de Tiputini.

Los tres sistemas eléctricos funcionan como sistemas eléctricos aislados como se aprecia en la figura 1.3, 1.4 y 1.5.

El grupo electrógeno No.1, que sirve a la ciudad de Tiputini, tiene las siguientes características técnicas:



Figura 1.3 Generador 450 KVA⁴

Tabla 1.3 Características Generador 450 KVA⁵

⁴ Investigación comunidad

⁵ Idem

Generador:	Standford
Motor de combustión:	Marca VOLVO, Modelo TAD1641GE
Potencia:	450 KVA (360 kW)
Consumo mensual:	6480 galones de diesel al mes
Inicio de Operación:	13 /01/2011
Horas de operación:	18 horas; de 6h00 a 24h00
Voltaje:	250 V, trifásico 60 Hz

El grupo electrógeno No.2 que se indica en la figura 1.4 es aquel que alimenta al batallón de Selva BS 59 Montecristi, posee las siguientes características técnicas:



Figura 1.4 Generador del BS 59⁶

Tabla 1.4 Características Generador BS 59⁷

⁶ Idem

⁷ Idem

Generador eléctrico:	Marca Standford modelo GS 150
Motor de combustión:	Marca John Deere
Potencia:	150 KVA
Horas de operación:	18 horas; de 6h00 a 24h00

El grupo electrógeno No.3, del sistema de agua potable posee las siguientes características técnicas:



Figura 1.5 Generador para el sistema del Agua Potable⁸

⁸ Idem

Tabla 1.5 Características del generador de agua potable⁹

Generador eléctrico:	Marca Standford modelo GTA162A1V48
Motor de combustión:	Marca Standford
Potencia:	30 KVA
Horas de operación:	18 horas; de 6h00 a 24h00

Este generador es independiente de la red de distribución eléctrica de los habitantes de la zona debido a que las autoridades municipales han decidido auto abastecerse de su propia energía eléctrica.

El Batallón 59, manifiesta que el trabajo que sigue realizando este grupo electrógeno para generar energía es alto, de tal manera solicitan se considere un back up, el cuál permitirá que se realicen los debidos mantenimientos a tiempo; y así seguir abasteciendo al batallón como a las familias que se encuentran alimentadas de éste servicio, considerando los gastos que posee y que detallamos a continuación.

El costo del diesel en Tiputini es de 1.46 dólares por galón como se indica en la tabla 1.6. Este valor considera el costo del diesel, más el transporte terrestre y fluvial hasta Tiputini.

⁹ Idem

Tabla 1.6 Costo del diesel en Tiputini¹⁰

Descripción	Valor Unitario USD/GALON
Costo del galón del diesel en Shushufindi incluye IVA (USD/galón)	1,08
Transporte de 6.000,00 (seis mil) galones desde la refinería ubicada en Shushufindi hasta la ciudad de El Coca. (USD/galón)	0,0464
Transporte fluvial del Coca a Tiputini; 6000 galones a un costo de 2000 USD por viaje (USD/galón)	0,333
Valor final del galón del diesel puesto en Tiputini (USD/galón)	1,459



Figura 1.6 Transformador Tiputini¹¹

1.2.2. REGISTROS HISTÓRICOS DE CONSUMO

A continuación se detalla una hoja de Control Diario de Operación, de la Agencia Tiputini de la CNELRS, de un día típico del 1 de Julio de 2011.

¹⁰ Idem

¹¹ Idem

Tabla 1.7 Hoja de control diario de Operación del 17/07/2011¹²

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A.					
AGENCIA:	TIPUTINI				
FECHA:	Viernes 1 de Julio del 2011				
GRUPO:	Volvo 450 KVA				
Hora	CORRIENTE			TENSIÓN DE LÍNEA	POTENCIA (Kw)
	1	2	3		
10H00	110	122	117	254	45
11H00	145	151	120	254	72
12H00	155	163	124	254	81
13H00	178	182	145	254	117
14H00	226	221	187	254	132
15H00	240	232	195	254	138
16H00	176	187	216	254	129
17H00	195	204	225	254	123
18h00	178	157	183	254	113
19h00	213	173	206	254	125
20H00	223	192	224	254	137
21H00	225	204	282	254	133
22H00	266	282	217	254	121
23H00	158	139	263	254	95

¹² Idem

En la cual podemos observar que existen dos picos de consumo de potencia de 138 KW y a de 137 KW a las tres de la tarde y a las ocho de la noche respectivamente.

El generador de 450 kVA solo está sirviendo a la población de Tiputini, y al momento no está conectado a la Brigada.⁴

1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Por la falta de recursos económicos y preocupación de los países latinoamericanos no se ha podido desarrollar estudios dedicados a la utilización de biomasa y la gran fuente de energía que esta puede ser al tener tierras muy fértiles y plantaciones las cuales podrían suplir en algún porcentaje la energía generada por el grupo electrógeno y pudiendo ser distribuida de una mejor manera a quien la necesita, considerando la quema de biomasa libera aproximadamente la misma cantidad de dióxido de carbono que la quema de combustibles fósiles.

Las comunidades que se encuentran en sectores aislados no son tomadas en cuenta en proyectos de energía convencional considerando las grandes inversiones que se tendrían que realizar, de esta manera se niega un derecho constitucional el cual representa el mejoramiento de la calidad de vida al no poseer los servicios básicos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la ingeniería conceptual básica y de detalle de una microred, mediante biomasa para la generación eléctrica de 500 kva en el sector aislado de Tiputini.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el estudio de factibilidad técnica para sustituir el consumo de la energía primaria (diesel) utilizada en la generación eléctrica en la comunidad mediante la utilización de un sistema renovable de biomasa (caña guadua) .
- Desarrollar la factibilidad económica del proyecto.

1.5. ALCANCE

El alcance de la presente tesis es el desarrollar la ingeniería conceptual básica y de detalle de una microred para la generación eléctrica de 500 kva como proyecto de grado de la Escuela Politécnica del Ejército, y así proveer un estudio factible para la implementación de sistemas fotovoltaicos ,híbridos (diesel-fotovoltaico) o solar térmico para ass comunidades.

Presentando un el diseño de microred dentro la cual se incluirá la disposición de todos los elementos, conformada por las características y cálculos correspondientes.

Además el diseño de la microred tiene como fin que pueda ser utilizado por otras fuentes de biomasa existentes en otros lugares y que puede generar la misma cantidad de energía o mucho más.

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El presente tema es de gran interés para el Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica debido a la incursión de proyectos renovables en zonas aisladas del país.

El proyecto va beneficiarle a la comunidad de Tiputini, el Estado Ecuatoriano y a la Escuela Politécnica del Ejército, puesto que van a tener a su disposición un estudio factible de generación energética por medios renovables disponibles en la comunidad de la provincia de Orellana y se

podrán implementar diversos proyectos para el desarrollo potencial de energías renovables que posee.

Se realizará un análisis de la biomasa y de residuos de la zona que podrían ser aprovechables para la producción de energía, de una forma sostenible y sin que se afecte el ambiente.

El estudio de este tema también es importante ya que podemos dar la pauta para la realización de otros proyectos que generen energía limpia (energía del futuro).

CAPITULO 2

INGENIERÍA CONCEPTUAL

2.1. MICRORED

Es un sistema de generación aislado de energía eléctrica privada y en menor escala con la incorporación de tecnología y colocación de generadores o (equipos eólicos, paneles solares y biomasa) favoreciendo la integración de las fuentes de generación de origen renovable, con el objetivo de ahorrar energía, reducir costos e incrementar la fiabilidad.

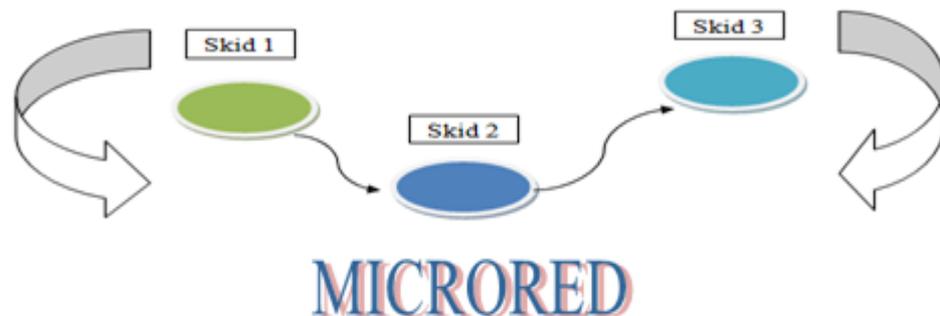


Figura 1.7 Microred¹³

2.1.1. TERMODINÁMICA

“La termodinámica es la ciencia de la energía que estudia las propiedades de la materia y los cambios que se generan por el calor y temperatura, así también la transformación de la energía a otra.

La primera ley de la termodinámica no es más que el principio de la conservación de energía, siendo esta una propiedad termodinámica.

La segunda ley afirma que la energía tiene una cantidad y una calidad y donde los procesos energéticos ocurren cuando perdemos la calidad.” (M, 2009)

¹³ Elaboracion propia

2.1.2. ENERGIA

La energía es la capacidad de un sistema físico para realizar trabajo. La energía existe en varias formas, tales como el calor, mecánica, eléctrica, o de otras formas.

2.1.3. CALOR

“El calor está definido como la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas (o entre un sistema y sus alrededores) debido a una diferencia de temperatura.” (INCROPERA, 1999)

2.1.4. VAPOR

“Es el estado físico donde las moléculas se mueven al azar y apartadas unas de otras por tanto no hay orden molecular, ésta fase tiene un nivel de energía considerablemente mayor que en las fases líquidas y sólidas, es decir el gas debe liberar una gran cantidad de energía antes que pueda condensarse o congelarse.” (M, 2009)

2.1.4.1. TIPOS DE VAPOR

En la Fig. 1.8 se aprecia inicialmente tres regiones: la región de líquido comprimido, que es la región a la izquierda de la campana, la región de vapor sobrecalentado que es la región de la derecha de la campana y la región del líquido más vapor saturado aquella que se halla dentro de la campana.⁵

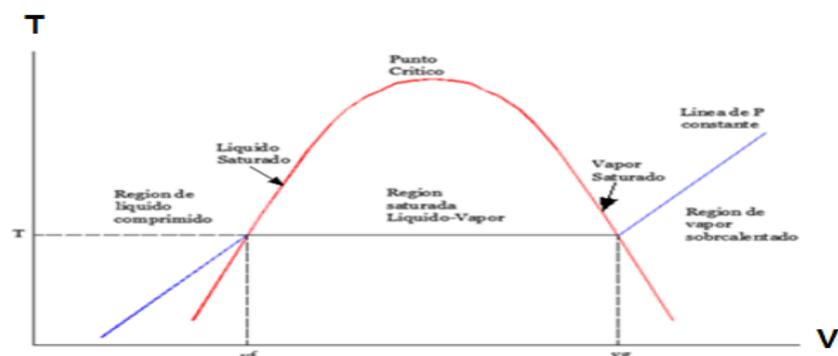


Figura 1. 8 Diagrama T-V

2.1.4.1.1. VAPOR SATURADO

“El vapor que está a punto de condensarse se conoce como vapor saturado. En este estado de saturación está compuesto tanto de agua en la fase líquida como de agua en la fase gaseosa. El vapor generado por una caldera es fundamentalmente vapor saturado. Éste tiene propiedades que lo permiten actuar como fuente de calor y por lo tanto es muy utilizado ampliamente entre los 100°C y 200°C.” (M, 2009)

2.1.4.1.2. VAPOR SOBRECALENTADO

Vapor sobrecalentado es vapor en una temperatura más arriba que su temperatura de la saturación. “Si el vapor saturado se calienta en la presión constante, su temperatura se levantará, produciendo el vapor sobrecalentado”. (M, 2009)

2.1.5. CALDERA

“La caldera en sus diferentes variaciones es el equipo clásico para el aprovechamiento energético de biomasa, especialmente de leña, biomasa y otros productos residuales de la madera.” (rath-group, 2013)

Es el elemento que se encarga de convertir el agua en vapor mediante la combustión de la biomasa. Al tratarse de caña guadúa la mejor solución tecnológica en cuanto a la generación de vapor, son las calderas que cuentan con parrilla móvil para la combustión de la biomasa, como se muestra en la fig. 1.9.

Además, el hogar del generador de vapor debe estar diseñado para operar bajo un rango de humedad del combustible biomásico, así como un determinado tamaño del mismo.

El vapor generado por la caldera puede ser saturado o sobrecalentado, dependiendo de las características de vapor que requiera la turbina. La caldera eleva el vapor hasta la presión de trabajo de la turbina.

También, se debe incluir un sistema de tratamiento del humo, generalmente separadores ciclónicos o multiciclónicos para retención de gran cantidad de material particulado. Para la generación eléctrica se utiliza las calderas tipo acuotubulares.

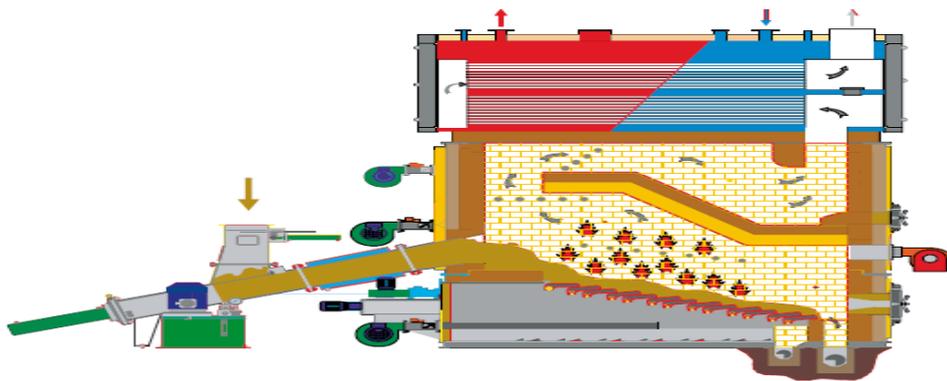


Figura 1.9 Caldera con parrilla¹⁴

2.1.5.1. CALDERA ACUOTUBULAR

Las calderas acuotubulares (el agua está dentro de los tubos) son usadas en centrales eléctricas y otras instalaciones industriales, logrando con un menor diámetro y dimensiones totales una presión de trabajo mayor.

En estas calderas, los tubos longitudinales interiores se emplean para aumentar la superficie de calefacción, y están inclinados para completar por vapor a mayor temperatura al salir por la parte más alta, provoque un ingreso natural del agua. (ACHS)

2.1.5.1.1. VENTAJAS DE LAS CALDERAS ACUOTUBULARES

- La caldera de tubos de agua tiene la ventaja de poder trabajar a altas presiones dependiendo del diseño.

¹⁴ www.rath-group.com

- Por su fabricación de tubos de agua es una caldera “Inexplosible”.
- La eficiencia térmica esta por arriba de cualquier caldera de tubos de humo, ya que se fabrican de 3,4 y 6 pasos dependiendo de la capacidad.
- El tiempo de arranque para producción de vapor a su presión de trabajo no excede los 20 minutos.
- Los equipos son fabricados con materiales que cumplen con los requerimientos de normas.
- Son equipos tipo paquete, con todos sus sistemas para su operación automática.
- El vapor que produce una caldera de tubos de agua es un vapor seco, por lo que en los sistemas de transmisión de calor existe un mayor aprovechamiento. El vapor húmedo producido por una caldera de tubos de humo contiene un porcentaje muy alto de agua, lo cual actúa en las paredes de los sistemas de transmisión como aislante, aumentando el consumo de vapor hasta un 20%. (ACHS)

2.1.5.2. CALDERAS ACUOTUBULARES CON BIOMASA

Las calderas acuotubulares que funcionan con biomasa precisan de pequeñas modificaciones que las diferencian de las que utilizan combustibles fósiles como se indica en la fig. 1.10.

Al tratarse de un combustible tan variable en términos de tamaño y humedad, se debe tener un manejo adecuado de aire para obtener una combustión controlada. Esto se realiza mediante difusores y ventiladores instalados y orientados estratégicamente consiguiendo dispersar el material en el interior de la caldera obteniendo un espesor de 10cm. (ACHS)

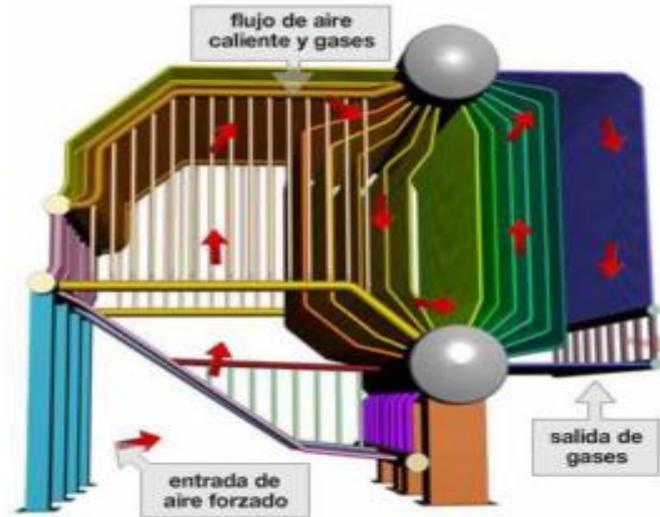


Figura 1.10 Caldera acuotubular¹⁵

2.1.6. TURBINA

El flujo de vapor con determinadas características termodinámicas incide sobre los álabes de la turbina, convirtiéndose en energía cinética en el eje principal de la turbina. El vapor al ceder energía a los álabes de la turbina es condensado a la salida de la misma como se muestra en la fig. 1.11.

La energía cinética es convertida en energía eléctrica a un determinado voltaje y frecuencia en el generador que se encuentra acoplado a la turbina mediante una caja reductora. (<http://www.calderasbyb.com.ar/web/ca.htm>, 2013)

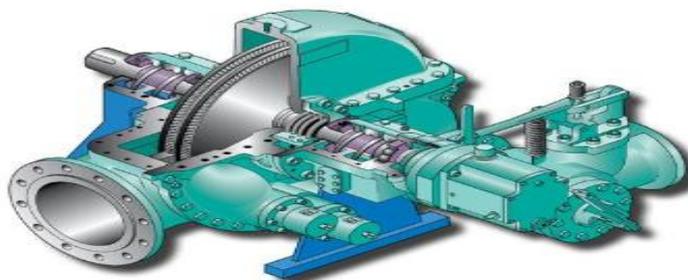


Figura 1.11 Turbina¹⁶

¹⁵ <http://www.calderasbyb.com.ar/web/ca.htm>

2.1.7. CONDENSADOR

Mediante la circulación de fluido de enfriamiento, el vapor en estado de mezcla saturada que sale de la turbina es condensado completamente como se muestra en la fig. 1.12. En el presente proyecto, el calor de desecho que es evacuado del condensador se plantea utilizarlo para el acondicionamiento de la biomasa. (Fluidos.eia.edu.co, 2013)

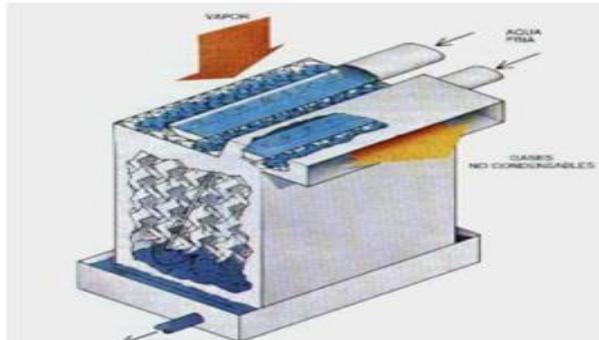


Figura 1.12 Condensador¹⁷

2.1.8. BOMBA

Es un elemento que consta de un rotor y mediante fuerza centrífuga hacer circular el fluido de trabajo desde el condensador hasta la presión de trabajo del generador de vapor.

2.1.8.1. BOMBA CENTRIFUGA

Una bomba centrífuga es un dispositivo constituido por un conjunto de paletas rotatorias perfectamente encajadas como se puede apreciar en la fig. 1.13 dentro de una cubierta metálica, de manera que son capaces de impulsar al líquido que esté contenido dentro de la cubierta, gracias a la fuerza centrífuga que se genera cuando giran las paletas. (hidraulicaucentral., 2013)

¹⁶ <http://www.calderasbyb.com.ar/web/ca.htm>

¹⁷ <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/interesantes/enermar/enermar.htm>

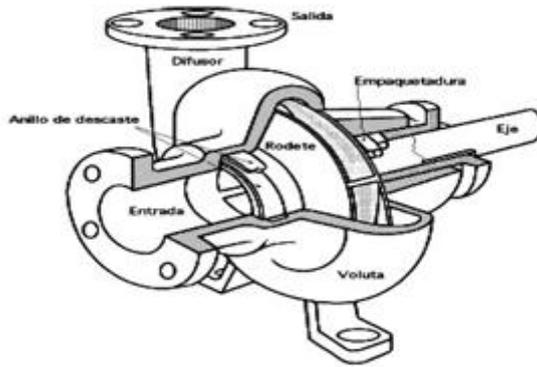


Figura 1.13 Bomba centrífuga¹⁸

2.1.9. CICLO RANKINE

Muchas de las dificultades tecnológicas que presenta la implantación del ciclo de Carnot pueden eliminarse si el vapor es sobrecalentado en la caldera y se condensa por completo en el condensador, como se muestra de manera esquemática en el diagrama T-s de la Figura 1.14. El ciclo que resulta es el ciclo Rankine, este ciclo no incluye ninguna irreversibilidad interna y está compuesto por los siguientes cuatro procesos:

1→2 Compresión isentrópica en una bomba.

2→3 Adición de calor a presión constante en una caldera.

3→4 Expansión isentrópica en una turbina.

4→1 Rechazo de calor a presión constante en un condensador. (M, 2009)

¹⁸ www.hidraulicaucentral.blogspot.com/2012/05/bombas-y-estaciones-de-ombeo.html

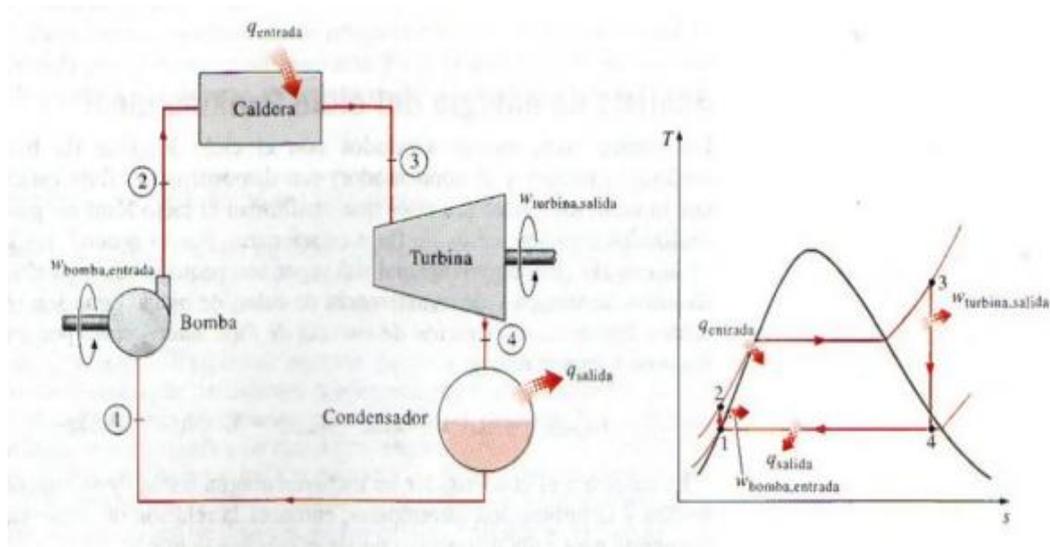


Figura 1.14 Ciclo Rankine¹⁹

2.1.9.1 ANÁLISIS DEL CICLO

Este está definido por los cuatro componentes del ciclo (la bomba, la caldera, la turbina y el condensador) que son dispositivos de flujo estacionario que se define por la ecuación: 5

$$(q_{entrada} - q_{salida}) + (W_{entrada} - W_{salida}) = h_e - h_i \text{ (KJ/Kg)}$$

Ecuación (1.1)

La caldera y el condensador no incluye ningún trabajo y se supone que la bomba y la turbina son isentrópicas, entonces la relación de conservación de la energía para cada dispositivo puede expresarse como:

Bomba ($q=0$):

$$W_{bomba,entrada} = h_2 - h_1$$

Ecuación (1.2)

$$W_{bomba,entrada} = V(P_2 - P_1)$$

Ecuación (1.3)

¹⁹ hidraulicaucentral.blogspot.com/2012/05/bombas-y-estaciones-de-ombeo.html

Donde:

$$h_1 = h_f @ P_1 \text{ y } V \equiv V_1 = V_f @ P_1$$

Ecuación (1.4)

Caldera (w=0):

$$q_{\text{entrada}} = h_3 - h_2$$

Ecuación (1.5)

Turbina (q=0):

$$W_{\text{turbina, salida}} = h_3 - h_4$$

Ecuación (1.6)

Condensador (w=0):

$$q_{\text{salida}} = h_4 - h_1$$

Ecuación (1.7)

La eficiencia térmica:

$$n = \frac{W_{\text{neto}}}{q_{\text{entrada}}} = 1 - \frac{q_{\text{salida}}}{q_{\text{entrada}}}$$

Ecuación (1.8)

Donde:

$$W_{\text{neto}} = q_{\text{entrada}} - q_{\text{salida}} = W_{\text{turbina, salida}} - W_{\text{bomba, entrada}}$$

Ecuación (1.9)

La calidad:

$$X = \frac{S_4 - S_1}{S_f g_1} = 1$$

Ecuación (1.10)

Entalpia a la salida de la turbina y entrada al condensador:

$$h_4 = X.h_{fg1} + h_{f1} \text{ (KJ / Kg)}$$

Ecuación (2.1)

La cantidad de combustible:

$$m_{comb} = \frac{m_{vapor} * Q_{en}}{P.C.I * n_{cal}} \text{ (Kg / s)}$$

Ecuación (2.2)

El flujo maximo de vapor:

$$M_{vapor} = \text{Estará dado por el fabricante de la turbina}$$

Ecuación (2.3)

La eficiencia de la central:

$$n_{Central} = \frac{PotenciaGenerada}{PotenciaComparada}$$

Ecuación (2.4)

Donde:

$$Potencia Comparada = m_{comb} * P.C.I$$

Ecuación (2.5)

Costo anual de combustible:

$$CAC = \left(\frac{3412}{n_{planta}} \right) \left[\frac{BTU}{KWh} \right] * N_{central} [KW] * F * C \left[\frac{USD}{1 * 10^6 BTU} \right] * T \left[\frac{h}{año} \right]$$

Ecuación (2.6)

2.2. DEMANDA ENERGÉTICA

2.2.1. PROGRAMA PILOTO

Esta teoría tiene como objetivo poner en marcha un programa piloto que culminará con el establecimiento de una comunidad modelo que integre el

desarrollo de un plan energético local, con la capacidad del recurso humano y con los recursos energéticos disponibles, para que conjugados puedan dar respuesta a las necesidades de una mejor calidad de vida en las comunidades rurales, a través de proyectos energéticos en: empresas productivas, centros educativos, postas de salud, abastecimiento de agua, salones comunales, etc.

Por otro lado, también el uso de instrumentos para recopilar la información del desarrollo del proyecto resultando una parte fundamental, como la obtención de datos del área social, sus características y validez deben ser consideradas al momento de trabajar.

2.2.2. MÉTODOS Y FORMAS

La investigación va a considerar tres métodos: la observación, la encuesta y la entrevista. Podemos decir que, a grandes rasgos, el proceso para utilizar, y escoger, alguno de estos instrumentos de medición, es el siguiente:

Definir el objeto de la encuesta: formulando con precisión los objetivos a conseguir, fragmentando el problema a investigar, limitando las condiciones de borde del superflujo y centrando el contenido de la encuesta, delimitando, si es posible, las variables que intervienen y diseñando la muestra. Se incluye la forma de presentación de resultados así como los costos de la investigación.

El trabajo de campo, consiste en la obtención de los datos reales mediante la encuesta a los pobladores de la zona.

La encuesta

Esta herramienta es la más utilizada en la investigación de las ciencias . A su vez, ésta utiliza los cuestionarios como medio principal para obtener información. De esta manera, las encuestas pueden realizarse para que el sujeto encuestado plasme por sí mismo las respuestas en el papel.

Es importante que el encuestador formule las inquietudes de la manera más corta y precisa para no confundir al entrevistado y no se tomen en cuenta otros temas.

De igual manera, al diseñar la encuesta y elaborar el cuestionario hay que tomar en cuenta los recursos (tanto humanos como materiales) de los que se disponen, tanto para la recopilación como para la lectura de la información, para así lograr un diseño funcionalmente eficaz.

Características del cuestionario:

- Cuestionario individual: Es aquel en el que el encuestado contesta de forma individual por escrito y sin que intervenga para nada el encuestador.

Por otro lado, una manera de clasificar a las preguntas es por la forma de su respuesta:

- Preguntas cerradas: que consiste en proporcionar al sujeto observado una serie de opciones para que escoja una como respuesta. Tienen la ventaja de que pueden ser procesadas más fácilmente y su codificación se facilita; pero también tienen la desventaja de que si están mal diseñadas las opciones, el sujeto encuestado no encontrará la opción que él desearía y la información se viciaría. Una forma de evitar esto es realizar primero un estudio piloto y así obtener las posibles opciones.

También se consideran cerradas las preguntas que contienen una lista de preferencias u ordenación de opciones, que consiste en proporcionar una lista de opciones al encuestado y éste las ordenará de acuerdo a sus intereses, gustos, etcétera.

Procedimiento para elaborar un cuestionario:

- 1.- Las preguntas han de ser pocas (no más de 30).
- 2.- Las preguntas preferentemente cerradas y numéricas.

- 3.- Redactar las preguntas con lenguaje sencillo.
- 4.- Formular las preguntas de forma concreta y precisa.
- 5.- Evitar utilizar palabras abstractas y ambiguas.
- 6.- Formular las preguntas de forma neutral.
- 7.- En las preguntas abiertas no dar ninguna opción alternativa.
- 8.- No hacer preguntas que obliguen a esfuerzos de memoria.
- 9.- No hacer preguntas que obliguen a consultar archivos.
- 10.- No hacer preguntas que obliguen a cálculos numéricos complicados.
- 11.- No hacer preguntas indiscretas.
- 12.- Redactar las preguntas de forma personal y directa.
- 13.- Redactar las preguntas para que se contesten de forma directa e inequívoca.
- 14.- Que no levanten prejuicios en los encuestados.
- 15.- Redactar las preguntas limitadas a una sola idea o referencia.
- 16.- Evitar preguntas condicionantes que conlleven una carga emocional grande.
- 17.- Evitar estimular una respuesta condicionada. Es el caso de preguntas que presentan varias respuestas alternativas y una de ellas va unida a un objetivo tan altruista que difícilmente puede uno negarse.²⁰

2.3. ENERGIAS RENOVABLES

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía

²⁰ www.olade.com

que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales, y cuya clasificación se indica en la Figura 1.15.

“Son fuentes de abastecimiento que respetan el medio ambiente. Lo que no significa que no ocasionen efectos negativos sobre el entorno, pero éstos son infinitamente menores si los comparamos con los impactos ambientales de las energías convencionales y además son casi siempre reversibles. Según un estudio sobre los "Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad" el impacto ambiental en la generación de electricidad de las energías convencionales es 31 veces superior al de las energías renovables” (<http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=17>, 2013).

Sus características principales son:

- Son limpias no generan residuos de difícil eliminación.
- Su impacto ambiental es reducido. No producen emisiones de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Se producen de forma continua por lo que son ilimitadas.
- Evitan la dependencia exterior, son autóctonas.
- Son complementarias.
- Equilibran desajustes interterritoriales.
- Impulsan las economías locales con la creación de cinco veces más puestos de trabajo que las convencionales.
- Son alternativa viable a las energías convencionales.



Figura 1.15 Clasificación de la Energía Renovable²¹

El origen de todas las energías renovables son fuentes naturales como el sol, el agua, el viento y los residuos orgánicos, aunque es sin duda el sol el motor generador de todos los ciclos que dan origen a las demás fuentes.

Las energías renovables se clasifican según la fuente natural de la que proceden en:

- Energía solar - Es una de las energías renovables por excelencia y se basa en el aprovechamiento de la radiación solar que llega a la superficie terrestre y que posteriormente es transformada en energía de baja temperatura (calor) o energía de alta temperatura (electricidad).
- Energía eólica - Es la que se produce a través de la energía cinética del viento transformándola en electricidad, todo ello mediante los campos eólicos denominados también aerogeneradores cuya agrupación conforma las centrales eólicas.
- Energía mini hidráulica - Aprovecha la energía cinética generada por las diferencias de nivel de los cursos de agua para transformarla en energía eléctrica. Este tipo de energía se considera renovable cuando su aprovechamiento se realiza con una potencia no superior a 10 MW.

²¹ <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=17>

- Biomasa - Es un combustible formado por materia orgánica renovable de origen vegetal resultante de procesos de transformación natural o artificial en residuos biodegradables o cultivos energéticos.
- Geotérmica - Es una energía procedente del calor interior de la tierra, utilizado para su conversión en electricidad y para aprovechamientos térmicos (<http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=17>, 2013).
- Atómica - Es una energía que se obtiene al provocar reacciones nucleares las que se dan en ciertos isótopos como son en Uranio 235, el Torio, Plutonio, Estroncio, Polonio. La energía atómica se puede obtener en gran cantidad por una fisión nuclear o una fusión nuclear²².

2.3.1. BIOMASA

Toda materia orgánica puede ser aprovechada para la producción de energía. Sin embargo, existen productos o cultivos que son mejores que otros por sus propiedades y dependiendo de la aplicación como se muestra en la Figura 1.16, a la que se encuentren destinados. La madera, por ejemplo, puede ser quemada directamente, o quemarse con otro combustible en una caldera, pudiendo convertirse en gas en un gasificador.

Si se descompone en un ambiente anaeróbico puede también generar gas, o puede extraerse la celulosa para utilizarla como químico en la fabricación de productos.

La caña de azúcar es un alimento extraordinario por su capacidad de almacenamiento de energía: como azúcar para la producción de alcohol, como bagazo mediante quema directa para producción de calor o por gasificación puede hacerse gas, como se indica en la Tabla 1.8.²³

Un biodigestor anaeróbico puede producir gas metano y su residuo también tiene un alto contenido de nitrógeno que se utiliza como fertilizante.

²² <http://evoluciontecnologica10.blogspot.com/>

²³ Adaptado de Twidell and Weir, Renewable Energy Resources, Pág. 420.

Los desechos orgánicos municipales o industriales pueden ser tratados para aprovecharse como fuente de combustible. En el sistema inglés la capacidad calorífica viene dada en BTU por libra masa. La equivalencia al sistema internacional es 10.000 BTU/lb = 23,26 MJ/kg.

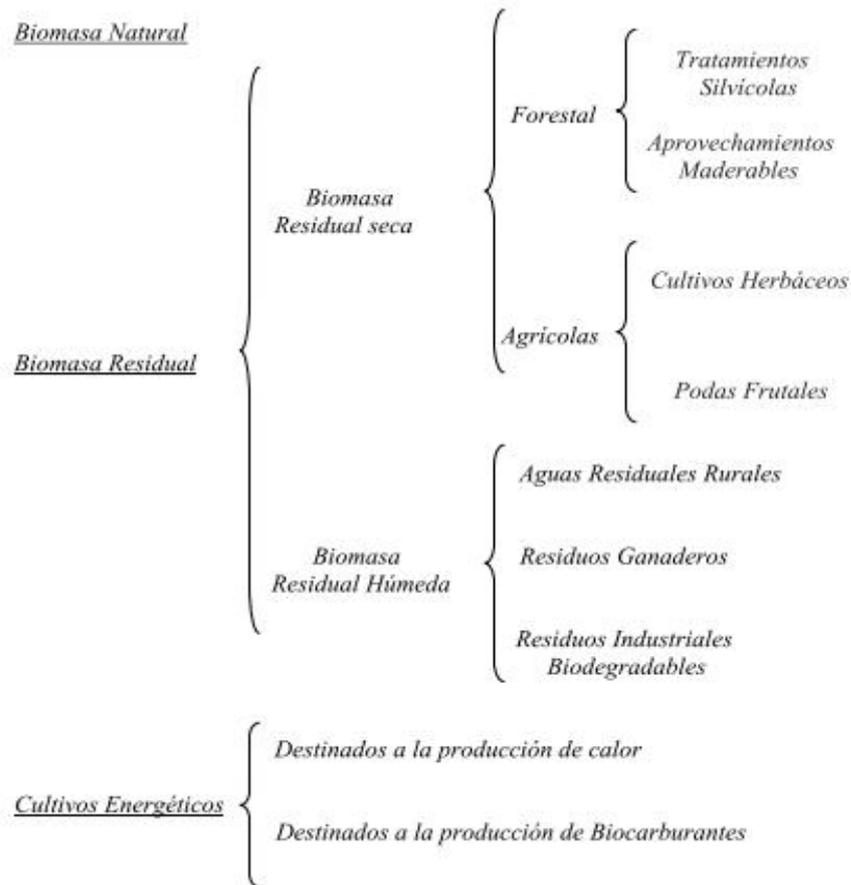


Figura 1.16 Clasificación de la Biomasa²⁴

²⁴ Adaptado de Twidell and Weir, Renewable Energy Resources, Pág. 420.

Tabla 1.8 Capacidad Calorífica de Cultivos y Combustibles²⁵

COMBUSTIBLE	CAPACIDAD CALORÍFICA	
	MJ/kg	MJ/litro
Verde	8	6
Estacional	13	10
Secada al horno	16	12
Vegetación seca	15	
RESIDUOS DE CULTIVOS		
Cascarilla de arroz	12 – 15	
Bagazo		
Estiércol de vaca		
Cáscara de macadamia	23	
COMBUSTIBLES SECUNDARIOS		
Etanol	30	25
Metanol	23	18
Biogás	28	20×10^{-3}
Aceite de coco	39	3
COMBUSTIBLES FÓSILES		
Metano	55	38×10^{-3}
Gasolina	47	34
Kerosene	46	37
Diesel	46	38
Petróleo crudo	44	35
Carbón	27	
GLP (propano)	50	

El contenido de humedad de la biomasa afecta su capacidad calórica, particularmente cuando se procesa para quema directa o gas. El contenido de humedad recomendable para ser procesada es de 30%.

²⁵ Adaptado de Twidell and Weir, Renewable Energy Resources, Pág. 420.

Para reducir la humedad, los residuos agrícolas deben primero comprimirse, secarse y triturarse. El residuo de la madera, como polvo o aserrín, puede aglutinarse para conformar pellets o briquetas que son más manejables.

Otro aspecto a considerar en el proceso energético de aprovechamiento de la biomasa es el nivel de contaminación que produce, tanto para aire, suelo y agua, así como para la salud de quienes lo utilizan. Se debe determinar la emisión de CO, CO₂, gases de nitrógeno, de azufre y elementos pesados, así como la ceniza resultante, los residuos del proceso y aspectos como el olor.

El uso de la biomasa como combustible tiene beneficios significativos como: mitigar el efecto del cambio climático; reducir la lluvia ácida, la erosión del suelo, la contaminación del agua; reducir las cantidades de desechos en rellenos sanitarios y botaderos de basura; mejorar el ambiente y el hábitat natural; y en general, mejorar las condiciones del suelo para los cultivos y bosques.

La biomasa trae consigo otros beneficios de carácter económico y social como la diversificación del uso de los cultivos para producción de energía y no solamente para consumo, compensando la variación de precios de algunos productos en ciertas épocas; ampliación de las zonas agrícolas creando empleos directos e indirectos; conformación de cooperativas y grupos agrícolas dedicados al cultivo; y reducción del consumo de combustibles fósiles.

2.3.1.1. UTILIZACIÓN DE LA BIOMASA

Las principales formas de utilización de la biomasa son dos:

Biofuerza: Conversión directa de la biomasa o transformación a líquido o gas para la generación de electricidad y calor.

Biocombustibles: Transformación de la biomasa en combustibles para uso en sistemas de transporte.

En el presente estudio tomando en cuenta la disponibilidad de los productos agrícolas y la sostenibilidad de los sistemas de generación de las comunidades beneficiarias, se limitará el análisis solamente a la utilización por medio de biofuerza, y en especial la de combustión directa.

2.3.2. APLICACIONES DE LA ENERGIA DE LA BIOMASA

Las tecnologías más aplicadas para la generación de energía eléctrica a partir de biomasa corresponden a centrales de combustión que utilizan turbinas o motores a vapor. Existen una gran cantidad de fabricantes, básicamente las centrales están compuestas por una caldera a vapor y un motor, la caldera quema la biomasa y parte del calor liberado es utilizado para transformar el agua en fase líquida a vapor.

Las turbinas a vapor se encuentran fijadas a un eje, que a su vez está acoplado al eje del generador. El vapor se expande en los álabes de la turbina, haciéndola girar, y consecuentemente haciendo girar el eje del generador.

2.3.3. CAÑA GUADUA

“El nombre científico de la caña guadúa es *Guadúa Angustifolia*, que abarca un total aproximado de 30 especies que crecen en todos los países de América, esta semilla alcanza hasta 30 metros de altura y 220 mm de diámetro; es considerada el tercer bambú más grande del mundo, superada únicamente por dos especies asiáticas: *Dendrocalamus Giganteus* y *Dendrocalamus*.”

Las ventajas que presenta sobre otro tipo de madera es que la caña guadúa es un recurso renovable y sostenible. Esto significa que a diferencia de un árbol maderable, esta especie se multiplica vegetativamente.

Tiene una velocidad de crecimiento muy alta, reportando incremento de 5 a 10 cm en altura por día, y alcanzando su altura máxima de 30 metros, en 6 meses.

La caña guadúa tiene fibras naturales muy fuertes que permiten desarrollar productos como aglomerados, laminados, pisos, paneles, esteras, pulpas y papel. Muchos de estos artículos de alta calidad se podrían ofrecer en el mercado nacional o internacional, sustituyendo a productos de plástico, concreto e inclusive acero.

La guadúa es gran fijador de carbono. Sobresalen dentro del género por sus propiedades estructurales tales como la relación resistencia/peso que excede a la mayoría de las maderas y puede incluso poseer propiedades mecánicas similares a las del acero.

Su capacidad para absorber energía, permite que sea más flexible y resistente que muchas de las maderas comunes, haciéndola un material ideal para construcciones sismo-resistentes, como se muestra en la Figura 1.17.

El rendimiento por hectárea varía de 30 a 35 toneladas de caña cultivada, en este caso para la microred que estamos analizando nos brindara 3 a 3.5 días de biomasa.

Las condiciones climáticas y la cantidad de luz solar al día favorecen el crecimiento de la caña en el Ecuador razón por la cual se considera como una especie favorable para el desarrollo de un cultivo energético.

Los precios de venta de la caña de 6 metros de largo y 150 milímetros de diámetro varían de 0.70 a 1.50 USD por caña, según el Estudio Exploratorio de la Caña Guadúa en el Ecuador realizado por la USAID que se encuentra vigente hasta el presente.”²⁶

²⁶ http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-182010000100004



Figura 1.17 Caña Guadua²⁷

Tabla 1.9 Poder calorífico caña guadua²⁸

Combustible	Variable	n	Media	CV %	Min.	Máx.
Bagazo	PCSbs	219	16831,77	3,30	14788,70	18633,06
	kJ/kg					
	ceniza %	215	3,38	38,55	1,13	7,34
Bagazo+médula	PCSbs	40	16742,05	2,02	16179,05	17732,44
	kJ/kg					
	ceniza %	40	3,71	28,25	2,41	5,10
Médula	PCSbs	160	16479,16	3,30	14941,81	17957,14
	kJ/kg					
	ceniza %	140	5,12	40,88	2,27	9,86

2.4. POBLACIÓN Y ESTATUS SOCIAL

2.4.1. ORIENTE ECUATORIANO

La Región Amazónica del Ecuador constituye una de las regiones ambientalmente más importantes y al mismo tiempo más amenazadas del país. El bosque húmedo tropical que todavía cubre la mayoría de la región forma, como toda la selva Amazónica, un ecosistema sumamente rico, importante a

²⁷ http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-182010000100004

²⁸ Proyecto CORPEI-CBI, Bambú, Caña Guadúa Augustifolia “Caña Brava”, Ecuador, pag. 2-10

nivel local y regional por la riqueza de sus recursos naturales y las oportunidades y ganancias que pueden crear a largo plazo, si son bien manejados. Igualmente desempeña un papel importante dentro del clima global.

En el Ecuador, al igual que en los otros países amazónicos posee ecosistemas frágiles y amenazados; de hecho, aunque el país cuenta con sólo 2% de la selva amazónica, tiene la tasa más alta de deforestación anual de toda Sudamérica: 0.8% anualmente.

Esta deforestación es causada en gran medida por dos "actividades productivas", la industria petrolera y la colonización agrícola. Son productivas en términos económicos, pero resultan destructivas en términos ambientales y sociales. (ECUADOR, 2013)

2.4.1.1. PROVINCIA DE ORELLANA



Figura 1.18 Orellana²⁹

Con una extensión aproximada de 21.676 km², y 137.848 habitantes, según el censo del 2010, la nueva provincia quedó integrada por los cantones

²⁹ www.eciclopediaecuador.com

Loreto, Aguarico, La Joya de los Sachas y Francisco de Orellana (Coca) que fue designada su capital, como se indica en la Figura 1.18.

Al igual que la provincia del Napo, la mayor parte de su población está integrada por colonos blancos que llegaron a ella desde épocas de su descubrimiento y conquista. Otro sector de su población lo componen comunidades indígenas de Cofanes, Tetetes, Sionas, Secoyas, Aguaricos, Quijos, Záparos, Ahuanos, Misahuallís y Aucas o Aushiris. El grupo mayor de éstos son los Yumbos, cuyo idioma es el Quichua.

Sus terrenos, aptos para la agricultura y la ganadería, están regados por caudalosos ríos, siendo los principales el Coca, el Quijos, el Payamino, el Napo, el Tiputini, el Yasuní y el Cononaco.

A pesar de ser una de las provincias más ricas del país -por existir en ella los más importantes yacimientos petrolíferos del Ecuador- y de ser poseedora de una tierra apta para casi toda clase de cultivos, es, desgraciadamente, una de las menos explotadas en el campo de la agricultura. (ECUADOR, 2013)

2.4.1.1.1. CANTON AGUARICO

Fue creado como parte de la provincia de Napo durante el quinto y último gobierno del Dr. José María Velasco Ibarra, por decreto ejecutivo del 30 de abril de 1969 que fue publicado en el Registro Oficial No. 169 de ese año, y perteneció a esa jurisdicción hasta julio de 1998 en que se creó la provincia de Orellana.

Por sus características geográficas y ecológicas, y por la belleza salvaje de su paisaje natural, constituye un encantador, discreto y tranquilo centro de atracción turística, por cuanto en él abunda la fauna más rara de la amazonia.

Su cabecera es Nuevo Rocafuerte y está integrado por las parroquias rurales Capitán Augusto Rivadeneira, Cononaco, Tiputini y Yasuní. (ECUADOR, 2013)

2.4.1.1.1. SECTOR AISLADO DE TIPUTINI



Figura 1.19 Tiputini³⁰

Ubicación geográfica:

Altura; aproximadamente 200 msnm.

Límites:

Norte; Parroquia Santa María de Huirima.

Sur; Parroquia Nuevo Rocafuerte.

Este; Parroquia Yasuní.

Oeste; Parroquia Cononaco.

³⁰ www.encyclopediaecuador.com

Clima; su temperatura promedio es de 25 grados centígrados.

Con la localización definitiva el Batallón "MONTECRISTI" da lugar con el transcurso de los años a la formación de la Parroquia Tiputini. Cuyos habitantes del Barrio Civil inicia las primeras gestiones para crear la Parroquia Tiputini, mediante resolución de 21 de Abril de 1969 y publicada en el registro Oficial No. 169 del 30 de Abril del mismo año en el cual resuelve en el Art. 1 crear la Parroquia Tiputini, como se muestra en la Figura 1.19.

Con la creciente población de la Parroquia vio la necesidad de tener servicios básicos como el agua, luz entre otros, que en sus principios daba el Ejército, esto provoco que se gestionara ante las autoridades competentes para que los mismos doten de este servicio a la población. Al inicio la empresa Emetel proveyo el servicio de energía, y en la actualidad el CONELEC dota el servicio de energía eléctrica a la población. El Municipio de Aguarico inicia trabajos de instalación del servicio de agua potable y de energía para mejorar la calidad de vida de miles de personas que aun no acceden al nuevo sistema del buen vivir, que promueve el estado ecuatoriano.

Mientras la economía de la Comunidad Puerto Miranda realiza actividades agrícolas y pecuaria como una forma de subsistencia también lo hacen como una manera de obtener recursos económicos, mediante la comercialización en el mercado de Tiputini y nuevo Rocafuerte de los cultivos más importantes para la comunidad conozcan los mismos que son para la alimentación de la familia formando parte de la dieta tradicional como la yuca, plátano, arroz, maíz, tomate, naranja, cacao siendo estos productos de comercialización de la caña guadua se la utiliza principalmente para la fabricación de sumos, alcohol entre otros.

Por otra parte otras comunidades evidencian una limitada forma de acceder a los mercados, siendo Francisco de Orellana el punto de encuentro de estos pero que representa un costo alto de trasportación de los productos.

2.5. CONCEPTOS BÁSICOS DE INGENIERIA ECONÓMICA

2.5.1. FLUJO DE EFECTIVO

La expresión que en el ámbito de la economía se conoce como estado de flujo de efectivo, es un parámetro de tipo contable que ofrece información en relación a los movimientos que se han realizado en un determinado periodo de tiempo o cualquiera de sus equivalentes.

Las actividades operativas, las inversiones y el financiamiento forman parte de las categorías contempladas en el marco del estado de flujo de efectivo.

El flujo de caja operacional indica el efectivo percibido o invertido como consecuencia de las actividades básicas de la empresa.

El flujo de caja de inversión hace lo propio respecto a los gastos en inversiones (de capital, adquisiciones, etc.), mientras que el flujo de caja de financiamiento considera el efectivo resultante de la recepción o pago de préstamos, las emisiones o recompra de acciones y el pago de dividendos. (ECUADOR, 2013)

2.5.2. VALOR ACTUAL NETO DE LA INVERSIÓN (VAN)

Es el exceso del valor actual de los ingresos generados por el proyecto menos la inversión.

Si el VAN es positivo se acepta el proyecto, caso contrario si es negativo se lo rechaza.

$$VAN = -1 + \left(\frac{Q1}{(1+i)^{n-1}} \right) + \left(\frac{Q1}{(1+i)^{n-2}} \right) + \dots + \left(\frac{Q1}{(1+i)^n} \right)$$

Ecuación (2.7)

Donde;

I: Inversión

Q1: Valor neto de los distintos flujos de caja

i: Tasa de Retorno del Período

n: Número de Periodos

2.5.2.1. VAN ECONÓMICO PARA ESPESORES Y AISLANTES

El procedimiento consiste en determinar, para cada inversión en aislamiento, el valor actualizado neto de los ahorros energéticos aportados y compararlo con los incrementos que supone la inversión.

Para determinar el VAN, se determina el coef. VAN o coeficiente multiplicador que actualiza los ahorros en el periodo total que se considere.

$$\text{Coef. VAN} = \frac{t(t^n - 1)}{t - 1}$$

Ecuación (2.8)

Siendo

$$t = \frac{1 + 0,001 \times b}{t + 0,001 \times r}$$

Ecuación (2.9)

Donde:

b = Aumento previsible del costo de la energía en %.

r = Tasa de actualización neta en % (equivalente al interés bancario deducidos los impuestos y la inflación)

n = Número de años para los que se efectúa el estudio (horizonte económico).

Para el proyecto a cada espesor de aislamiento térmico -di- le corresponderá unas pérdidas energéticas y un costo de inversión asociado.

Si consideramos dos espesores consecutivos de aislamiento, la diferencia de pérdidas energéticas tendrá un valor económico que se actualiza

con el coef. VAN para el periodo considerado. A su vez, existirá una diferencia de inversión de aislamiento.

Esto permite la comparación:

$$\frac{INCREMENTO}{DE} \times Coef.VAN \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} \frac{INCREMENTO}{AHORRO} DE LA INVERSIÓN$$

Ecuación (2.10)

Siendo:

Incremento de ahorro: Valor pérdidas energéticas para -di-, Valor pérdidas para -di+I-.

Incremento de inversiones: Inversión local -di+I -, Inversión para -di-.

Si el resultado de la inecuación es que el primer término es superior al segundo, indica que el incremento de ahorro es mayor que la inversión necesaria para obtenerlo.

Por el contrario, si la inecuación indica que el incremento del ahorro obtenido requiere una inversión superior (primer término menos que el segundo) esta inversión no es rentable y debe disminuirse, es decir, reducir el espesor de aislamiento.

Es obvio que la situación óptima (espesor óptimo económico) es precisamente la del equilibrio, es decir, cuando el incremento del ahorro es igual al incremento de la inversión.³¹

2.5.3. TIR

Tasa interna de retorno, es la tasa de interés que iguala a la inversión con el valor actual de los ingresos futuros. Para calcular el TIR hay que tener en cuenta:

³¹ Manual de aislamiento en la industria ISOVER

- Cuando la TIR es mayor que la tasa de interés, el rendimiento que obtendría el inversionista realizando la inversión es mayor que el que obtendría en la mejor inversión alternativa, por lo tanto, conviene realizar la inversión.

- Si la TIR es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse
- Cuando la TIR es igual a la tasa de interés, el inversionista es indiferente entre realizar la inversión o no.
 - $TIR > i \Rightarrow$ realizar el proyecto
 - $TIR < i \Rightarrow$ no realizar el proyecto
 - $TIR = i \Rightarrow$ el inversionista es indiferente entre realizar el proyecto o no

La tasa de descuento con la que se compara la TIR puede ser:

- La tasa de interés de los préstamos, en caso de que la inversión se financie con préstamos.
- La tasa de retorno de las inversiones alternativas, en el caso de que la inversión se financie con capital propio y haya restricciones de capital.
- Una combinación de la tasa de interés de los préstamos y la tasa de rentabilidad de las inversiones alternativas. (LELAND BLANK, 2004.)

CAPITULO 3

INGENIERÍA BÁSICA

3.1. LÍNEA BASE

Para obtener el punto de partida del proyecto es necesario conocer a detalle los valores de carga de los equipos para la población de Tiptutini como para el cuartel y así poder dimensionar a futuro el incremento de usuarios que va a solventar la microred.

La curva de carga diaria de la población de Tiptutini fue determinada por un analizador de redes conectado en los bornes del generador de 450 KA, el día 10 y 11 de Julio del 2011, determinando así datos reales, que se pueden observar en la figura No. 1.20A y 1.20B.

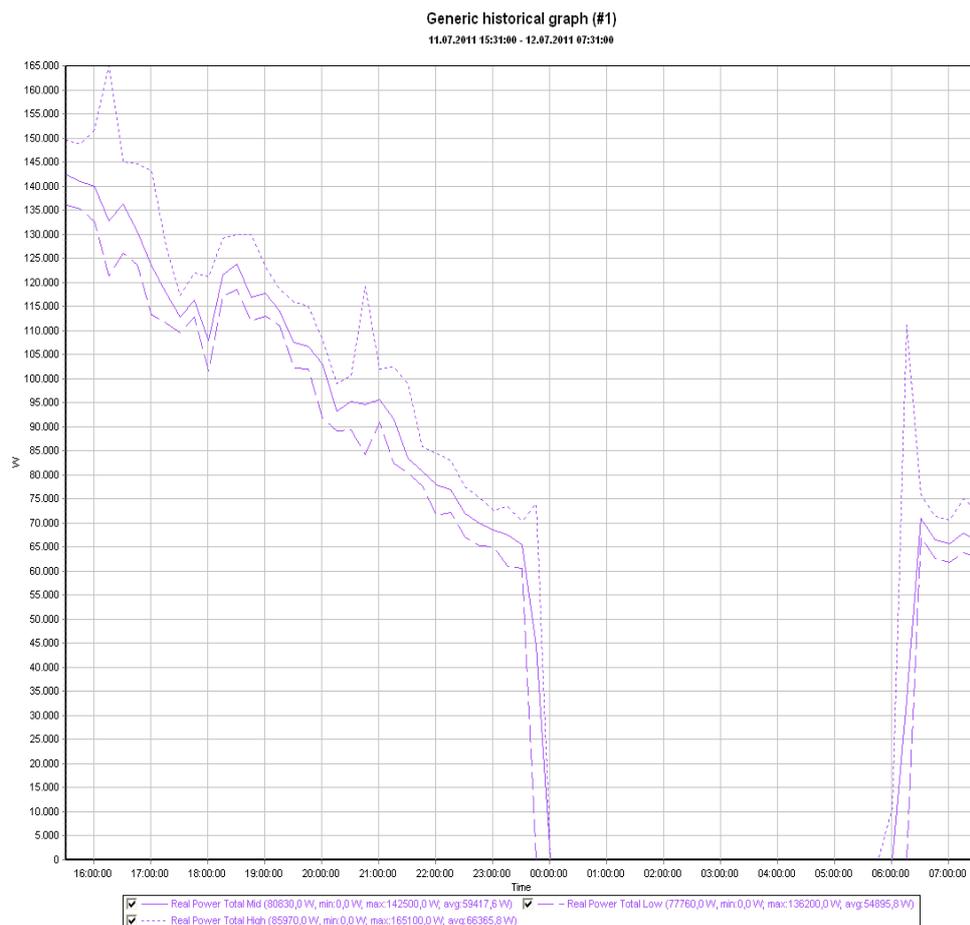


Figura 1.20A Curva de carga diaria de la población de Tiptutini.

Generic historical graph (#11)

10.07.2011 09:34:00 - 11.07.2011 05:04:00

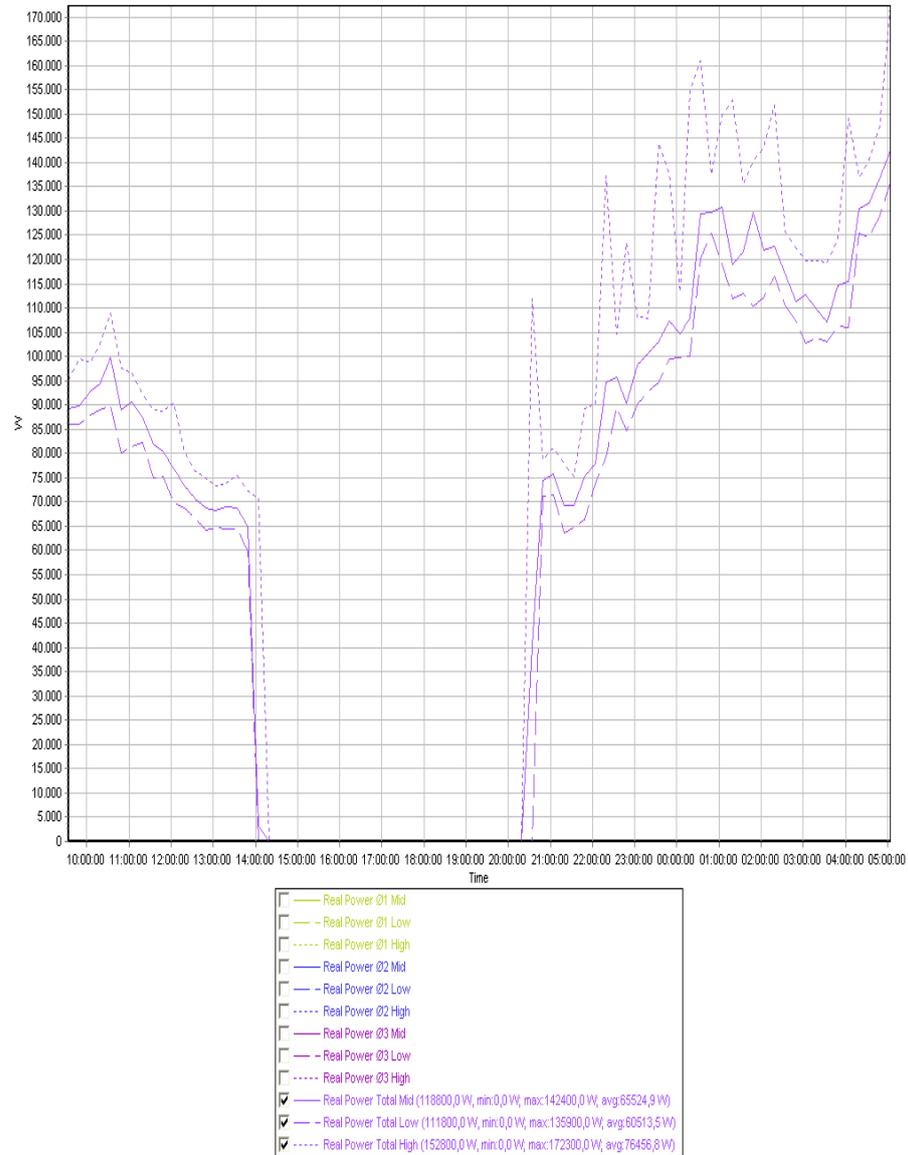


Figura 1.20B Curva de carga diaria de la población de Tiputini.

Debido a que el generador siempre lo apagan a las 24h00, hay que tomar en cuenta que las 14h00 del eje X es en realidad las 24h00, al instalarlo no se igualó la hora del analizar de redes.

El pico de potencia máxima de consumo en un día normal de la población de Tiputini es de 172,3 KW alrededor de las 16h00.

Se ha considerado que el consumo del batallón más el sistema de agua potable es igual al valor medido de la carga de la población ya que el consumo del cuartel está alrededor de 130 kW por la información proporcionada en el mismo cuartel; por lo que la demanda total cuando el generador atienda la población y la brigada será del doble; como se observa en las siguientes figuras:

Hour	Load (kW)
00:00	0
01:00	0
02:00	0
03:00	0
04:00	0
05:00	0
06:00	224
07:00	190
08:00	260
09:00	280
10:00	320
11:00	300
12:00	300
13:00	300
14:00	300
15:00	340
16:00	340
17:00	300
18:00	340
19:00	240
20:00	220
21:00	204
22:00	170
23:00	140
00:00	0

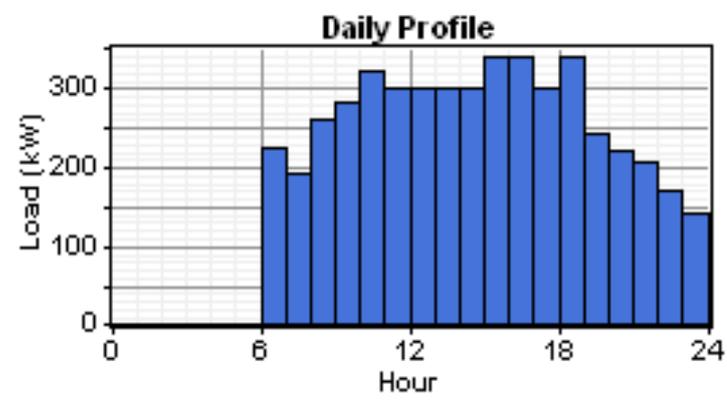
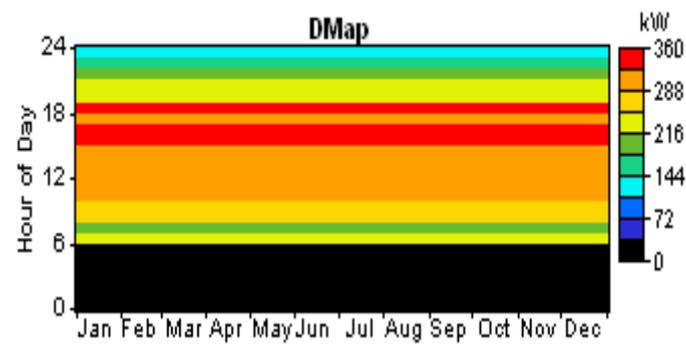


Figura1.21 Datos y curva de carga de Tiputini incluyendo el Batallón de Selva y Generador del Sistema de Agua Potable

Teniendo en cuenta el crecimiento poblacional de Tiputini y del batallón (tabla adjunta en el capítulo 5 oferta y demandada), se considera un incremento del 20% en 10 años de la carga a futuro que lo podemos observar en el siguiente cuadro a continuación:

Horario		Demanda total futura (kW)
00:00	-	0
01:00	-	0
02:00	-	0
03:00	-	0
04:00	-	0
05:00	-	0
06:00	-	0
07:00	-	269
08:00	-	228
09:00	-	312
10:00	-	336
11:00	-	384
12:00	-	360
13:00	-	360
14:00	-	360
15:00	-	360
16:00	-	408
17:00	-	408
18:00	-	360
19:00	-	408
20:00	-	288
21:00	-	264
22:00	-	245
23:00	-	204
00:00	-	168

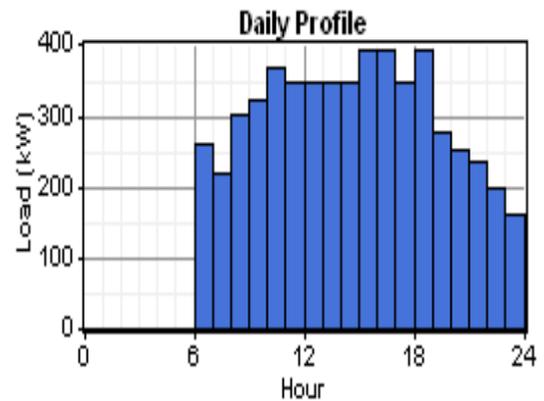
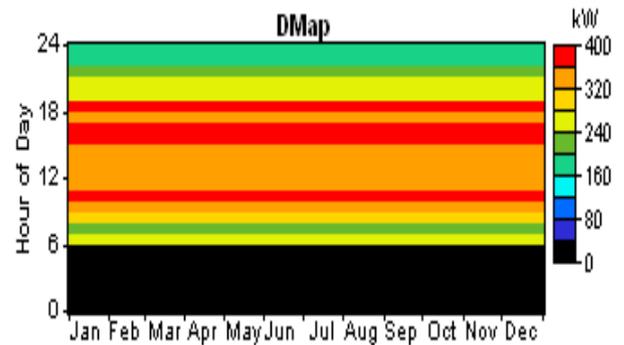


Figura 1.22 Datos de la demanda futura

Determinadas las cargas que la microred tendrá que abastecer hay que considerar algunos aspectos:

- La carga a futuro es directamente proporcional al consumo económico que posea la población de tal manera que depende de las condiciones que se puedan establecer durante cada año.
- La comunidad de Tiputini esta en desarrollo de tal manera que aprovechar sus recursos es fundamental para el proyecto teniendo en consideración ser primeramente el complemento (back) del generador actual y a futuro la fuente principal energética para toda la comunidad y el batallón.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUA

3.2.1. SISTEMA DE GENERACIÓN

3.2.1.1. TURBINA Y GENERADOR ELÉCTRICO

La turbina será de una sola etapa, también debe incluir un sistema de lubricación adecuado de los componentes que por su modo de operación tengan movimiento relativo entre sí.

Esta serie de turbinas es especialmente desarrollado para cumplir con las unidades mecánicos (bombas, compresores, ventiladores, etc.) en el que las condiciones de vapor están disponibles para alta presión y alta temperatura.

Tienen características constructivas que cumplir con los requisitos de API 611, cada componente de la turbina debe estar en capacidad de trabajar más de 9000 horas al año.³²

³² www.tgmturbinas.com.br

Tabla 1.10 Especificaciones técnicas turbo-generador ²⁴

Equipo	Especificaciones TB-100
Turbina- Generador	- Generador de 537 KVA (430 Kw) -Turbina de condensación de una etapa. -Presión máxima de ingreso 45 Bar -Temperatura máxima 450°C. -Sistema de lubricación. -Acoplamiento con reductor y medidor de velocidad EDG (Elliot Digital Governor) - La eficiencia del generador al menos 95%.

3.2.1.2. CALDERA

La eficiencia del generador de vapor debe ser superior a 85%.Cada uno de los elementos que conforman el sistema de distribución de vapor garantizarán el suministro eficiente de vapor a la turbina, así como, la recirculación de condensado desde la salida de la misma hasta el ingreso a la caldera para completar el Ciclo Termodinámico de operación de la central térmica.³³

3.2.1.2.1. CONSIDERACIONES PARA SELECCIÓN DE LA CALDERA

La industria de construcción de calderas y de recipientes a presión está estrechamente regulada por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) y los códigos emitidos por este organismo, son aquellos que gobiernan el diseño, construcción, montaje e inspección con el objetivo de asegurar la calidad de los equipos construidos bajo lineamientos y recomendaciones establecidas.

Todos los recipientes sometidos a presión y calderas deben tener un estampe ASME que avale su construcción bajo el código empleado.

³³ es.carlotec-engineering.com

Consideraciones ambientales vigentes modelan el diseño y desempeño de los equipos, emisiones, descarga de fluidos a sumideros limitan el uso exclusivo de un generador en un lugar específico, por lo que en base a estos aspectos el sistema de generación deberá tener equipos y accesorios adicionales para disminuir el impacto ambiental que podría generar la implementación de un generador. Un ejemplo de la importancia de reducir los niveles de concentración de agentes contaminantes es limitar a 150 mg/Nm^3 de material particulado mediante el uso del diesel como combustible.

Al considerar estos aspectos y otros referentes a las instalaciones donde el nuevo sistema de generación de vapor deberá ser implantado, cuentan con el aval de organismos reguladores se seleccionara el nuevo sistema de generación de acuerdo a la tabla 1.11 y sus características en la tabla 1.12.

Tabla 1.11 Requerimientos para selección de caldera

Requerimientos / Aplicación	TIPO DE CALDERA			
	Piro tubular	Acuatubular	Eléctrica	Acuatubular
Alta Eficiencia	X		X	
Factor de Espacio			X	X
Factor de Emisiones	X ^A	X ^A	X	
Bajo costo				X
Bajo costo de Operación	X	X		X
Bajo Mantenimiento	X			X
Cobertura	X	X	X	
Limitaciones de Combustible	X	X	X	
Poco Uso			X	
Elevada Presión sobre 24 bar		X		X
A = Con recirculación de los gases de combustión				

Tabla 1.12 Especificaciones técnicas caldera ²⁵

Equipo	Especificaciones CL-100
Generador de Vapor	<ul style="list-style-type: none">-Caldera acuotubulares diseñada para trabajar con biomasa con humedad de hasta 50 y 75 %.-Capacidad de generación de vapor de 10 a 60 ton/h.-Potencia útil de salida 7 a 42 Mw.-Presión de diseño 20 a 60 bar.-Temperatura de vapor de 350 a 450 °C.-Rendimiento 85%.-Circulación natural.

3.2.1.3. CONDENSADOR

Para el condensador se tiene que considerar los tubos del cliente, que deben cumplir con el peso y vibraciones para pasar al enfriador. Se debe proporcionar una distancia mínima de 2 m entre las tomas de aire y obstáculos.

Para la instalación en lugares cerrados, tomar en cuenta las consideraciones del fabricante, los condensadores / enfriadores deben instalarse basado en plano y nivelado. A petición del cliente, los diámetros de la entrada y de salida del fluido pueden ser alterados para adaptarse al diseño hidráulico.

Tabla 1.13 Especificaciones técnicas del condensador³⁴

Equipo	Especificaciones CD-100
Condensador de Vapor	<ul style="list-style-type: none">-Alta eficacia y baja pérdida de presión.-Fácil limpieza y durabilidad ilimitada con el cuidado.-Máxima eficiencia de transferencia de calor.-Alta resistencia térmica y mecánica.-Posee un ventilador axial.-Posee una bomba centrífuga interna.

³⁴ condensadorHD-CD-RF.pdf

3.2.1.4. PIERNA COLECTORA

La función de las piernas colectoras es remover el condensado de las tuberías de transporte de vapor, son llamadas también como patas de goteo. El TD1464 es un purgador termodinámico para vapor a media presión con extremos para soldar o con bridas, adecuado para drenaje de líneas principales.

Tabla 1.14 Especificaciones técnicas de la pierna colector³⁵

Equipo	Especificaciones PC-1
Pierna colectora	-Material de acero inoxidable. -Presión de 8 a 63 bar. - Purgador termodinámico para vapor SPIRAX SARCO TD 1464 de 15mm con bridas DIN PN64. - Instalarlo en una tubería horizontal con la placa características en la parte superior.

3.2.2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

3.2.2.1. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Norma de diseño API 12F, los materiales que se usaron en el tanque existente son los siguientes, en conformidad con la sección 4, de la norma mencionada:

- ✓ Planchas de fondo, techo y cuerpo ASTM A36.
- ✓ Elementos estructurales ASTM A36.

El diseño de espesores en conformidad con la sección 5:

- ✓ Espesor de plancha del cuerpo 1/4".
- ✓ Espesor de las planchas de fondo 1/4".

³⁵ spiraxsarcotd1464.pdf

- ✓ Espesor de las planchas del techo 3/16".

Aunque la norma API 12F no exige ningún cálculo especial para este tipo de tanques, para el cálculo de los mismos se basa en API 650, fundamentalmente para la verificación bajo carga de viento y carga de sismo y poder establecer los requerimientos de anclaje.

Tabla 1.15 Especificaciones técnicas tanque de almacenamiento de agua³⁶

Equipo	Especificaciones T-200
Tanque de almacenamiento de agua	<ul style="list-style-type: none"> -Capacidad 500 bbl -Tamaño 12'3" x 24'3/16" H. -Diseño PT (ATM 125°F). -Corrosión permisible 1/16". - Gravedad específica 1.

3.2.2.2. BOMBA

Tabla 1.16 Especificaciones técnicas bombas centrifugas de agua²⁸

Equipo	Especificaciones P-3A/B
Bombas centrifugas para agua potable	<ul style="list-style-type: none"> -Líquido agua potable (G.E = 1). -Presión de diseño 285 psig. -Temperatura 100 °F. -Presión de descarga 75 psig. - Temperatura de bombeo 65 – 75 °F.

3.2.3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

El paquete compacto, montado sobre un Skid transportable con dimensiones de 3.00 m de largo por 2.00 m de ancho.

³⁶ www.smartpro.com

Contara con un caudal hasta 1.0 m3 y cuyos materiales serán de acero negro A-36 de 5mm de espesor, con un refuerzo exterior de tipo omega de 6mm y recubierto con pintura epoxica FDA en su interior, y pintura poliuretano en su exterior.

La floculación será hidráulica, con una sedimentación de alta tasa con módulos de tipo tubulares construidos en ABS, mientras que la filtración será de alta tasa a presión vertical descendente con la desinfección de cloro liquido.

Las dimensiones de la planta serán de 1.83 m de largo, 1.22 m de ancho y 1.22 m de alto y con base tipo IPN 200 mm, donde existirán también los controladores de motores eléctricos, paneles de control y tubería e instrumentación.

Tabla 1.17 Especificaciones técnicas de la planta de tratamiento de agua³⁷

Planta de Tratamiento de Agua	
Bombas Centrifugas para Agua Potable P-57661 A/B	
Liquido	Agua Potable (G.E.=1.0)
Presión de Diseño	285 psig
Temperatura de Diseño	100 °F
Capacidad	30 gpm
Presión de Descarga	75 psig
Temperatura de Bombeo	65 °F – 95 °F
Potencia del Motor	3 HP
Fuente de Agua	Agua Potable desde Tanque de Balance
Clasificación de Área	No peligroso
Filtro Multimedia F-1^a	
Liquido	Agua Potable (G.E.=1.0)
Presión de Diseño	150 psig
Temperatura de	100 °F

³⁷ www.smartpro.com

Diseño	
Capacidad	10 gpm
Presión de Operación	60 psig
Temperatura de Operación	90 °F
Fuente de Agua	Agua Potable desde bombas centrifugas P-57661 A/B
Clasificación de Área	No peligroso
Filtro de Pulido F-1B	
Líquido	Agua de la descarga del Filtro Multimedia (G.E.=1.0)
Presión de Diseño	150 psig
Temperatura de Diseño	100 °F
Capacidad	10 gpm
Presión de Operación	40 psig
Temperatura de Operación	90 °F
Tamaño del cartucho Filtro	5 micron
Fuente de Agua	Desde descarga del Filtro Multimedia
Clasificación de Área	No peligroso
Unidad desinfectante UV	
Tipo	Canal Abierto
Dosificación de UV	20 miliwatts segundo por centímetro cuadrado (20 mW-s/cm ²)

3.2.3.1. ESPECIFICACIONES PARTICULARES

3.2.3.1.1. SISTEMA MODULAR

Estará constituido por un Skid tanque de acero negro al carbón de 5 mm A-36 de 5 mm de espesor tiene las siguientes características:

- Tratamiento de preliminares mediante un hidrociclón.
- Electroválvula de control de ingreso.
- Mezcla rápida.
- Coagulación y regulación de pH.
- Floculación.
- Sedimentación.
- Tanque de equilibrio.
- Filtración.
- Desinfección.
- Equipo de Medición de Caudal y Totalizador.
- Bombas Dosificadoras para Coagulación y Regulación de Ph.

3.2.3.1.1.1. HIDROCICLÓN

Tabla 1.18 Elemento del Sistema Modular

Características	
Marca	LAKOS
Origen	USA
Modelo	JPX-0004
Capacidad de tratamiento	4-10 gpm
Dimensiones	Altura 87.0 cm Diámetro 18.4 cm
Diámetro tubería ingreso	½ " NPT
Diámetro tubería salida	½ " NPT
Diámetro tubería purga	1 "

3.2.3.1.1.2. ELECTROVÁLVULA

Tabla 1.19 Características de la Electroválvula

Características	
Marca	Hayward
Origen	USA
Material de Construcción	PVC
Asiento	PTFE
Diámetro	1" NPT
Posición	ON-OFF
Max. Presión	250 PSI

3.2.3.1.1.3. MEZCLA RÁPIDA

Tabla 1.20 Características del Elemento de Mezcla Rápida

Características	
Marca	Fulflo
Origen	USA
Tramo	10 cm de largo
Diámetro	1 "
Dos acoples roscados para inyección de químicos de ½ "y 6 elementos instalados interiormente en el tramo que generan la mezcla rápida.	

3.2.3.1.1.4. COAGULACIÓN Y REGULACIÓN DE pH

Como coagulante, se inyectan polímeros catiónicos, que se encargan de dispersar los reactivos en la masa de agua a tratar, lo que requiere crear una turbulencia fuerte, lo que se denomina mezcla rápida. La coagulación se la efectúa dosificando Sulfato de Aluminio o Policloruro de Aluminio a la entrada de la planta en un mezclador rápido tipo VORTEX, mediante una bomba dosificadora.

Como agente regulador de pH se emplea clorosoda con el fin de obtener valores de pH entre 7.2-7.4 que nos permita formar posteriormente un buen flock.

3.2.3.1.1.5. FLOCULACIÓN

Se realiza mediante floculadores hidráulicos verticales, situados uno después de otro, separados por una distancia tal que permita una mezcla lenta y no rompa los flóculos formados; el tiempo de floculación es de 30 minutos. La floculación seleccionada es la denominada Laberintos Verticales, la gradiente de velocidad G debe ser de 20 s-1.

La planta de tratamiento paquete debe tener 5 pasos de floculación distribuidos a lo largo del floculador.

La formación de flóculos se logra con la adición de un floculante, en este caso Policloruro de Aluminio o Sulfato de Aluminio. Cuando aparecen las pequeñas aglomeraciones neutras formadas por floculación de coloides, la formación de flóculos de mayor tamaño se produce por simple contacto (coalescencia). Los choques se favorecen por la creación de una turbulencia moderada. La agitación no debe ser muy fuerte, puesto que la cohesión de los flóculos es relativamente débil.

3.2.3.1.1.6. SEDIMENTACIÓN

La sedimentación seleccionada es la de alta tasa mediante módulos de sedimentación tubulares, los lodos formados son depositados por sedimentación al fondo de la cuba, que tendrá forma piramidal con una inclinación de 60°, quedando atrapados en un manto de lodos, de donde son purgados y bombeados hacia el sistema de alcantarillado. Se colocaran tres líneas de purgas, con sus respectivas válvulas mariposa. La tubería de purgas será de 2 pulgadas de diámetro.

Tabla 1.21 Características del Elemento de Sedimentación

Características	
Material de construcción	ABS
Color	Negro o Celeste
Altura	52 cm
Longitud	60 cm
Tasa de sedimentación	90 m ³ /m ² .día
Dimensiones	
Longitud	1.22 m
Ancho	10 cm
Alto	10 cm
Altura del diente	5 cm
Tasa de rebose	0.22 L/s.m

3.2.3.1.1.7. TANQUE DE EQUILIBRIO

Una vez que el agua esta clarificada, pasa a un tanque de equilibrio para almacenar el agua clarificada y poder bombear agua hasta el sistema de filtración. En este tanque se incluye un controlador de nivel tipo boya con el fin de poder automatizar el sistema. Cuando este tanque este lleno, la bomba de nivel encenderá las bombas de filtración y apagara una vez que el nivel de agua se encuentre en su punto más bajo donde su capacidad será de 500 litros.⁴

3.2.3.1.1.8. SISTEMA DE FILTRACIÓN

Tabla 1.22. Características del Elemento de Filtración

Características	
Cantidad de columnas	Dos
Material de Construcción	Acero al carbón tipo A-36 de 4 mm de espesor
Tasa de filtración	92 m ³ /m ² .día por cada filtro
Diámetro de cada columna	0.77 m
Altura efectiva de cada columna	1.22 m
Protección Interior	Capa de Galvanizado-Zincado de 2 mm de espesor
Protección Exterior	Capa de 2 mm de anticorrosivo y acabo con Poliuretano de 2 mm de espesor.
Tipo de lecho filtrante	20 cm de Arena de 0.6 mm y C.U. 1.4 40 cm de Antracita de 1.2 mm y C.U. 1.2
Tipo de Soporte	20 cm de grava gruesa, media y fina
Tipo de retrolavado	Manual mediante válvulas de bola de 1 pulgada
Diámetro de tubería servicio	1 “
Diámetro de tubería retrolavado	1 ½”
Bombas de retrolavado	2 una en servicio otra en stand-by
Tipo	Centrifugas
Potencia	1 HP

3.2.3.1.1.9. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

Por último, el agua es desinfectada en línea mediante cloro líquido, con el fin de eliminar totalmente virus y bacterias que pueden estar presentes en el agua.

Tabla 1.23 Características del Elemento de Desinfección

Características	
Marca	Pulsafeeder
Cantidad	Una
Tipo	Diagrama Peristáltica
Capacidad	Hasta 6 GPD
Presión	Hasta 80 PSI

Además, se incluye un tanque para almacenamiento de producto químico de 125 litros de capacidad tipo botellón con tapa, construido en material plástico.

Adjunto a este tanque se instalara una columna de aforo para calibración de dosificación de productos químicos.

Tabla 1.24 Características del Elemento de Dosificación

Características	
Cantidad	Una
Capacidad	125 ml
Conexión	NPT ½"
Rango de medición	0-4 GPH

3.2.3.1.1.10. ACCESORIOS DE INSTALACIÓN HIDRÁULICAS

Las tuberías principales de conducción de agua cruda, agua tratada tendrán un diámetro de 1 ", mientras las tuberías de purga tendrán un diámetro de 2.

3.2.3.1.1.11. EQUIPO DE MEDICIÓN DE CAUDAL Y TOTALIZADOR

Tabla 1.25 Características del Elemento de Caudal

Características	
Equipo	Medidor de Caudal
Marca	SEAMETRICS
Tipo	ELECTROMAGNETICO
Conexión	Con rosca de 1"
Máxima presión de trabajo	150 psi

3.2.3.1.1.12. BOMBAS DOSIFICADORAS PARA COAGULACIÓN Y REGULACIÓN DE pH, TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COLUMNAS DE AFORO

Con el fin de lograr la floculación, se debe dosificar policloruro de aluminio o sulfato de aluminio, en el sistema, y para regular el pH es necesario dosificar un producto alcalino líquido, esto se realizara por medio de bombas con las características indicadas para estos elementos.

3.3. DISEÑO TÉRMICO

Las condiciones iniciales para el estudio del ciclo Rankine serán proporcionada por la turbina y descritas en la tabla a continuación:

Tabla 1.26 Condiciones de la turbina

Empresa distribuidora:	TGM TURBINAS	
Modelo:	TS300P	
Potencia máxima:	430 kW	
Condiciones de Vapor		
Entrada: 45 bar	Temperatura: 400 °C ± 50	Salida= 5 bar

3.3.1. CICLO RANKINE

- Estado 1 (Bomba)

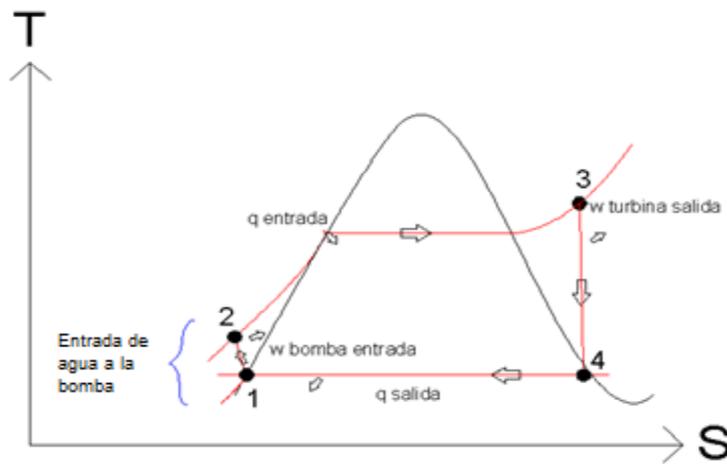


Figura 1.23 T-S del agua Estado 1

$$\begin{array}{l}
 P_1 = 5 \text{ bar} \\
 \text{Líquido Saturado}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} P_1 = 5 \text{ bar} \\ \text{Líquido Saturado} \end{array}} \right\}
 \begin{array}{l}
 h_1 = h_f = 640.09 \text{ [KJ/KG]} \\
 V_1 = V_f = 0.0010925 \text{ [m}^3\text{/KG]}
 \end{array}$$

Estos valores están dados por la tabla “Tablas y Diagramas Termodinámicos-Según la Presión”. (Anexo 1)

A la salida de la bomba el agua tiene una entropía y una temperatura de:

$$S1= 1.8604 \text{ [KJ/KG}^\circ\text{K]}$$

$$T1= 151.83 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

- Estado 2 (Caldera)

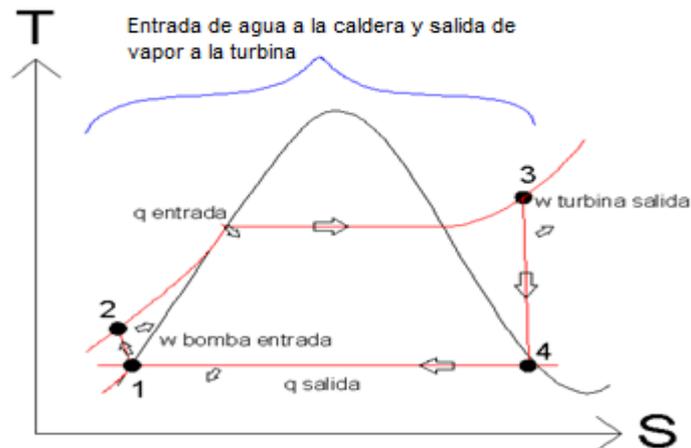


Figura 1.24 T-S del agua Estado 2

Presión 2: $P2= 45$

Entalpia 2: $S2 = S1$

$$W_{bomba, entrada} = V (P2 - P1);$$

$$W_{bomba, entrada} = 0.10925 (45 - 5)$$

$$W_{bomba, entrada} = 4.37 \text{ [KJ/KG]}$$

$$h2 = h1 + W_{bomba, entrada}$$

$$h2 = 640.09 + 4.37 \text{ [KJ/KG]}$$

$$h2 = 644.46 \text{ [KJ/KG]}$$

Con el desarrollo a la entrada de este punto tenemos que la entropía y temperatura a la entrada de la caldera:

$$S2= 1.8604 \text{ [KJ/KG}^\circ\text{K]}$$

Temperatura:

$T_2 = 151.89 \text{ [}^\circ\text{C]}$

- Estado 3 (Turbina)

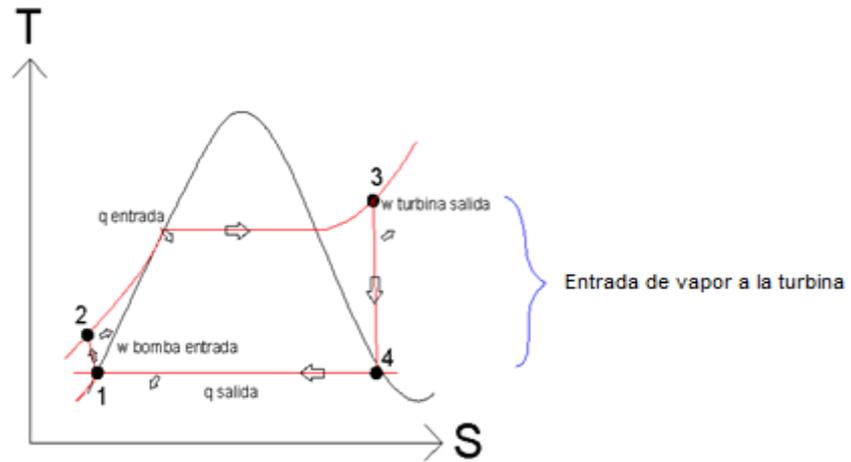


Figura 1.25 T-S del agua Estado 3

$P_3 = 45 \text{ bar}$

$T_3 = 400 \text{ }^\circ\text{C}$



$h_3 = 3205.60 \text{ [KJ/KG]}$

$S_3 = 6.7070$

Volumen:

$V = 0.064 \text{ [m}^3\text{/KG]}$

- Estado 4 (Condensador)

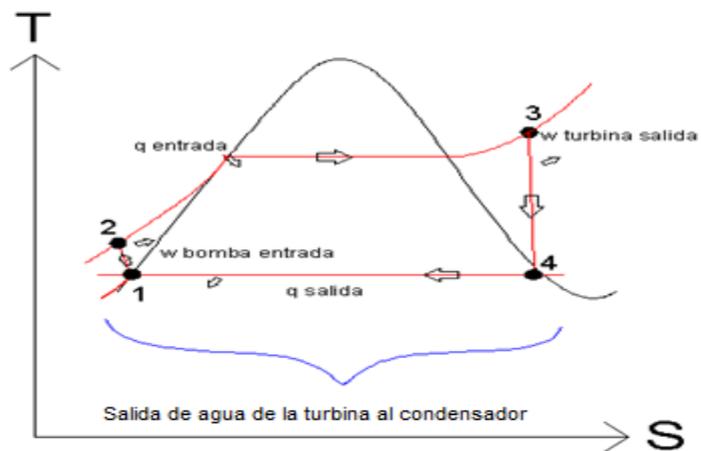


Figura 1.26 T-S del agua Estado 4

A la salida de la turbina el agua tiene una entropía:

$$S_4 = 6.7070 \text{ [KJ/KG/°K]}$$

Temperatura:

$$T_4 = 151.83 \text{ [°C]}$$

Volumen:

$$V = 0.37456 \text{ [m}^3\text{/KG]}$$

$P_4 = 5 \text{ bar (Mezcla Saturada)}$

$$S_4 = S_3$$

En el punto de salida de la turbina y entrada al condensador existe una mezcla con calidad que viene determinada por:

$$X = \frac{S_4 - S_1}{S_{fg1}} ;$$

Por tanto:

$$X = \frac{6.7070 - 1.8604}{4.9603} = 0.97$$

Con el valor de calidad, se determina la entalpía a la salida de la turbina y entrada al condensador, con:

$$h_4 = X \cdot h_{fg1} + h_{f1} \text{ (KJ/kg)} ;$$

De donde:

$$h_4 = 640.09 + [(0.97)(2108.01)]$$

$$h_4 = 2684.85 \text{ [KJ / Kg]}$$

Para determinar en calor de entrada y de salida se emplea las siguientes ecuaciones,

$$Q_{en} = h_3 - h_2 \text{ (KJ/kg)}$$

$$q_{entrada} = 3205.60 - 644.46$$

$$q_{entrada} = 2561.14 \text{ [KJ / Kg]}$$

$$Q_{sal} = h_4 - h_1 \text{ (KJ/kg)}$$

$$q_{salida} = 2684.85 - 640.09$$

$$q_{salida} = 2044.76 \text{ [KJ / Kg]}$$

Ya realizado el cálculo del ciclo tenemos como resultado:

Tabla 1.27 Propiedades termodinámicas de la central térmica con biomasa

Punto	T (°C)	Presión (Bar)	v(m ³ /kg)	h(kJ/kg)	s(KJ/kgK)
1	151,83	5	0,00109	640,09	1,86
2	151,89	45	-	644,46	1,86
3	450,00	45	0,06434	3.205,60	6,70
4	151,83	5	0,37567	2.684,85	6,70

De tal forma vamos a determinar la eficiencia térmica del ciclo en la cual vamos a utilizar la siguiente ecuación:

$$\eta_{ciclo} = \frac{W_{neto}}{Q_{en}}$$

Donde:

$$W_{neto} = W_{sal} - W_{en} \text{ (KJ/kg)} \text{ y}$$

$$W_{sal} = h_3 - h_4 \text{ (KJ/kg)} ;$$

$$W_{en} = h_2 - h_1 \text{ (KJ/kg)}$$

Con las entalpías en los distintos puntos del Ciclo Rankine y empleando las ecuaciones y datos se determina los valores de trabajo de entrada y salida, así:

$$W_{sal} = 520,18 \text{ (KJ/kg)}$$

$$W_{en} = 4,37 \text{ (KJ/kg)}$$

Con lo que el trabajo neto del ciclo es:

$$W_{neto} = 515,81 \text{ (KJ/kg)}$$

Sustituyendo los valores respectivos se obtiene el calor de entrada al ciclo por unidad de masa del fluido de trabajo, así:

$$Q_{en} = 2561,14 \text{ (KJ/kg)}$$

Finalmente, reemplazando el trabajo neto y calor de entrada y se tiene que la eficiencia del ciclo para la central térmica con biomasa propuesta es:

$$\eta_{ciclo} = 20 \%$$

3.3.2. FLUJO DE VAPOR

Se encuentra definido por la cantidad de energía que se quiere producir; para nuestro caso es de 500 KVA (400 kW) por lo tanto:

$$Pe = m_{vapor} * (h3-h4)$$

$$m_{vapor} = Pe / (h3-h4)$$

$$m_{vapor} = \frac{400}{3205.60 - 2684.85}$$

$$m_{vapor} = 0,76 \left(\frac{kgv}{s} \right) \text{ o } 2,73 \left(\frac{tonv}{h} \right)$$

3.3.3. MASA DE COMBUSTIBLE

La cantidad de combustible por unidad de tiempo necesaria para generar 400 Kwe dependerá directamente de la capacidad de energía desprendida por cada unidad másica de combustible. Por lo tanto el flujo másico del combustible viene determinado por:

$$m_{comb} = \frac{m_{vapor} \times Q_{en}}{P.C.I. \times \eta_{cal}} \text{ (kg/s)}$$

Y vamos a considerar 2 puntos muy importantes que son:

- Las propiedades de la caña guadua P.C.I.
- La eficiencia de la caldera la cual vamos a asumir con un 85%

$$m_{comb} = \frac{m_{vapor} * Q_{en}}{P.C.I * n_{cal}} \text{ (Kg / s)}$$

$$m_{comb} = \frac{0.76 * 2561.14}{18000 * 0.85} \text{ (Kg / s)}$$

$$m_{comb} = 0.1272 \text{ (Kg / s)} = 10.8 [T / día]$$

3.3.4. EFICIENCIA DE LA CENTRAL

Para calcular la eficiencia de la central tenemos:

$$n_{Central} = \frac{PotenciaGe}{PotenciaCo}$$

Donde

Potencia Ge = Potencia generada (500 KVA)

Potencia Co = Potencia compara

Pero para obtener la potencia comparada tenemos que considerar las propiedades de la caña guadua del lugar que son:

- ✓ PCI: 18000 [KJ / Kg]
- ✓ Humedad: 0.583%
- ✓ Combinación seca: 0.411%

La potencia comparada está dada por:

$$PC = PCI * Humedad * Combinación\ seca$$

$$PC = 18000 * 0.583 * 0.411$$

$$PC = 935.78 \text{ [kW]}$$

Por lo tanto:

$$n_{Central} = \frac{400kW}{935.78kW} = 42\%$$

3.3.5. COSTO ANUAL DE COMBUSTIBLE

El costo anual de combustible se encuentra dado por la siguiente ecuación:

$$CAC = \left(\frac{3412}{n_{planta}} \right) \left[\frac{BTU}{KWh} \right] * N_{central} [KW] * F * C \left[\frac{USD}{1 * 10^6 BTU} \right] * T \left[\frac{h}{año} \right]$$

Donde:

$N_{central}$ = Potencia nominal de generación de la central [Kw]

F = Factor de planta 0,95 (se considera este factor en concordancia con las horas de trabajo de la turbina)

C = Costo de compra del combustible por millón de BTU generado, se toma en cuenta el valor referencial averiguado en las estractoras de 10.67 USD/ton de caña guadua.

T = Número de horas de operación anual de la planta de generación eléctrica
se considera 8322 h/año.

$$CAC = \left(\frac{3412}{0.42} \right) \left[\frac{BTU}{KWh} \right] * 400 [KW] * 0.95 * \left[\frac{10.67}{1 * 10^6 BTU} \right] * 8322 \left[\frac{h}{año} \right]$$

$$CAC = 184956.54 (USD / año)$$

3.3.6. CÁLCULO DE ESPESOR Y SELECCIÓN DE AISLANTE PARA LA TUBERÍA

El sistema de aislamientos térmicos son materiales o combinaciones de éstos que se usan para suministrar resistencia al flujo de calor.

La mayor parte de ellos son materiales heterogéneos, los cuales tienen baja conductividad térmica y contienen bolsas de aire.

La fuerza impulsora para el flujo de calor es la diferencia de temperatura y entre más grande sea, mayor será la velocidad de transferencia de calor.

Los aislamientos térmicos actúan como barreras que retardan el flujo de calor entre dos medios a diferente temperatura.

Por lo tanto las principales razones que necesitamos encontrar en el material que vamos a elegir son las siguientes:

- Conservación de energía mediante la reducción de la velocidad del flujo de calor.
- Protección y comodidad personales, ya que las superficies calientes representa un peligro para las personas que trabajan en la zona y así dar cumplimiento a las normas de seguridad necesarias.
- Mantenimiento de la temperatura de los procesos sensibles a la misma para mantenerla en todo su extensión.
- Prevención de la corrosión y la condensación sobre las superficies exteriores de tanques y tuberías.

- Reducción del ruido y la vibración con una selección apropiada del material aislante.

3.3.6.1. AISLANTES TÉRMICOS

- Materiales minerales fibrosos o celulares, como el vidrio, la sílice, las rocas, las escorias o el asbesto.
- Materiales orgánicos fibrosos o celulares, como la caña, el algodón o el caucho.
- Plásticos orgánicos celulares, como el poliestireno o poliuretano.
- Materiales que reflejan el calor (que deban dar a espacios vacíos o llenos de aire o gas).

3.3.6.1.1. LANA DE VIDRIO

Un material aislante se caracteriza por el valor de su conductividad térmica; su poder aislante es tanto más elevado cuando más pequeña es su conductividad.

La lana de vidrio es una material compuesto. El fieltro, que se forma en la cadena, está constituido por fibras entrecruzadas desordenadamente, que impiden las corrientes de convección del aire, por lo tanto el aire inmovilizado por la red de fibras, es un volumen proporcionalmente importante por el cual el calor se realizara por convección.

Mientras que las fibras en contacto con otras permitirán la transmisión de calor por conducción, teniendo que si estas fibras intercambian energía será por radiación.

3.3.6.1.2. LANA DE ROCA

Las fibras, una vez impregnadas con un encolado compuesto de aceite mineral y una resina, caen sobre un tapiz metálico en movimiento para pasar a una estufa en la que un circuito de aire caliente asegura la polimerización del colado.

La variación de la velocidad del tapiz de recepción permite obtener diferentes densidades y espesores del material aislante.

En resumen se tiene a disposición estos materiales para el proyecto el cual se muestra en la tabla 1.32.

Tabla 1.28 Características de los aislantes²³

Minerales	Plásticos
<p>LANA DE VIDRIO Con encolado, 250 °C Sin encolado, 500 °C</p>	<p>POLIESTIRENO Expandido, 70 °C Extrusionado, 85 °C</p>
<p>LANA DE ROCA Hasta 750 °C</p>	<p>POLIURETANO 100 °C</p>
<p>FIBRA CERAMICA Hasta 1.500 °C</p>	

Por lo tanto por las características de la temperatura de nuestro proyecto de 400 °C y del precio escogeremos la lana de vidrio.

3.3.6.2. TRANSMISIÓN DEL CALOR

Cuando dos cuerpos se encuentran a temperaturas diferentes, se produce un flujo del cuerpo más caliente al más frío, hasta que se alcanza el equilibrio térmico.

El cambio de calor se produce de 3 maneras:

1.- Por conducción el calor se transmite de molécula a molécula sin cambio aparente de materia, por lo que esta forma de calor interesa esencialmente a los sólidos.

La elevación de temperatura aumenta la excitación de las partículas más elementales de la materia, trasmitiéndose dicha excitación a las más próximas de su entorno, por lo tanto zona caliente a fría.

2.- Por convección es una forma de propagación que es propia de los fluidos líquidos y gases. Las moléculas en contacto con un cuerpo a temperatura más alta se calientan, disminuyendo su densidad y desplazándose por gravedad, si un momento entran en contacto con un cuerpo frío cederán calor aumentando su densidad y desplazándola en sentido contrario.

3.- Por radiación se constituye por ondas electromagnéticas de diferentes longitudes, mientras las dos formas de transmisiones anteriores necesitan de un soporte material esta se realiza por vacío.

Debido a la transferencia de calor para el proyecto necesitamos de la transferencia de convección.

3.3.6.3. ESPESOR ÓPTIMO ECONÓMICO DE AISLAMIENTO

Se debe tener en conciencia de que el aislamiento no elimina la transferencia de calor; simplemente la reduce.

Entre más grueso sea el aislamiento, menor será la transferencia de calor, pero también más elevado el costo del aislamiento.

La máxima transferencia de calor de un sistema al ambiente se deriva de establecer un balance económico con respecto al espesor del aislante, entre los costos de los diferentes componentes del sistema termoaislante (costos fijos, ascendentes) y los costos de energía térmica desperdiciada (costos de operación, descendentes), ya sea para alta o baja temperatura como se muestra en la figura 1.27.²³

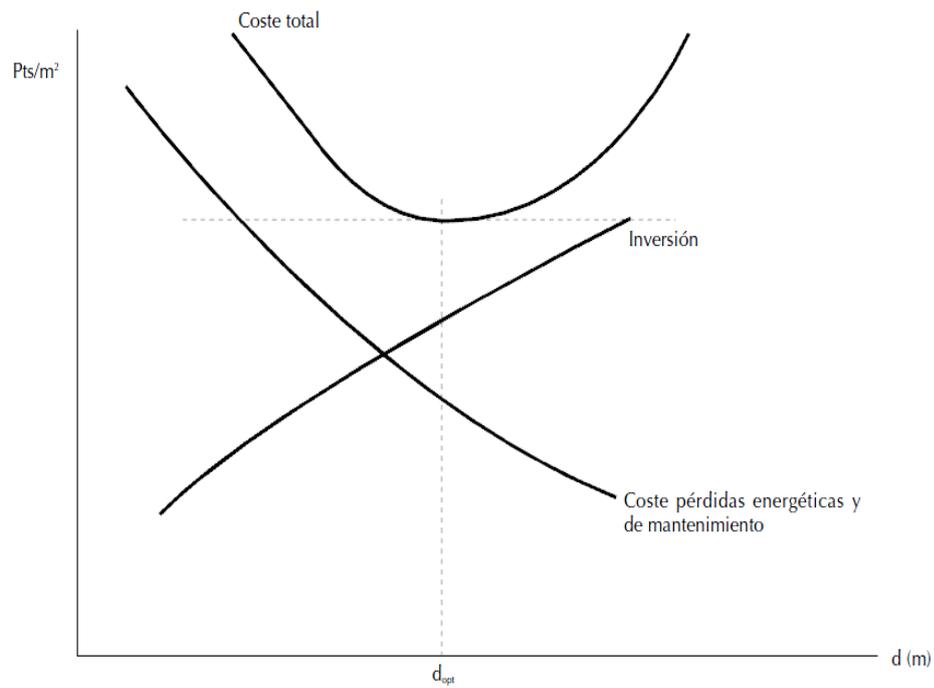


Figura 1.27 Espesor óptimo económico de aislamiento²³

3.3.6.4. PROCEDIMIENTO Y CÁLCULO

Parámetros de partida son:

Temperatura interior 25 °C

Temperatura ambiente 400

°C

Coef. Conductividad λ , lana de vidrio "Propiedades de los Aislantes

Térmicos para la Energía"

0,04W/(m.K)

Coef. Superficial externo, h_e para zona tipo

12W/(m².K)

Tiempo de funcionamiento de la instalación, Z

8322(h/año)

Costo de la energía

0,61(\$/10⁶BTU)

Número de años de estudio, n años	20
Incremento del costo de la energía en el periodo, b %anual	3
Interés anual del dinero, deducidos impuestos, r _o %anual	5
Tasa de inflación anual prevista,	3 %anual

1: Se determinará el Coef. VAN con los datos económicos obtenidos de las tablas generadas por el Banco Central de Ecuador.

$$\text{Coef. VAN} = \frac{t(t^n - 1)}{t - 1}$$

Siendo

$$t = \frac{1 + 0,001 \times b}{t + 0,001 \times r}$$

Donde:

b = Aumento previsible del costo de la energía en %

r = Tasa de actualización neta en % (equivalente al interés bancario deducidos los impuestos y la inflación)

n = Número de años para los que se efectúa el estudio (horizonte económico).

$$t = \frac{1 + 0,001 \times 3}{t + 0,001 \times 2};$$

$$t = 1.01$$

De tal manera:

$$\text{Coef. VAN} = \frac{1.01(1.01^{20} - 1)}{1.01 - 1}$$

$$\text{Coef. VAN} = 22.24$$

2: Se investigara espesor de aislamiento que se encuentran en el mercado y se detallaran a continuación en la tabla 1.33.

Espesores para aislantes

Tabla 1.29 Espesores del aislante⁴

0.010	0.015	0.020	0.025	0.038	0.050	0.060	0.070	metros
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

3: Es necesario calcular las pérdidas de energía para cada espesor de aislamiento y por unidad de superficie.

Donde:

$\theta_i - \theta_e$ = Dif. De temperaturas interior y ambiente (K)

h_e = Coeficiente superficial externo de transmisión de calor W/(m² . K)

λ = Conductividad térmica del aislante entre $\theta_i - \theta_e$ W/(m² . K)

d = Espesor de aislamiento (m)

De tal manera:

$$q = \frac{\theta_i - \theta_e}{\frac{1}{h_e} + \frac{d}{\lambda}} \text{ (W / m}^2\text{)}; \text{ Ecuación (3.1)}$$

$$q = \frac{400 - 25}{\frac{1}{12} + \frac{0.508}{0.04}} (W / m^2)$$

$$q = 125,43 (W / m^2)$$

4: Obtenidas las perdidas vamos a calcular el valor el valor económico de las perdidas por año.

Donde:

E = Costo de la energía % (W . h)

Z = N° de horas de funcionamiento al año (h).

De tal manera:

$$v = q \times E \times Z (USD / m^2 . año); \text{ Ecuación (3.2)}$$

$$v = 125.43 \times 2,06.10^6 \times 8322 (USD / m^2 . año)$$

$$v = 2.20 (USD / m^2 . año)$$

5: Para obtener el valor por periodo de el proyecto procedemos a multiplicar por el VAN ya calculado.

$$p = v \times VAN (USD / m^2); \text{ Ecuación (3.3)}$$

$$p = 2.20 \times 22.24 (USD / m^2)$$

$$p = 48.95 (USD / m^2)$$

6: Ya obtenidos estos mismos valores para otros espesores se va a realizar el incremento del ahorro y el incremento de inversión del aislamiento entre 2 espesores consecutivos y se tabularan para observarlos en la gráfica y visualizar de mejor manera el resultado como se indica en la tabla 1.34.

Tabla 1.30 Espesor óptimo económico⁴

ESPESOR ÓPTIMO ECONÓMICO									Inversiones
Espesor del aislamiento (m)	Pérdidas de energía (W/m ²)	Pérdidas de energía año (KJ/m ²)	Pérdidas de energía año (BTU/m ²)	Costo de energía año (USD/m ²)	Coste de energía periodo (USD/m)	Incremento de ahorro (USD/m)	Incremento de inversiones (USD/m)	A escoger	USD/m
0,010	221,17	6626218,37	6280462,29	3,88	86,32				3,47
0,015	172,43	5165847,46	4896293,54	3,03	67,29	19,02	1,74	17,28	5,21
0,020	144,07	4316206,27	4090986,63	2,53	56,23	11,07	1,74	9,33	6,95
0,025	125,43	3757880,58	3561794,37	2,20	48,95	7,27	1,74	5,53	8,69
0,038	97,44	2919074,93	2766757,6	1,71	38,03	10,93	4,52	6,41	13,21
0,050	83,24	2493753,92	2363629,84	1,46	32,49	5,54	4,56	0,98	17,77
0,060	75,30	2255935,93	2138221,19	1,32	29,39	3,10	3,08	0,02	20,85
0,070	69,39	2078816,93	1970344,26	1,22	27,08	2,31	3,48	-1,17	24,33

El espesor óptimo económico podemos visualizar en el gráfico es aquel que sufre cambio de signo y es 0.060 (m) sin embargo al no encontrarse en el mercado ecuatoriano escogemos el de 0.050.

3.4. DISEÑO MECÁNICO

3.4.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS PRINCIPALES DE VAPOR

El sistema de distribución de vapor constituye el objetivo principal de la generación de vapor desde la caldera hacia los diferentes puntos o centros de consumo donde la utilización de vapor recalentado es primordial, el dimensionamiento de las tuberías de vapor resulta ser un factor importante debido a las altas velocidades que se manejan para este tipo de vapor.

Entonces un incorrecto dimensionamiento y montaje de las tuberías de vapor hace que no llegue a la presión y temperatura deseadas, además puede provocar golpes de ariete y erosiones en las tuberías. (USA)

El aire y la humedad son dos elementos indeseables en el vapor por las siguientes causas:

- El aire contenido en el vapor hace disminuir la temperatura ;
- La humedad en cambio hace disminuir su valor o poder calorífico.

Parámetros para Dimensionar Tuberías de Vapor

Los parámetros necesarios para dimensionar tuberías de vapor que utilizan vapor recalentado serán los siguientes:

Caudal másico

El caudal másico representa la cantidad de vapor que fluye a través de la tubería de vapor, que se quiere dimensionar.

Presión de vapor

Es aquella presión que se registra al comienzo de la tubería que se va a dimensionar.

Temperatura de vapor

Si bien es cierto este es otro parámetro importante y junto con la presión definen las diferentes propiedades termodinámicas que posee el vapor recalentado

Caída de presión máxima admisible

Es la máxima caída de presión que se puede admitir en el tramo de la tubería que se está dimensionando. Esta caída de presión no debe exceder 20% de la presión máxima en la caldera. Este valor debe incluir todas las caídas de presión originadas en los tubos, en los codos, y en las válvulas ya que puede generar una caída de presión y está es una pérdida de energía.

Existen por lo tanto factores importantes que definen el diámetro de las tuberías en un sistema de vapor, así tenemos:

- El vapor utilizado en este tipo de industria es vapor recalentado debido a que posee turbinas a vapor las mismas que son sensibles a la presencia de vapor saturado en el sistema.
- Mientras más baja sea la presión, mayor tamaño de tubería se requerirá debido al incremento del volumen específico.

A mayor caudal (mayor velocidad) se incrementa la caída de presión para un determinado diámetro de tubería

Velocidad de vapor: La velocidad incrementa el nivel de erosión y ruido en las tuberías, debido a la alta velocidad que acompaña a toda caída de presión, como se muestra en la tabla 1.35.^{29,30,31}

VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

Tabla 1.31 Velocidades recomendadas para dimensionamiento de tuberías

CONDICIONES			Velocidad Razonable	
Fluido	Presión (Lbs / Pulg ²)	Usuarios	Pies / Min	Km / Hr
Agua.	50 -150	Servicios Generales	300 - 600	5.4 - 11
Agua.	> 150	Alimentación a Calderas	600 - 1,200	11--22
Vapor Saturado.	0 -15	Calefacción	4,000 - 6,000	73 - 109
Vapor Saturado.	> 50	Varios	6,000 - 10,000	109 - 182
Vapor Sobrecalentado ó vapor recalentado.	> 200	Turbinas a vapor	9,000 - 13,500	165 - 247

- Potencial de crecimiento en el futuro, el tamaño de las tuberías se debe definir sobre la base de las condiciones contempladas para el futuro.

3.4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE TUBERÍAS DE VAPOR

Dimensionamiento de tuberías que conducen vapor recalentado

Para los respectivos dimensionamientos de las tuberías principales de vapor, debemos tener en consideración que en la Industria Azucarera se trabaja principalmente con vapor recalentado para consumo de la turbina y debido a las presiones y velocidades que se tiene, utiliza tubería Schedule 80, en la succión de cada turbina.

Parámetros de dimensionamiento de tubería que conducen vapor de ingreso:

Caudal de vapor:	6.006 Lb _{vapor} /hr
Presión del vapor al inicio del tramo	652.68 Psia
Temperatura del vapor	T _{vapor} = 752 ° F
Velocidad promedio del vapor recalentado	11.250 Ft /min
Volumen específico del vapor	1,0375 Ft ³ /Lbm

1: Dividimos el flujo de vapor requerido por el factor de corrección para vapor recalentado tabla 1.36, este nos dará un valor de flujo de vapor saturado equivalente.

FACTOR DE CORRECCIÓN: VAPOR RECALENTADO

Tabla 1.32 Factor de corrección del vapor recalentado

Gauge Pressure PSI	Saturated Temp. °F	TOTAL STEAM TEMPERATURE IN DEGREES FARENHEIT																					
		340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760
15	250	.99	.99	.98	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83	.83	.82	.82
20	259	.99	.99	.98	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83	.83	.82	.82
40	287	1.00	.99	.99	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.84	.83	.82	.82
60	308	1.00	.99	.99	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.84	.83	.82	.82
80	324	1.00	1.00	.99	.99	.98	.97	.96	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.84	.83	.82	.82
100	338	—	1.00	1.00	.99	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83	.83	.82
120	350	—	1.00	1.00	.99	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83	.83	.82
140	361	—	—	1.00	1.00	.99	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83	.83	.82
160	371	—	—	—	1.00	.99	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83	.82
180	380	—	—	—	—	1.00	.99	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83
200	388	—	—	—	—	1.00	.99	.99	.97	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83
220	395	—	—	—	—	1.00	1.00	.99	.98	.96	.95	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83
240	403	—	—	—	—	—	1.00	.99	.98	.97	.96	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83
260	409	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.98	.97	.96	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84
280	416	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.97	.96	.95	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84
300	422	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.98	.96	.95	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85
350	436	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.97	.96	.94	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86
400	448	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.98	.96	.95	.93	.92	.91	.90	.89	.88	.87
450	460	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.97	.96	.94	.93	.92	.91	.89	.88	.87
500	470	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.98	.96	.94	.93	.92	.91	.90	.89
550	480	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.97	.95	.94	.92	.91	.90	.89
600	489	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.98	.96	.94	.93	.92	.90
650	497	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.97	.95	.94	.92	.91
700	506	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.97	.96	.94	.93
750	513	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.98	.96	.95
800	520	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.97	.95
850	527	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99	.98
900	533	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	.99
950	540	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00
1000	546	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Factor de corrección “ARMSTRONG MACHINE WORKS” (tabla 15, valor interpolado): 0.92

Caudal de vapor corregido:	6.528,26
Lbvapor/hr	

2: Una vez determinado este valor podemos usar la ecuación de continuidad mostrada a continuación:

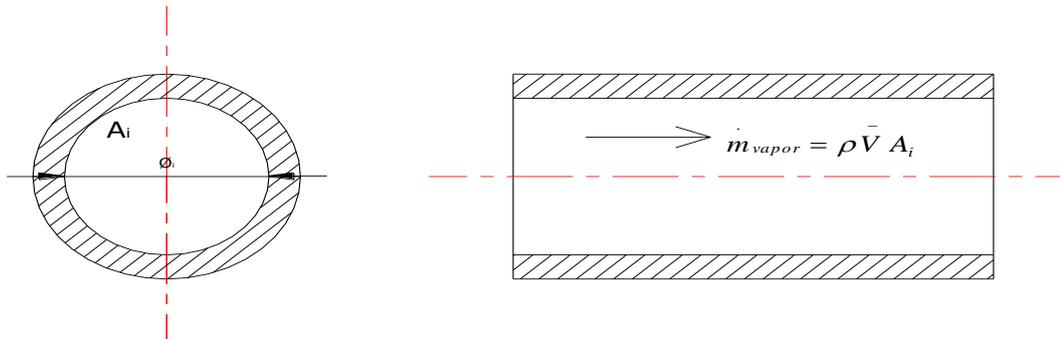


Figura 1.28 Espesor de tubería

$$\dot{m}_{vapor} = \rho \bar{V} A_i, \text{ Ecuación (3.4)}$$

Despejando la ecuación anterior el área interna tenemos:

$$A_i = \frac{\dot{m}_{vapor}}{\rho \bar{V}} \quad \text{ó} \quad A_i = 2.4 \frac{\dot{m}_{vapor} v_s}{\bar{V}} \text{ Ecuación (3.5)}$$

Donde:

2.4 : Es un factor de corrección de unidades.

\dot{m}_{vapor} = Flujo másico de vapor (Lbm vapor / hr.)

v_s = Volumen específico del vapor (Ft³/ Lbm)

\bar{V} = Velocidad promedio del vapor (Ft / min)

A_i = Área transversal interna de la tubería (in²)

$$A_i = 1.444 \text{ in}^2$$

3: Una vez determinada el área transversal interna de la tubería, procedemos a determinar su diámetro, ya sea utilizando la tabla 1.37, o la ecuación 3.6 siguiente:

DIMENSIONES DE TUBERÍAS SCHEDULE 80

Tabla 1.33 Dimensionamiento de tuberías Schedule 80

Size Inches	Diameters			Transverse Areas			Length of Pipe per Sq. Foot of		Cubic Feet per Foot of Pipe	Weight per Foot Pounds	Number Threads per Inch of Screw
	External Inches	Internal Inches	Nominal Thickness Inches	External Sq. Ins.	Internal Sq. Ins.	Metal Sq. Ins.	External Surface Feet	Internal Surface Feet			
1/8	.405	.215	.096	.129	.036	.093	9.431	17.750	.00025	.314	27
1/4	.540	.302	.119	.229	.072	.157	7.073	12.650	.00050	.535	18
3/8	.675	.423	.126	.358	.141	.217	5.658	9.030	.00098	.738	18
1/2	.840	.546	.147	.554	.234	.320	4.547	7.000	.00163	1.00	14
3/4	1.050	.742	1.54	.866	.433	.433	3.637	5.15	.00300	1.47	14
1	1.315	.957	.179	1.358	.719	.639	2.904	3.995	.00500	2.17	11½
1¼	1.660	1.278	.191	2.164	1.283	.881	2.301	2.990	.00891	3.00	11½
1½	1.900	1.500	.200	2.835	1.767	1.068	2.010	2.542	.01227	3.65	11½
2	2.375	1.939	.218	4.430	2.953	1.477	1.608	1.970	.02051	5.02	11½
2½	2.875	2.323	.276	6.492	4.238	2.254	1.328	1.645	.02943	7.66	8
3	3.500	2.900	.300	9.621	6.605	3.016	1.091	1.317	.04587	10.3	8
3½	4.000	3.364	.318	12.56	8.888	3.678	.954	1.135	.06172	12.5	8
4	4.500	3.826	.337	15.90	11.497	4.407	.848	.995	.0796	14.9	8
5	5.563	4.813	.375	24.30	18.194	6.112	.686	.792	.1263	20.8	8
6	6.625	5.761	.432	34.47	26.067	8.300	.576	.673	.1810	28.6	8
8	8.625	7.625	.500	58.42	45.663	12.76	.442	.501	.3171	43.4	8
10	10.750	9.564	.593	90.76	71.84	18.92	.355	.400	.4989	64.4	8
12	12.750	11.376	.687	127.64	101.64	26.00	.299	.336	.7058	88.6	8
14	14.000	12.500	.750	153.94	122.72	31.22	.272	.306	.8522	107.0	8
16	16.000	14.314	.843	201.05	160.92	40.13	.238	.283	1.117	137.0	8
18	18.000	16.126	.937	254.85	204.24	50.61	.212	.237	1.418	171.0	8
20	20.000	17.938	1.031	314.15	252.72	61.43	.191	.208	1.755	209.0	8
24	24.000	21.564	1.218	452.40	365.22	87.18	.159	.177	2.536	297.0	8

De la ecuación 3.5 tenemos

$$A_i = 2.4 \frac{\dot{m}_{vapor} v_s}{\bar{V}} = \frac{\pi \phi_i^2}{4}$$

Despejando el diámetro tenemos lo siguiente:

$$\phi_i = \sqrt{\frac{4A_i}{\pi}} ; \text{Ecuación (3.6)}$$

Donde:

ϕ_i = Diámetro interno de la tubería (in)

A_i = Área transversal interna de la tubería (in²)

$$\phi_i = 1.35in$$

Como se necesita valores fabricados tomamos el siguiente diámetro:

$$\phi_i = 1. \frac{1}{2} in$$

Según el diagrama para dimensionamiento de tubería el diámetro es:

$$\phi_i = 2in$$

De la ecuación de Darcy se tiene lo siguiente:

Caída de presión: tubería	5.96 Psig x100 Ft de
------------------------------	----------------------

Parámetros de dimensionamiento de tubería que conducen vapor de escape:

Caudal de vapor:	6.528,26 Lb _{vapor} /hr
Presión del vapor al inicio del tramo	72.51 Psia
Temperatura del vapor	T _{vapor} = 303.80 ° F
Velocidad promedio del vapor escape	$\bar{V} = (105.5 \text{ Pies/Seg } \acute{o} \text{ 6,330 Pies/min})$
Volumen específico del vapor	5,99 Ft ³ /Lbm

1: Una vez que el vapor recalentado pasa y se expansiona isoentrópicamente a través de la turbina se produce una caída substancial de presión de 652.68 Psia a 72.51 Psia, este tipo de vapor llamado vapor de escape a una presión de 72.51 Psia, es utilizado para el proceso en evaporadores, tachos, calentadores de jugo, por lo que la tubería utilizada, es una tubería de acero al carbono ASTM A - 53 Schedule 40.

Obviamente la velocidad del vapor de escape es diferente a la del vapor recalentado, por ese motivo en la tabla 1.38, se muestra diferentes rangos de velocidades del vapor de escape dependiendo de la norma aplicada en diferentes países, por tal motivo una velocidad óptima promedio que puede ser utilizada para dimensionar tuberías que conducen vapor de escape será la siguiente $\bar{V} = (105.5 \text{ Pies / Seg } \text{ ó } 6,330 \text{ Pies/ min. })$

VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS QUE TRANSPORTAN VAPOR DE ESCAPE

Tabla 1.34 Velocidades recomendadas para dimensionamiento de tuberías que transportan vapor de escape³⁸

Fluido : Vapor de Escape		
Norma Estándar	(Pies / Seg) - (Pies/Min)	(Pies / Seg) - (Pies/Min)
POWER PLANT ENG	66 - 3.960	100 - 6.000
C.E.P.I - CUBA	100 - 6.000	170 - 10.200
AMERICAN PRACTICAL	98 - 5.880	147 - 8.820
NORMA FRANCESA	65 - 3.900	98 - 5.880
PROMEDIO	82,25 - 4.935	128,75 - 7.725

Cuando se tiene que dimensionar tuberías que conducen vapor de escape se puede elegir usar las ecuaciones 3.5 y 3.6, o seguir un procedimiento sencillo y rápido, mediante la utilización de diagramas experimentales para el cual utilizamos la figura 1.29 en donde vamos a desplazarnos con el caudal de vapor y la temperatura en psig correspondientemente.

³⁸ Pipe sizing ARMSTRONG MACHINE WORKS – Three Rivers- Michigan USA

DIAGRAMA PARA DIMENSIONAR TUBERÍAS DE VAPOR

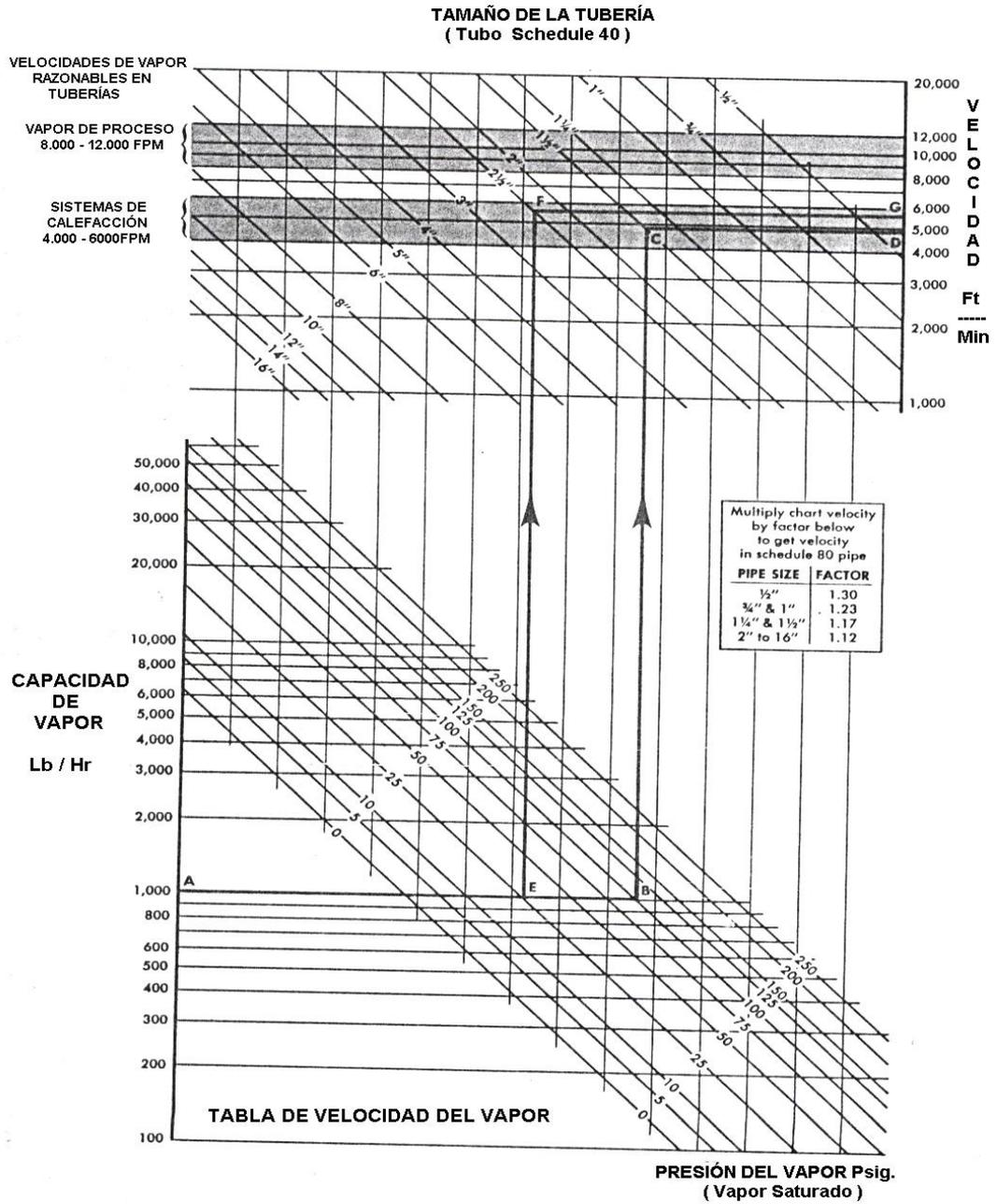


Figura 1.29 Diagrama para dimensionar tuberías de vapor

De la figura 1.29 se tiene:

Diámetro de la tubería (Schedule 40): 3"

Velocidad promedio del vapor de escape 6.330 Ft /min

2: Posteriormente, se calcula la caída de presión empleando la figura 1.30, para dicho efecto, se entra al diagrama ubicando los valores de caudal de vapor, presión en la línea y el diámetro conocido o a su vez utilizamos la

ecuación de Darcy ($\Delta P_{100'} = \frac{6.44 \times 10^{-3} m_{vapor}^{1.83}}{d^{4.83} P^{0.913}}$).

NOMOGRAMA PARA DETERMINAR CAÍDAS DE PRESION POR CADA 100 Ft DE TUBERÍA QUE CONDUCCEN VAPOR SATURADO

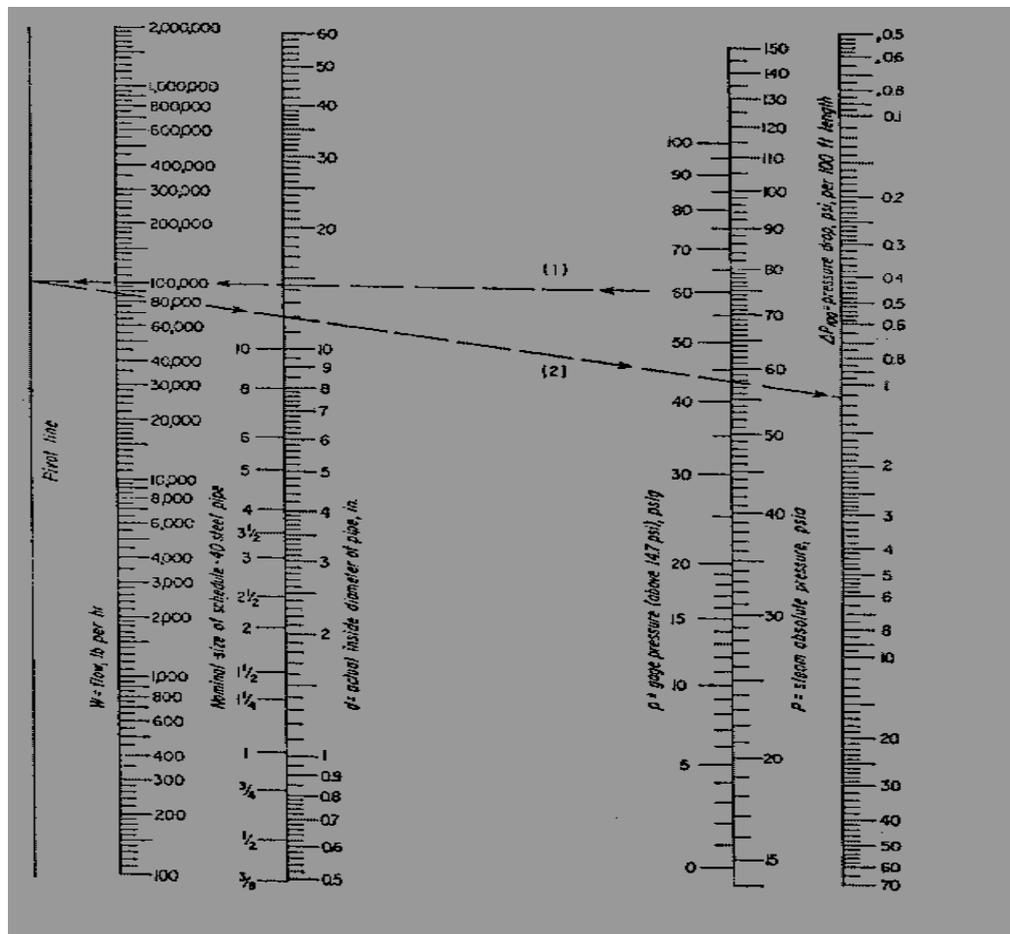


Figura 1.30 Monograma "ARMSTRONG MACHINE WORKS" para caídas de presión

De la figura 1.23 se tiene lo siguiente:

Caída de presión:

7.0 Psig x100 Ft de tubería

CAPITULO 4

INGENIERÍA DE DETALLE

4.1. IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS

Para reconocer las tuberías se propone codificarlas tomando en consideración el servicio que prestan, la selección a la que se dirigen, el diámetro nominal y si fuese principal o una ramificación. Esto se puede desarrollar de la siguiente manera:

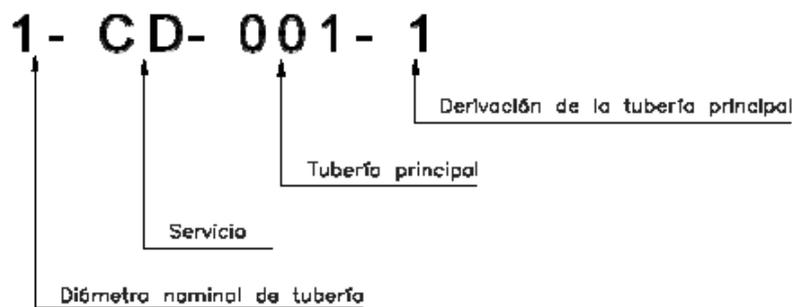


Figura 1.31 Codificación de tubería³⁹

4.2. IDENTIFICACIÓN DE VÁLVULAS

Para la codificación de válvulas, se toma en cuenta el servicio de la línea y el material del cual se encuentra formado dicha línea ya que existen muchos tipos de caras en las válvulas las cuales son factores para una mejor durabilidad y desarrollo del proceso que se encuentra realizando.

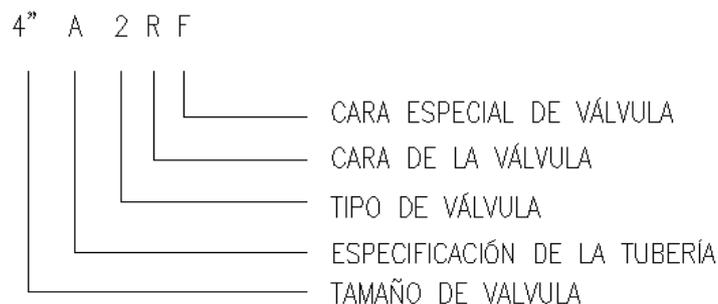


Figura 1.32 Codificación de válvulas³³

³⁹ Standard Specification for Pipe, Valve & Fittings (PETROAMAZONAS E.P.)

4.3. INSTRUMENTACIÓN

Independientemente de la estrategia de control, la implementación del sistema de control conlleva:

- Medir variables de proceso (nivel, temperatura, caudal,...)
- Calcular acciones de control.
- Manipular variables de entrada al proceso

Instrumentación necesaria:

- Instrumentos de medida
- Actuadores
- Sistemas de transmisión de información
- Controladores

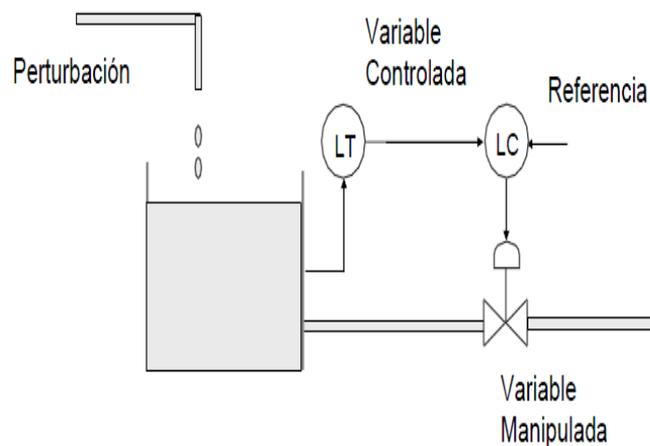


Figura 1.33 Instrumentación⁴⁰

- La variable controlada toma valores en un rango continuo
- Se mide continuamente la variable controlada
- Se actúa continuamente sobre un rango de valores del actuador

⁴⁰ <http://www.disa.bi.ehu.es>

4.3.1. CONTROL DISCRETO

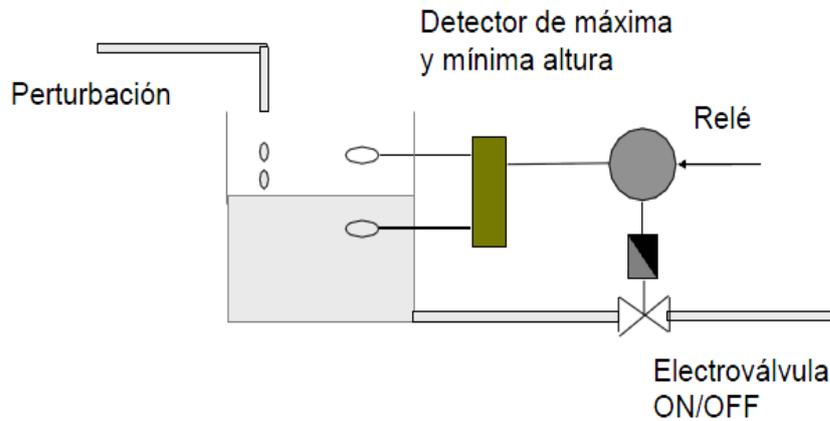


Figura 1.34 Control Discreto⁴¹

- Las variables sólo admiten un conjunto de estados finitos.

4.4. DIAGRAMAS DE PROCESOS E INSTRUMENTOS (P&ID)

Son unidades de procesos y actuadores representados con símbolos especiales como también la ubicación de instrumentos de medida y alta regulación en las líneas de las tuberías, donde se encuentran representados en su mayoría por círculos con números y letras.

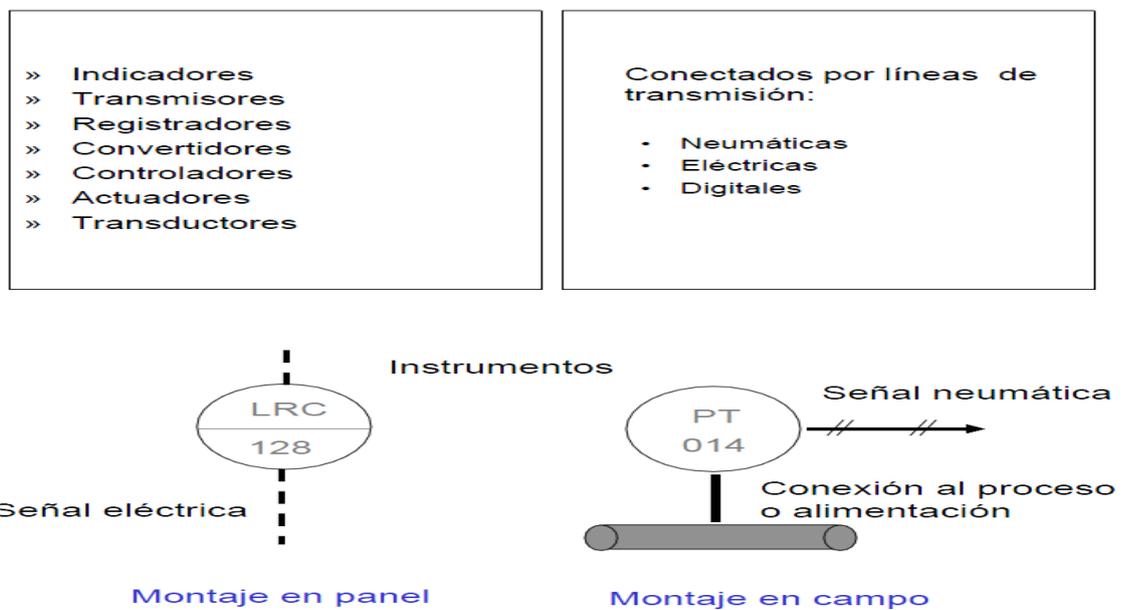


Figura 1.35 Instrumentos

⁴¹ <http://www.disa.bi.ehu.es>

El número es el mismo en todos los instrumentos de un mismo bucle de regulación

Instrumentos Digitales

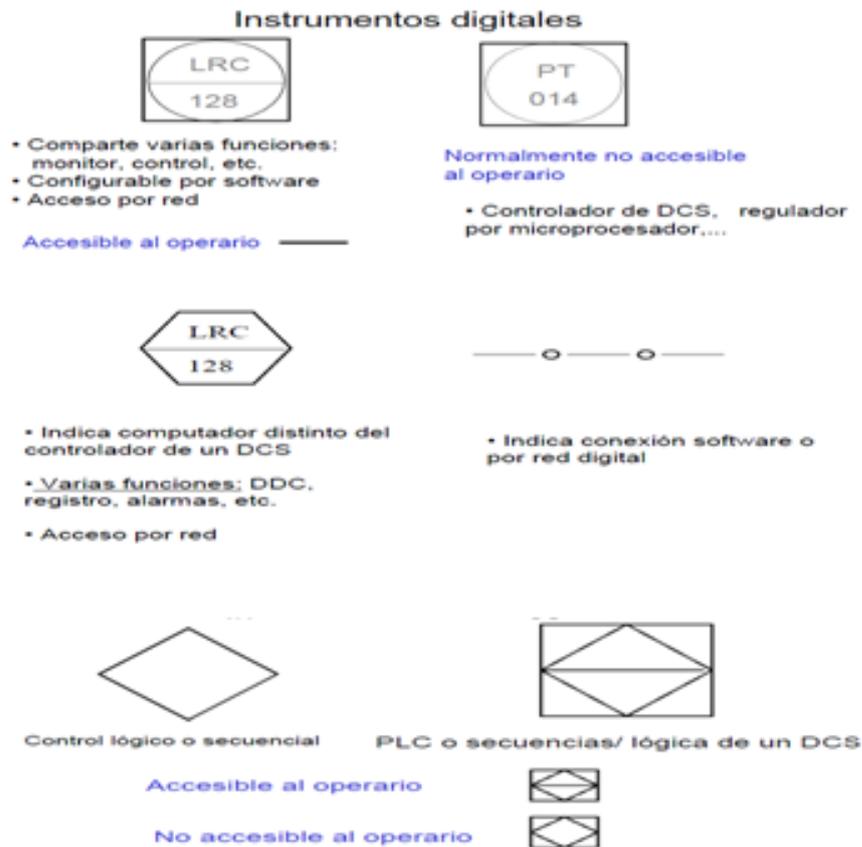


Figura 1.36 Instrumentos Digitales⁴²

Los sistemas de control de procesos se representan en los diagramas de proceso e instrumentos utilizando símbolos e iconos simples. Estos diagramas permiten entender el funcionamiento integrado del proceso y del sistema de control.

En la norma ISA se emplean líneas sólidas para representar las conexiones del proceso y líneas a trazo discontinuo o líneas de trazo continuo con marcas para las comunicaciones entre Instrumentos.

⁴² <http://www.disa.bi.ehu.es>



Figura 1.37 Líneas de procesos

Los instrumentos de los lazos de control se representan por un círculo en cuyo interior se colocan las letras que designan al instrumento.

El bucle al que pertenece se identifica por un número y el símbolo indica la localización física del instrumento.

La identificación del tipo de instrumento se realiza con dos o más letras:

- La primera indica el tipo de variable que se mide, se indica, se transmite o se controla.
- La segunda letra indica la función que realiza el instrumento en el bucle (control (C), indicación (I), registro (R), etc).

En ANEXOS se encuentra el Plano de Simbología que detalle los instrumentos en su totalidad que se van a utilizar como también su nomenclatura.

4.5. P&ID

A continuación se encuentran los 3 P&ID que se realizaron:

1. Sistema de tratamiento de agua cruda.
2. Sistema de almacenamiento de agua.
3. Sistema de generación de biomasa.

4.6. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

Fase de Campo

Inventarios Cuantitativos

Se ubicaron distintas parcelas temporales que con variación de sus dimensiones se tomaran en cuenta considerando la naturaleza del sitio.

Los límites de las parcelas fueron demarcados con cinta métrica y señalados con cinta de color.

Dentro de cada parcela se identificaron, tabularon, midieron y documentaron, todos los árboles y lianas con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) igual o superior a 10 cm (aproximadamente a 1,3m del suelo).

Esta metodología utiliza los mismos parámetros de las parcelas permanentes de una hectárea (Campbell, 1989 y Cerón, 2003), modificada para el estudio. Se realizaron colecciones botánicas para los individuos que no pudieron ser determinados en el campo.

Inventarios Cualitativos

La metodología se basa en la técnica de observación cualitativa directa e implica identificar grupos dominantes en los diferentes estratos del sector Tiputini, para el presente estudio.

Se ubicara un sitio en el campo, se identificara las especies vegetales más frecuentes de 0 - 20 m a la redonda ($=0 - 1.256 \text{ m}^2$) y sobre la base de la arquitectura vegetal del bosque húmedo tropical determinar la estructura de cada punto cualitativo, clasificándolos de la siguiente manera:

Emergentes, árboles superiores a los 35 m de altura; dosel, árboles entre 20 y 30 m de altura; subdosel, que consta de árboles de 10 a 20 m de altura; sotobosque, constituido por individuos menores a 10 m de altura; y estrato herbáceo, conformado por plantas menores a 2 m de altura.

Marcación de árboles

Se desarrolló mediante caminatas para los trabajos topográficos, donde se colocaron cintas de color con código a cada árbol mayor a 40 cm de DAP.

Esta metodología ha sido tomada y adaptada del trabajo de Inventario Forestal de las especies de árboles del derecho de vía desde Guarumos hasta San José, realizado por el Herbario Nacional para "Entrix"(2001).

Para cada árbol marcado dentro de la franja se registró el nombre común, el cual fue proporcionado por una persona nativa de la zona, el nombre científico, se midió el diámetro, estimó la altura, y se colectaron muestras de hojas para las muestras que no pudieron ser identificadas en el campo, para su posterior identificación o verificación.

Análisis Estadístico

Se realizó un muestreo del Km 20 + 020 - 9 + 680, del cual se recopiló algunas de las especies principales que se encuentran en Tiputini y que se detalla a continuación en las tablas:

Tabla 1.35 Datos Estadísticos Tiputini Abscisa 20+020

Datos sendero Tiputini sur abscisa 19+640 a 20+020						
Parcela : 600 m2						Fecha: 15/07/2012
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m³)
1	S/I	S/I	Chambira	0,2	12	0,26
2	S/I	S/I	Abio	0,17	14	0,22
3	S/I	S/I	Guapa	0,15	15	0,19
4	S/I	S/I	Guabo	0,5	25	3,44
5	S/I	S/I	Chambira	0,29	10	0,46
6	S/I	S/I	Canelo	0,41	18	1,66
7	S/I	S/I	Mecha	0,3	20	0,99
8	S/I	S/I	Ardilla caspi	0,21	14	0,34
9	S/I	S/I	Pambil	0,21	16	0,39
10	S/I	S/I	Guapa	0,21	12	0,29
11	S/I	S/I	Yu yun	0,16	14	0,20
12	S/I	S/I	Ishpingo	0,14	12	0,13
13	S/I	S/I	Quisillamba	0,19	14	0,28
14	S/I	S/I	Chucula	0,22	14	0,37
15	S/I	S/I	Carpeta	0,25	12	0,41
16	S/I	S/I	Yu yun	0,32	16	0,90
17	S/I	S/I	Guabo	0,17	10	0,16
18	S/I	S/I	Charapillo	0,26	25	0,93
19	S/I	S/I	Carpeta	0,28	18	0,78
20	S/I	S/I	Guayusa	0,16	8	0,11
21	S/I	S/I	Guapa	0,21	10	0,24
22	S/I	S/I	Yu yun	0,3	16	0,79
23	S/I	S/I	Charapillo	0,76	20	6,35
24	S/I	S/I	N.I.	0,27	17	0,68
25	S/I	S/I	Yu yun	0,2	10	0,22
26	S/I	S/I	Yutsu	0,17	12	0,19
27	S/I	S/I	Ardilla caspi	0,2	12	0,26
28	S/I	S/I	Abio	0,41	20	1,85
29	S/I	S/I	Ishpingo	0,18	15	0,27
30	S/I	S/I	Paragua	0,4	18	1,58
31	S/I	S/I	Peine	0,11	10	0,07
32	S/I	S/I	Caracaspi	0,3	15	0,74
33	S/I	S/I	Chiquita	0,15	12	0,15
34	S/I	S/I	Canalete	0,23	9	0,26
35	S/I	S/I	Yu yun	0,23	6	0,17
36	S/I	S/I	Copal	0,15	14	0,17
Volumen Total						26,51

Tabla 1.36 Datos Estadísticos Tiputini Abcisa 16+400

Datos sendero Tiputini sur abscisa 16+500 a 16+400						
Parcela : 1000 m2			Fecha: 27/07/2012			
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m³)
1	S/l	S/l	Awarashi	19	12	0,24
2	Moraceae	S/l	Rumicampi	25	14	0,48
3	Malvaceae	Theobroma sp.	Cacao de monte	15	10	0,12
4	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	18	10	0,18
5	Malvaceae	Theobroma sp.	Cacao de monte	18	12	0,21
6	Burseraceae	S/l	Copal	12	10	0,08
7	Arecaceae	S/l	Pamihua	16	10	0,14
8	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	22	12	0,32
9	Lauraceae	S/l	Canelo	37	15	1,13
10	Meliaceae	Guarea sp.	Coloado manzano	18	12	0,21
11	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	18	12	0,21
12	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de ga	23	17	0,49
13	Meliaceae	Guarea sp.	Coloado manzano	25	18	0,62
14	S/l	S/l	Molleja	21	14	0,34
15	Moraceae	Ficus sp.	Matapalo	13	14	0,13
16	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	23	16	0,47
17	Lauraceae	S/l	Canelo	31	14	0,74
18	Meliaceae	S/l	Paparagua	21	12	0,29
19	Burseraceae	S/l	Copal	11	10	0,07
20	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de gallina	14	10	0,11
21	Sapotaceae	S/l	Abio	15	14	0,17
22	S/l	S/l	Yuyun	44	16	1,70
23	S/l	S/l	Molleja	20	14	0,31
24	S/l	S/l	Vara	16	10	0,14
25	Sapotaceae	S/l	Abio	28	15	0,65
26	Apocynaceae	S/l	Leche guayu	57	22	3,93
27	Hurticaceae	Pouroma sp.	Uva	24	14	0,44
28	S/l	S/l	Manduro caspi	16	15	0,21
29	S/l	S/l	Molleja	27	14	0,56
30	S/l	S/l	Carpeta	16	12	0,17
31	S/l	S/l	Chucula caspi	16	6	0,08

32	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de gallina	16	12	0,17
33	S/l	S/l	Yuyun	23	10	0,29
34	S/l	S/l	Vara	12	9	0,07
35	Myrtaceae	S/l	Huayanca	19	14	0,28
36	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de gallina	28	16	0,69
Volumen Total						16,45

Fuente: Consulta a moradores del sector
Elaborado por: Autor

Tabla 1.37 Datos Estadísticos Tiputini Abscisa 15+700 ⁴						
Datos sendero Tiputini sur abscisa 15+500 a 15+700						
Parcela : 2000 m2				Fecha: 23/07/2012		
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
1	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	17	10	0,16
2	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de gallina	19	10	0,20
3	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	19	12	0,24
4	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	25	10	0,34
5	S/l	S/l	Chucula caspi	17	11	0,17
6	S/l	S/l	N. I.	19	10	0,20
7	Moraceae	Claricia sp.	Moral	27	10	0,40
8	S/l	S/l	Yuyun	28	15	0,65
9	Sapotaceae	S/l	Abio	21	15	0,36
10	S/l	S/l	Mate	60	20	3,96
11	S/l	S/l	N. I.	24	10	0,32
12	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	18	15	0,27
13	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	18	10	0,18
14	Meliaceae	Guarea sp.	Coloado manzano	26	16	0,59
15	S/l	S/l	N. I.	17	12	0,19
16	S/l	S/l	Carpeta	29	14	0,65
17	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	14	14	0,15
18	Lecythidaceae	S/l	Piton	17	9	0,14
19	S/l	S/l	Chucula caspi	20	12	0,26
Volumen Total						9,43

Fuente: Consulta a moradores del sector

Elaborado por: Autor

Tabla 1.38 Datos Estadísticos Tiputini Abcisa 14+820

Datos sendero Tiputini sur abscisa 14+920 a 14+820						
Parcela : 1000 m2					Fecha: 25/07/2012	
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m³)
1	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	20	18	0,40
2	S/l	S/l	N.I.	26	20	0,74
3	Myrtaceae	S/l	Hucumcaspi	44	22	2,34
4	Burceraceae	S/l	N.I.	37	20	1,51
5	S/l	S/l	N.I.	24	15	0,48
6	S/l	S/l	Canaleta	40	22	1,94
7	S/l	S/l	Guayusa	13	8	0,07
8	Arecaceae	S/l	Pamihua	16	12	0,17
9	Myrtaceae	S/l	Huayanca	25	20	0,69
10	Sapotaceae	S/l	Abio	12	10	0,08
11	S/l	S/l	N.I.	20	18	0,40
12	S/l	S/l	Chucula caspi	15	10	0,12
13	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	34	25	1,59
14	Bixaceae	S/l	Achiotillo	16	15	0,21
15	Arecaceae	S/l	Pamihua	17	15	0,24
16	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de gallina	22	18	0,48
17	Myristicaceae	S/l	Sangre de gallina	16	15	0,21
18	Combretaceae	S/l	Yun yun	13	12	0,11
19	S/l	S/l	Chinduyura	16	10	0,14
20	S/l	S/l	Chucula caspi	20	20	0,44
21	S/l	S/l	Paragua	27	22	0,88
22	S/l	S/l	Chucula caspi	17	15	0,24
23	Apocynaceae	S/l	Leche guayu	62	25	5,28
24	Combretaceae	S/l	Yun yun	25	18	0,62
25	S/l	S/l	Urcu yutzu	23	20	0,58
26	Sapotaceae	S/l	Abio	27	22	0,88
27	Myristicaceae	S/l	Guapa	24	18	0,57
28	Fabaceae	S/l	Guarango	56	25	4,31
29	S/l	S/l	Guabo	18	16	0,29
30	S/l	S/l	N.I.	14	12	0,13
31	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	26	14	0,52
Volumen Total						26,65

Tabla 1.39 Datos Estadísticos Tiputini Abcisa 14+000

Datos sendero Tiputini sur abscisa 14+100 a 14+000						
Parcela : 100 m2						Fecha: 25/07/2012
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m³)
1	S/I	S/I	N.I.	18	16	0,29
2	S/I	S/I	Guayuisa	15	15	0,19
3	S/I	S/I	Aguarashi	60	28	5,54
4	S/I	S/I	Paragua	13	10	0,09
5	S/I	S/I	N.I.	14	12	0,13
6	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	53	25	3,86
7	Combretaceae	S/I	Yunyun	33	22	1,32
8	Fabaceae	S/I	Guarango	16	15	0,21
9	S/I	S/I	Manduro caspi	36	22	1,57
10	S/I	S/I	Paparagua	30	18	0,89
11	Moraceae	S/I	Ardilla caspi	39	20	1,67
12	Myristicaceae	S/I	Guapa	12	8	0,06
13	S/I	S/I	Paragua	11	8	0,05
14	S/I	S/I	Charapillo	33	25	1,50
15	Myristicaceae	S/I	S/I	24	20	0,63
16	S/I	S/I	Yunyun	58	30	5,55
17	Sapotaceae	S/I	Abio	16	16	0,23
Volumen Total						23,77

Fuente: Consulta a moradores del sector
Elaborado por: Autor

Tabla 1.40 Datos Estadísticos Tiputini Abscisa 11+550

Datos sendero Tiputini sur abscisa 11+500 a 11+550						
Parcela : 100 m2			Fecha: 02/09/2012			
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m³)
1	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de gallina	50	23	3,16
2	Arecaceae	Iriartea deltoidea	Pambil	25	20	0,69
3	Meliaceae	S/l	Paparagua	19	10	0,20
4	S/l	S/l	Guayuzá	20	8	0,18
5	Sapotaceae	S/l	N.I.	18	12	0,21
6	Sapotaceae	S/l	Avio	25	10	0,34
7	S/l	S/l	N.I.	20	12	0,26
8	Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro	62	30	6,34
9	S/l	S/l	N.I.	50	25	3,44
10	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	21	20	0,48
11	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ungurahua	20	14	0,31
12	Burseraceae	S/l	Copal	28	13	0,56
13	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de gallina	38	25	1,98
14	S/l	S/l	N.I.	19	12	0,24
15	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ungurahua	22	16	0,43
16	S/l	S/l	Carpeta	18	11	0,20
17	S/l	S/l	N.I.	20	10	0,22
18	Sapotaceae	S/l	Chucula caspi	18	9	0,16
19	Hurticaceae	Pouroma sp.	Uva	28	15	0,65
20	Myristicaceae	Otoba sp.	Sangre de gallina	15	15	0,19
Volumen Total						20,23

Fuente: Consulta a moradores del sector
Elaborado por: Autor

Tabla 1.41 Datos Estadísticos Tiputini Abscisa 11+150

Datos sendero Tiputini sur abscisa 11+200 a 11+150						
Parcela : 500 m2						Fecha: 02/09/2012
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
1	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ungurahua	25	30	1,03
2	Myristicaceae	S/l	Guapa	45	28	3,12
3	S/l	S/l	Sapotillo	65	35	8,13
4	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	28	25	1,08
5	S/l	S/l	N.I.	52	35	5,20
6	S/l	S/l	Mindal	48	30	3,80
7	Burseraceae	S/l	Copal	18	16	0,29
8	Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro	68	25	6,36
9	S/l	S/l	Yutzu	20	12	0,26
10	Myristicaceae	S/l	Guapa	29	16	0,74
11	Sapotaceae	S/l	Avio	16	15	0,21
12	S/l	S/l	Guayuza	35	25	1,68
13	Olacaceae	S/l	Huambula	23	18	0,52
14	S/l	S/l	Carapillo	44	30	3,19
Volumen Total						35,61

Fuente: Consulta a moradores del sector
Elaborado por: Autor

Tabla 1.42 Datos Estadísticos Tiputini Abscisa 10+420⁴

Datos sendero Tiputini sur abscisa 10+320 a 10+420						
Parcela : 1000 m2			Fecha: 02/09/2012			
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
1	S/I	S/I	Carpeta	32	20	1,13
2	Tiliacea	Apeiba aspera	Peine mono	35	18	1,21
3	S/I	S/I	Vara	28	14	0,60
4	Lecythidaceae	S/I	Pitón	16	9	0,13
5	Hurticaceae	Pouroma sp.	Uva	28	14	0,60
6	S/I	S/I	Quinilla	27	20	0,80
7	Burseraceae	S/I	Copal	15	14	0,17
8	S/I	S/I	Vara	12	10	0,08
9	S/I	Cecropia	Guarumo	29	18	0,83
10	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	37	20	1,51
11	Arecaceae	Iriartea deltoidea	Pambil	20	18	0,40
12	Moraceae	Ficus sp.	Matapalo	150	35	43,30
13	S/I	S/I	Paparahua	20	14	0,31
14	Fabaceae	Cedrelinga cateniformis	Chuncho	65	30	6,97
15	S/I	S/I	Vara	13	11	0,10
16	Arecaceae	Astrocaryum chambira	Chambira	19	14	0,28
17	Combretaceae	S/I	Yu yun	14	10	0,11
18	S/I	S/I	N.I.	23	14	0,41
19	Fabaceae	S/I	N.I.	20	17	0,37
20	S/I	S/I	Uva	28	16	0,69
21	S/I	S/I	Vara	15	10	0,12
22	Hurticaceae	Pouroma sp.	Uva	39	20	1,67
23	Burseraceae	S/I	N.I.	35	28	1,89
24	Fabaceae	S/I	Guarango	29	18	0,83
25	Combretaceae	S/I	Yu yun	29	19	0,88
26	Combretaceae	S/I	Yu yun	14	9	0,10
27	Moraceae	S/I	Ardilla caspi	29	20	0,92
28	Combretaceae	S/I	Yu yun	16	15	0,21
29	S/I	S/I	Quinilla	30	20	0,99
30	S/I	S/I	Carpeta	38	25	1,98
31	S/I	S/I	Guayuzá	20	20	0,44
32	Sapotaceae	S/I	Avio	14	14	0,15
33	S/I	S/I	Quinilla	28	18	0,78
34	Combretaceae	S/I	Yu yun	22	18	0,48
35	S/I	S/I	N.I.	30	20	0,99

36	Hurticaceae	Pouroma sp.	Uva	38	25	1,98
37	S/I	S/I	Quinilla	19	15	0,30
38	Fabaceae	S/I	Guarango	17	10	0,16
39	S/I	S/I	N.I.	19	14	0,28
40	S/I	S/I	N.I.	23	14	0,41
41	Combretaceae	S/I	Yu yun	35	18	1,21
Volumen Total						76,76

Fuente: Consulta a moradores del sector
Elaborado por: Autor

Tabla 1.43 Datos Estadísticos Tiputini Abscisa 09+740⁴

Datos sendero Tiputini sur abscisa 9+680 a 9+740						
Parcela : 500 m2			Fecha: 02/09/2012			
N°	Familia	Nombre científico	Nombre Común	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m³)
1	S/l	S/l	Carapillo	56	25	4,31
2	S/l	S/l	Carapillo	35	20	1,35
3	Fabaceae	Inga sp.	Guabo	15	12	0,15
4	S/l	S/l	Chonta caspi	18	10	0,18
5	Lauraceae	S/l	Ishpingo	34	20	1,27
6	S/l	S/l	N.I.	20	16	0,35
7	Combretaceae	S/l	Yu yun	130	35	32,52
8	Moraceae	S/l	Ardilla caspi	30	20	0,99
9	S/l	S/l	N.I.	18	15	0,27
10	S/l	S/l	N.I.	17	12	0,19
11	Fabaceae	S/l	Guarango	24	20	0,63
12	S/l	S/l	N.I.	15	15	0,19
13	Fabaceae	S/l	Guarango	40	22	1,94
14	Combretaceae	S/l	Yu yun	50	25	3,44
15	S/l	S/l	N.I.	18	18	0,32
16	Moraceae	S/l	N.I.	26	20	0,74
17	Myristicaceae	S/l	Guapa	23	20	0,58
18	S/l	S/l	Aguarashi	44	22	2,34
19	S/l	S/l	Urcu yutzu	14	8	0,09
20	Fabaceae	S/l	N.I.	21	12	0,29
21	S/l	S/l	N.I.	31	22	1,16
22	Lauraceae	S/l	Canelo	16	12	0,17
23	S/l	S/l	N.I.	33	18	1,08
24	Combretaceae	S/l	Yu yun	38	17	1,35
25	Arecaceae	Iriartea deltoidea	Pambil	30	22	1,09
26	S/l	S/l	N.I.	12	12	0,10
27	Combretaceae	S/l	Yu yun	29	15	0,69
28	S/l	S/l	N.I.	23	16	0,47
29	Combretaceae	S/l	Yu yun	23	18	0,52
30	S/l	S/l	N.I.	12	12	0,10
31	Meliaceae	S/l	Paparahua	22	16	0,43
32	S/l	S/l	N.I.	23	22	0,64
33	Myristicaceae	S/l	Guapa	58	30	5,55
34	S/l	S/l	Quinilla	14	12	0,13
35	Combretaceae	S/l	Yu yun	13	12	0,11
Volumen Total						65,70

4.6.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos se basa en la utilización de matrices que relacionan las actividades del proyecto con los componentes del medio definidos como factores ambientales.

Mediante una evaluación inicial de los componentes ambientales, esta metodología permite tratar paralelamente la identificación y la calificación de impactos como se indica en la siguiente figura:



Figura 1.38 Impacto Ambiental

Los acápite siguientes contienen la selección y descripción de las actividades y los factores ambientales que se relacionan dando lugar a la generación de diferentes impactos.

4.6.1.1. IDENTIFICACION DE FACTORES AMBIENTALES

Con el fin de determinar la influencia que tendrán las acciones que se desarrollarán durante las actividades previstas dentro del presente proyecto, sobre las condiciones ambientales del área, se identificaron dentro de cada uno de los componentes ambientales (físicos, bióticos, socioeconómicos y de paisaje) los elementos que los integran y en ellos los indicadores que permiten valorar los potenciales cambios.

4.6.1.1.1. COMPONENTE FÍSICO

Los componentes considerados dentro de los aspectos físicos fueron suelo, agua, aire y geformas. A continuación se describe el significado de sus respectivos factores ambientales:

- Suelo

Condiciones Químicas

Se refiere a los potenciales cambios que pueden operarse en la composición de los suelos como resultado de las actividades involucradas en el proyecto, como los derivados de la producción de desechos.

Condiciones Físicas

Se refiere a las características texturales y estructurales del suelo que pueden ser modificadas como resultado de las acciones que se realizarán durante la construcción y operación del proyecto, además de la susceptibilidad a la erosión. La textura corresponde a la granulometría del suelo. La estructura hace referencia al grado de compactación, cohesión y a la presencia de agregados o grietas.

Agua

Hace referencia a la posibilidad de que las acciones del proyecto causen cambios en las condiciones físicas, químicas o bacteriológicas de los cuerpos de agua.

Caudal

Considera los cambios que pueden operarse en el caudal de los cuerpos hídricos del área del proyecto en función de las acciones a desarrollarse.

Considera los cambios que pueden operarse en el caudal de los cuerpos hídricos del área del proyecto en función de las acciones a desarrollarse.

Condiciones Atmosféricas

Se refiere a la potencial modificación de las concentraciones de material particulado y gases presentes en el aire, debido principalmente al tránsito de maquinaria y equipos, y operación de generadores.

Geoformas

Se trata de las condiciones geomorfológicas del terreno que podrían ser modificadas por efecto del proyecto.

4.6.1.1.2. COMPONENTE BIOLÓGICO

- Flora

Se enfoca principalmente en las zonas de bosque existentes en el área de estudio.

- Ecosistema Terrestre

El bosque húmedo tropical se caracteriza por poseer alta diversidad de especies y a la vez baja densidad de las mismas. Muchas especies son sensibles a cambios efectuados en su hábitat, lo cual puede ocasionar su migración que puede ser de carácter temporal o permanente, en función de los impactos que se produzcan.

Los grupos anfibios e invertebrados terrestres tienen una capacidad más reducida de migrar, de manera que serían los más afectados.

- Ecosistema Acuático

La red hídrica es muy importante en la zona del estudio. Ésta, además de proporcionar el recurso agua necesario para todos los procesos biológicos, constituye el hábitat que favorece la reproducción y desarrollo de peces, anfibios y macro invertebrados acuáticos.

Para nuestro proyecto los 2 ecosistemas nombrados anteriormente van a tener un impacto menor ya que el asentamiento de la población de la

comunidad es muy fuerte desde hace años atrás por tal razón las especies se encuentran distanciadas.

4.6.1.1.3. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

- Cultivos de Subsistencia

Se refiere a la alteración de zonas de cultivos dedicados al autoconsumo, durante la ejecución del proyecto.

- Conflictividad Social

Se trata de las condiciones normales en las que cotidianamente se desenvuelve la población, las mismas que pueden ser alteradas por la acción de factores propios de las actividades involucradas en el proyecto, especialmente por presión no planificada sobre los recursos colectivos o deficiencia en los niveles de negociación e indemnizaciones a los bienes afectados.

- Generación de Empleo

Se refiere a la mano de obra local y no calificada que puede ser ocupada durante las actividades del proyecto, factor que se asocia al acceso a recursos monetarios.

- Seguridad Personal

Involucra las garantías a la integridad física que tienen los diferentes individuos para realizar las actividades diarias sin riesgos para sí, por efectos desprendidos de las distintas acciones del proyecto.

4.6.1.1.4. COMPONENTE PERCENTUAL (PAISAJE)

Considera las condiciones paisajísticas del área.

4.6.1.1.5. COMPONENTE ARQUEOLÓGICO

Considera las posibles afectaciones al componente cultural por el movimiento de tierras en los sitios de las nuevas infraestructuras.

4.6.1.2. METODOLOGÍA DE CALIFICACIÓN DE MATRICES

Definidas las condiciones ambientales del área y las características de las diferentes actividades que se desarrollarán para implantar el proyecto, se efectuó un estudio de identificación, evaluación y descripción de los potenciales impactos sobre los componentes ambientales del área de influencia y se van a considerar los siguientes aspectos:

- Magnitud
- Probabilidad de Ocurrencia
- Duración
- Área de Influencia
- Sensibilidad
- Clase de Impacto

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP en sus siglas en inglés Analytic Hierarchy Process), consiste en una metodología basada en el principio de la experiencia y el conocimiento tomando en cuenta los criterios de calificación, estructurando atributos de las diferentes variables consideradas en forma jerárquica.

De esta forma se estableció una escala de valoración para cada uno de estos aspectos:

4.6.1.2.1. MAGNITUD

- Muy Alta (5): Se provoca una alteración total del factor analizado.
- Alta (4): Se modifican significativamente las características del factor analizado.

- Media (3): Las alteraciones producidas son visibles y sobrepasan ligeramente el rango de tolerancia que admite el factor analizado.
- Baja (2): Las alteraciones del factor son de difícil percepción. Se encuentran dentro del rango de tolerancia que admite el factor analizado.
- Muy Baja (1): Las alteraciones ocurren pero son prácticamente imperceptibles, casi no se modifican las características del factor analizado.

4.6.1.2.2. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

- Alta (2,0): El impacto es inminente, la posibilidad de que ocurra es prácticamente del 100%.
- Media (1,5): Es probable que el impacto se dé, dadas las condiciones de la zona y las características de la actividad a realizarse.
- Baja (1,0): Las características de la operación implican que la probabilidad de ocurrencia del impacto es reducida, pero no puede descartarse por completo.

4.6.1.2.3. DURACIÓN

- Permanente (1,0): La alteración será permanente en el tiempo o tendrá una larga duración. Por ejemplo la vegetación desbrozada para construir una plataforma o conformar un DDV, si bien se revegetará, no se permitirá el crecimiento de especies con raíces profundas, es decir la cobertura no se podrá reconformar nuevamente hasta el retiro definitivo de la línea. La contaminación del suelo también se considera un impacto permanente, ya que este factor no presenta facilidades para su regeneración natural, es necesario ejecutar actividades de remediación.
- Temporal (0,8): El factor tiene capacidad de regenerarse de manera natural, como el agua, (siempre y cuando se hable de ríos o esteros), ya que la capacidad de dilución y depuración natural que tienen los ríos, implica que las modificaciones causadas vayan desapareciendo en un período relativamente corto de tiempo. Lo mismo sucede con el aire. Otro

impacto temporal es aquel que solo ocurre durante una fase de un proyecto, que sea de corta duración como el ruido producido por el generador durante la perforación de pozos. Sin embargo, el ruido producido por plataformas que utilizan generadores para su operación, si se consideraría permanente, ya que se produciría de manera constante hasta que concluya el aprovechamiento de la misma, o se cambie de forma de generación.

4.6.1.2.4. ÁREA DE INFLUENCIA

- Menor a 2,5 hectáreas o menor a 1 kilómetro (lineales en caso de cuerpos hídricos, líneas de flujo o vías) (0,6)
- Entre 2,5 hectáreas y 10 hectáreas o entre 1 y 5 kilómetros (0,8)
- Mayor a 10 hectáreas o mayor a 5 kilómetros (1,0)

4.6.1.2.5. SENSIBILIDAD

Se refiere al grado de susceptibilidad que tiene el componente a ser deteriorado ante la incidencia de las actividades. Las áreas clasificadas como de alta sensibilidad, en general, presentarán mayor susceptibilidad a los impactos.

La calificación numérica comprendió los valores siguientes:

- Sensibilidad Alta (1,0)
- Sensibilidad Media (0,8)
- Sensibilidad Baja (0,6)

4.6.1.2.6. CLASE DE IMPACTO

- Positivo (+1): Cuando el impacto favorece al factor analizado.
- Negativo (-1): Cuando el factor analizado sufre deterioro por efecto del impacto producido por determinada actividad.

Tabla 1.44 Criterios de Valoración De Impactos Ambientales

Magnitud (M)				
Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
5	4	3	2	1
Probabilidad de Ocurrencia (PO)				
Alta		Media	Baja	
2,0		1,5	1,0	
Duración (D)				
Permanente			Temporal	
1,0			0,8	
Área de Influencia (AI)				
Menor a 2,5 ha ó menor a 1 km (lineales en caso de cuerpos hídricos, líneas, oleoductos o vías)		Entre 2,5 hectáreas y 10 hectáreas o entre 2 y 5 kilómetros	Mayor a 10 hectáreas Mayor a 5 kilómetros	
0,6		0,8	1	
Sensibilidad (S)				
Alta		Media	Baja	
1,0		0,80	0,60	
Clase de Impacto (CI)				
Positivo			Negativo	
+1			-1	

Fuente: Consulta a moradores del sector
Elaborado por: Autor

La valoración del impacto estará dada por:

$$I = M \times PO \times D \times AI \times S \times CI ; \text{ Ecuación (3.7)}$$

En tal sentido, se tendrá una escala de valores entre -10 y +10. Aquellas actividades que no determinen impactos sobre el factor ambiental asociado, tendrán una magnitud de 0 y evidentemente no se calificarán los demás aspectos.

Para tener una idea general del impacto en cuanto a su valoración, se ha preparado la matriz de calificación que incluye los factores antes mencionados y otra que contiene la multiplicación algebraica de los mismos, de forma que se obtenga la calificación cuantitativa de la afectación que una acción puede originar en el ambiente, mediante valores positivos máximos de + 10 o + 100% o negativos de -10 o -100%. Los criterios utilizados para valorar las matrices de evaluación de impactos fueron los siguientes:

Tabla 1.45 Criterios de Valoración De Matrices De Evaluación de Impactos

-10 a -7,5	-100% a -75%	Muy significativo negativo
-7,5 a -5,0	-75% a -50%	Significativo negativo
-5,0 a -2,5	-50% a -25%	Medianamente significativo negativo
-2,5 a -1,0	-25% a -10%	Poco significativo negativo
-1,0 a 0	-10% a 0%	No significativo negativo
0	0%	No existe impacto
0 a 1,0	0% a 10%	No significativo positivo
1,0 a 2,5	10% a 25%	Poco significativo positivo
2,5 a 5,0	25% a 50%	Medianamente significativo positivo
5,0 a 7,5	50% a 75%	Significativo positivo
7,5 a 10	75% a 100%	Muy significativo positivo

Fuente: Consulta a moradores del sector
Elaborado por: Autor

Se realizó el análisis para las actividades del proyecto, en el cual se determinaron los impactos producidos por cada una de ellas, destacando aquellos más significativos, estableciendo de esta manera las actividades más impactantes. Posteriormente, se realizó un análisis sobre los factores ambientales determinando aquellos más impactados. A continuación se presentan las matrices obtenidas en valores porcentuales⁴³.

⁴³ Las Áreas de Influencia Directa, Indirecta y Regional son aquellas definidas en los Estudios de Impacto Ambiental, de los campos operados por PETROAMAZONAS EP y aquellas definidas en la Política de Relaciones Comunitarias.

MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES. Matriz Operada

Tabla 1.47 Matriz operada de valoración de impactos ambientales

ACCIONES			CONSTRUCCION						OPERACION	
			NEGOCIACIÓN DE DERECHO DE VIA	MOVILIZACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA	DESBROCE DE VEGETACION	MOVIMIENTO DE TIERRA	PRESENCIA DE PERSONAL	INSTALACIÓN Y MONTAJE DE FACILIDADES	OPERACION DEL SENDERO	DESMANTELAMIENTO DEL SENDERO
FACTORES										
FÍSICO	SUELO	CONDICIONES QUIMICAS			0.4 8	0.4 8	0.2 6	0.4 8		
		CONDICIONES FISICAS		- 0,28	1.4 4	0.3 6	0.2 6	0.4 8		
	AGUA	CALIDAD CAUDAL			0.2 8	0.2 6	0.2 6			
		CONDICIONES ATMOSFERICAS								
		CALIDAD DEL AIRE		- 0,28		0.2 6			0.2 6	-0,26
		GEOFORMAS				0.3 6				
BIÓTICO	FLORA				2.4 0					
	FAUNA TERRESTRE			- 0,28	2.4 0	2.1 6	0.2 6	0.2 6	0.2 6	-0,26
	FAUNA ACUATICA				0.2 8	0.2 8	0.2 6			
SOCIO ECONÓMICO	POBLACION RURAL	CULTIVOS y GANADERIA								
		CONFLICTIVIDAD SOCIAL	1,53	- 1.15			0.8 6	1.4 4	0.2 6	
		SALUD Y SEGURIDAD		- 2.00		0.5 7			0.5 7	-0,26
		GENERACION DE EMPLEO			2.0 4	2.0 4	4.80			
ARQUOLÓGICO CULTURAL						0.2 8				
PERCEPTUAL (PAISAJE)				- 0,28	1.0 6	1.0 6		0.2 6	0.2 6	-0,26

4.6.2. ANÁLISIS DE AGUA RIO TIPUTINI

Es parte fundamental de un estudio ambiental el análisis de agua del río principal del cual hace uso las personas que viven en la comunidad o se encuentran vecinas a esta, ya que de este desembocan otras cuencas las cuales forman salados, bebederos y vida para la naturaleza, por tal manera hay que considerar ciertos aspectos que nombramos a continuación:

Muestra

Se debe tomar en un recipiente limpio y hermético para que la muestra no pierda las características más importantes y principalmente no sea contaminada por factores externos que alteren el resultado de la misma.

Los recipientes empleados han de tener una capacidad mínima de 250 ml, si bien es útil disponer de otros de mayor capacidad cuando la norma así lo exija.

Rotulación

Deben constar todos los datos que demuestren y certifiquen la muestra, considerando coordenadas, nombre del solicitante, datos de tiempo y características del río.

Conservación

Una vez tomada la muestra se acondicionará de modo que quede en la oscuridad, debiendo remitirse cuanto antes al laboratorio. Es conveniente iniciar el análisis antes de que transcurran seis horas desde la toma de la muestra.

Sin embargo, podrá demorarse su análisis hasta veinticuatro horas cuando haya sido conservada en refrigeración a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Todas estas consideraciones son exigencias mínimas de la norma ambiental "Tulas" y norma técnica ecuatoriana "INEN" para calidad de agua y muestreo, se adjunta el resultado del análisis de agua rio "Tiputini" agradeciendo al Ingeniero Ambiental Renato Jijón y a la Empresa "Smartpro".

CAPITULO 5

ANALISIS DE RESULTADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN A DETALLE DE LA MICRORED

5.1. ANÁLISIS OFERTA - DEMANDA

De los 1015 moradores de la ciudad de Tiputini, sollo 142 (13%) abonados disponen del servicio de energía eléctrica, 18 horas diarias, el resto de la población cerca de 202 abonados es decir 1452 habitantes asentadas en la parte rural y urbana no disponen de este servicio, y la falta de este servicio afecta al desarrollo económico, social, educativo, sanitario, etc., fundamentalmente al Buen Vivir de los seres humanos que habitan en ese sector.

Inicialmente se desea dotar de servicio de energía eléctrica a todas las casas existentes en este sector urbano como rural del área de concesión de la Empresa Eléctrica CNEL Regional Sucumbíos, incluyendo el Batallón de Selva BS 57 Montecristi.

El análisis de la demanda comprende los siguientes conceptos:

Población de referencia: La población total de Tiputini es de 2466 habitantes, área de influencia del proyecto es de aproximadamente 2466 habitantes correspondientes a la parte urbana y rural, más el personal de la Batallón de Selva BS-57 Montecristi.

Población demandante potencial: La población potencialmente demandante de energía eléctrica son todos los 2466 habitantes más el personal del Batallón de Selva BS-57 Montecristi.

Población demandante efectiva: La población que requiere y demanda efectivamente los servicios ofrecidos por el proyecto son inicialmente 2466 personas, más el personal del Batallón de Selva BS-57 Montecristi.

Proyección de la demanda: Utilizando la tasa de crecimiento poblacional anual de 3.4% (INEC), se determinó que al final del periodo de estudio de 30 años se tendrían aproximadamente:

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL POBLACIONAL

Tabla 1.48 Crecimiento Poblacional Anual ⁴⁰

VIDA UTIL	AÑO	No. Habitantes
0	2012	2466
1	2013	2548
2	2014	2633
3	2015	2721
4	2016	2812
5	2017	2906
6	2018	3003
7	2019	3103
8	2020	3207
9	2021	3314
10	2022	3425
11	2023	3539
12	2024	3657
13	2025	3779
14	2026	3905
15	2027	4035
16	2028	4170
17	2029	4309
18	2030	4453
19	2031	4602
20	2032	4756
21	2033	4915
22	2034	5079
23	2035	5249
24	2036	5424
25	2037	5605
26	2038	5792
27	2039	5985
28	2040	6185
29	2041	6392
30	2042	6605

Fuente: Inec

Para el cálculo de la demanda eléctrica en la zona se ha tomado en cuenta la recomendación de la CNEL y se identifica los usuarios de las zonas de estudio como residencial tipo E es decir que tienen un consumo entre 0 y 100 kWh/mes.

En realidad el dato de la demanda de cada usuario o la caracterización del tipo de usuario no afecta al objetivo del estudio que es el dimensionamiento de la planta de generación, que depende de la disponibilidad de biomasa; por lo tanto se ha asumido el usuario tipo E por las características de las familias y de las viviendas de la población.

Se debe indicar además que la potencia de la planta es independiente de la demanda de la población ya que la energía generada se entrega a la red y no es una planta exclusiva de generación para la población.

Para el cálculo de la demanda máxima se procederá según lo indicado en la Norma de la Empresa Eléctrica Quito.

La demanda máxima para 1 usuario tipo C es de 1,1 kW.

La estimación de la demanda máxima coincidente viene dada por la relación

$$D_{m\acute{a}x} = Factor_M \times Factor_N; \text{ Ecuación (3.8)}$$

El resumen del cálculo de la demanda máxima ($D_{m\acute{a}x}$) para la comunidad es la siguiente:⁴⁴

⁴⁴ www.eeq.com.ec

Tabla 1.49 Demanda máxima Comunidad Tiputini

Comunidad	Usuarios	Factor M	Factor N usuario E	Dmáx Potencia (kW)
Tiputini (E)	142	161.27	0,348	56,46
Tiputini (S/E)	202	220.18	0,348	76,62
Plan Piloto total	344	358.25	0,348	124,67

Fuente: Empresa eléctrica Quito S.A.

Elaborado por: Autor

Oferta

Tiputini, está en el área de concesión de la Empresa Eléctrica CNEL Regional Sucumbíos, siendo la única empresa eléctrica que puede ofertar el servicio de generación y distribución de energía eléctrica que demanda esta comunidad.

Estimación del déficit o Demanda Insatisfecha (Oferta – Demanda)

Con la ejecución de este proyecto se provee del servicio de energía eléctrica a toda la población demandante efectiva actual.

5.2. CONSTRUCCIÓN DE GRAFICAS

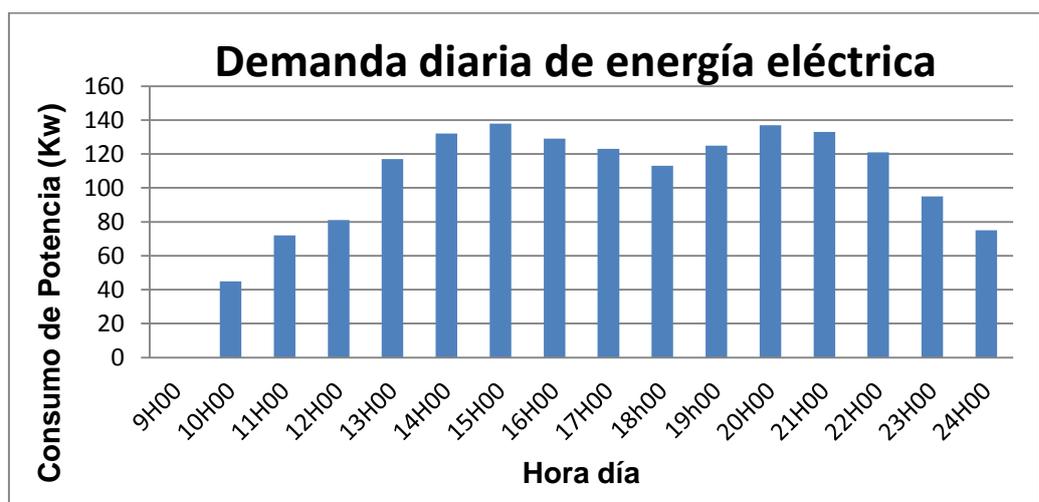


Figura 1.39 Demanda diaria de energía eléctrica

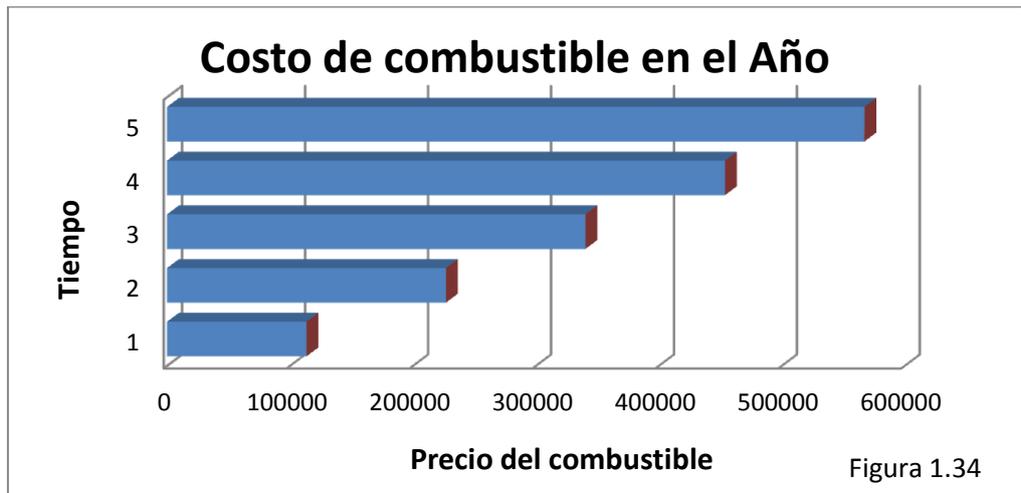


Figura 1.40 Costo de combustible en el año

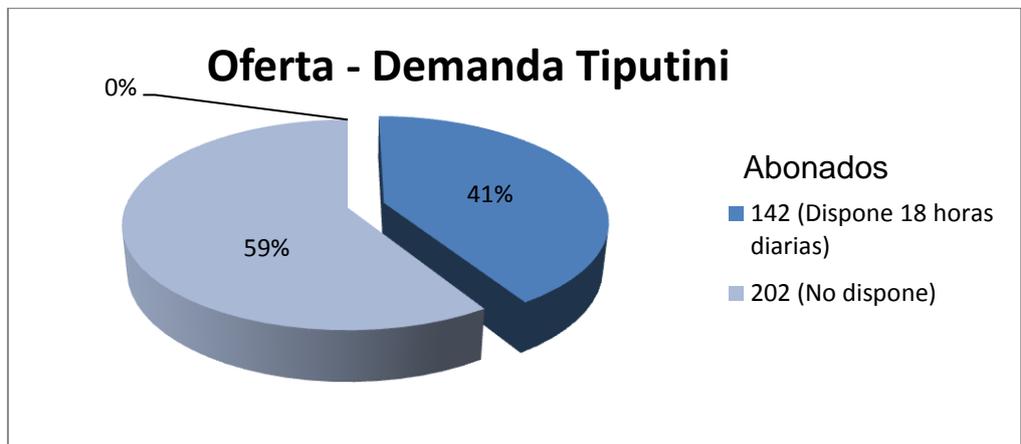


Figura 1.41 Oferta – demanda Tiputini

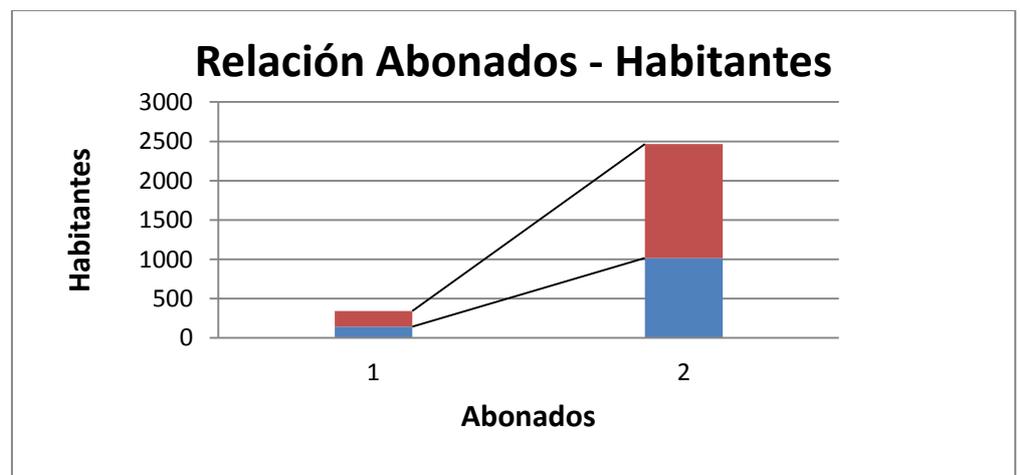


Figura 1.42 Relación de abonados – habitantes

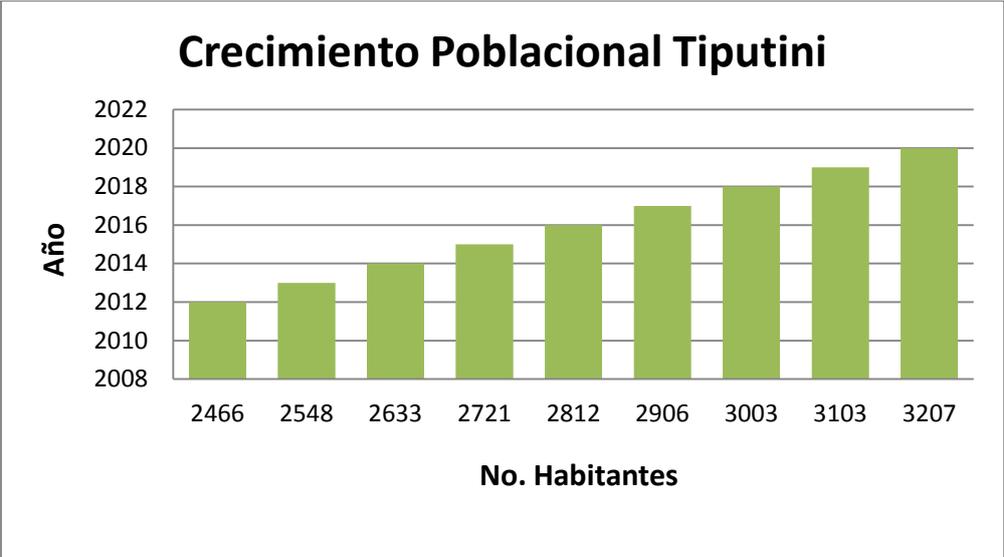


Figura 1.43 Crecimiento poblacional Tiputini

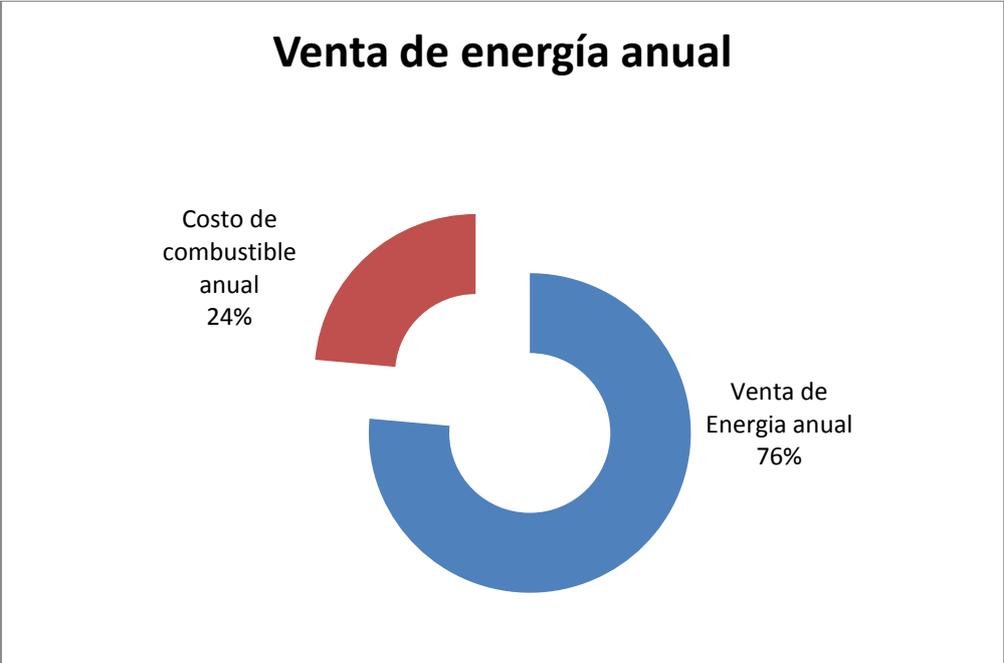


Figura 1.44 Venta de energía anual

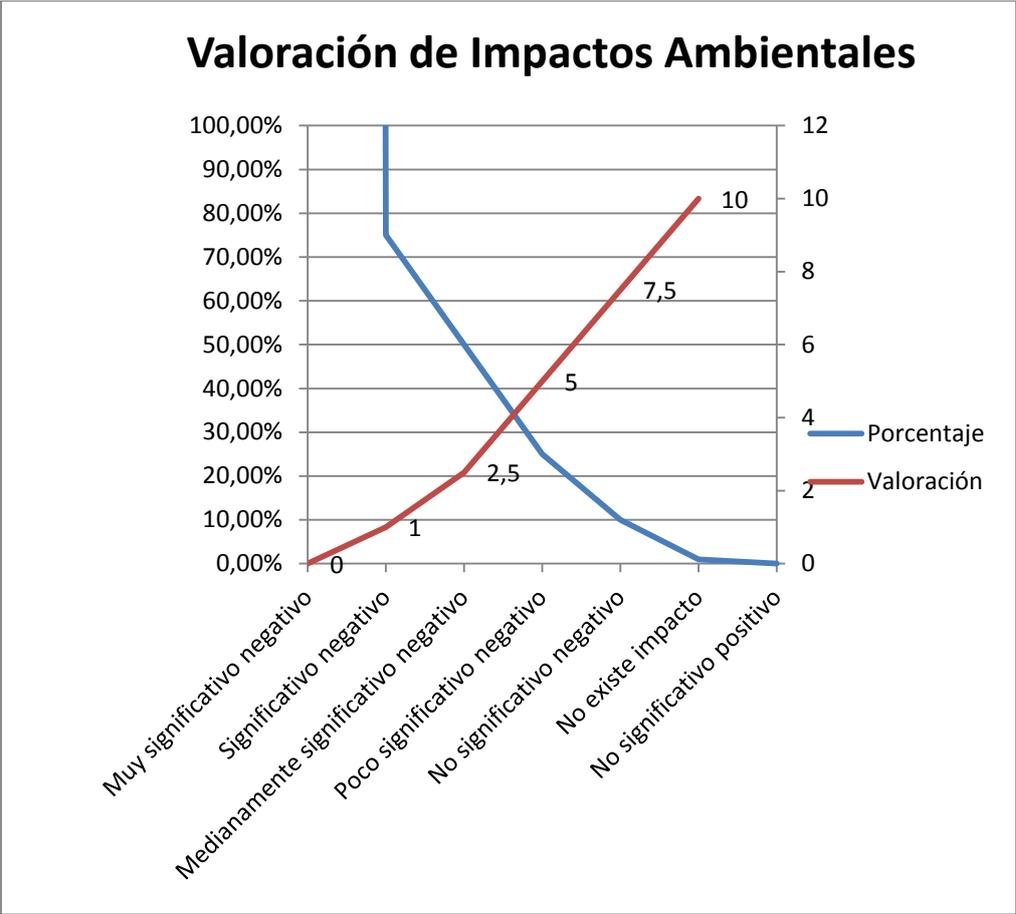


Figura 1.45 Valoración de impactos ambientales

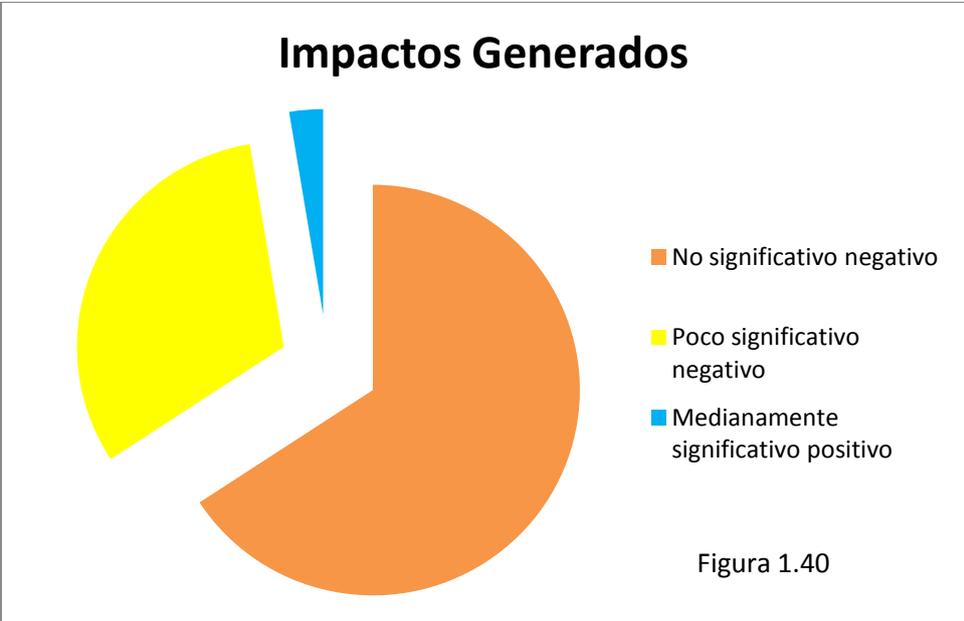


Figura 1.40

Figura 1.46 Impactos Generados

5.3. FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE LA MICRORED

Los resultados del análisis financiero para la central con la alternativa para cubrir la inversión inicial: el uno con el 100% financiado en condiciones comerciales y el otro con un aporte del 40% de fondos del Estado más un 60% financiado son los siguientes:

Central con caña guadua, 100% financiado:

Tabla 1.50 Tabla de factibilidad

VAN	1.282.241,86
TIR	25,28%
Beneficio/Costo	1,7
Periodo de recuperación años	4,58

5.4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

La forma en que se desarrollan los trabajos deben mantener cierta uniformidad para todos, dando lineamientos a seguir o procedimientos de desarrollo. La finalidad es que todos trabajen de la misma forma para poder dar continuidad en caso de un cambio de turno.

Los mantenimientos se van a controlar y a supervisar si fuera el caso necesario; de todos los elementos que forman parte de la planta ya que es obligación de la comunidad y del estado el buen uso, cuidado, y mejoras de este servicio de generación de energía para mejorar el buen vivir de las personas.

▪ Roles de turno

Las eventualidades entre turnos serán manejadas a partir de una bitácora dura que contendrá fecha, turno, observaciones, operador. En el caso de no haber situaciones relevantes se anotará "turno sin novedad"

Las eventualidades de prioridad que no sean terminadas al fin de turno serán turnadas al personal entrante.

El Encargado de Mantenimiento genera los roles de turno en base a la carga de trabajo que exista en planta.

- **Revisión y limpieza**

Realice el bloqueo de todo tipo de alimentación eléctrica, para tal efecto bajando pastillas y/o quitando fusibles.

Retire los tornillos para destapar el panel en el que se encuentran los circuitos empleando un desarmador o herramienta necesaria.

Utilizando aire comprimido a baja presión (1 KG/cm²) y una manguera tipo gusano, sopleteé el circuito para remover el polvo acumulado. Utilice una brocha para los lugares de difícil acceso.

Bañe el circuito con dieléctrico en aerosol. Use la pajilla para los lugares de difícil acceso.

Inspeccione visualmente tratando de encontrar elementos en mal estado, sueltos o rotos en tal caso reapriete o sustituya.

Vuelva a tapar el panel, una vez que la revisión ha sido terminada registre el trabajo efectuado en el "Formato Plan de Mantenimiento".

- **Bloqueo o Aislamiento**

El bloqueo se deberá hacer de toda alimentación existente para protección del proceso con sus respectivas tarjetas que advierta de todos los trabajos que se irán a realizar.

El vacío del producto de todos los elementos que se están manejando se realizara en recipientes y lugares adecuados.

Para el desacople se debe tomar en cuenta todas las herramientas necesarias para un óptimo trabajo, de tal manera que se pueda proceder a lavar todas las piezas con un líquido adecuado (desengrasante ó equivalente) y buscar ralladuras, golpes, torceduras o fracturas que se hayan producido.

5.4.1. MANTENIMIENTO DE LA BOMBA

Para la bomba se tomara en cuenta 3 aspectos importantes detallados a continuación:

1) Lubricación

Una lubricación apropiada es esencial para la operación de la bomba. No opere la bomba si no hay suficiente lubricante en la carcasa de cojinete o si el lubricante está contaminado con excesiva suciedad o humedad.

La operación de la unidad bajo estas condiciones llevará a desempeño deficiente de la bomba, y posible falla del cojinete.

No opere la bomba con excesiva cantidad de lubricante. Dicha acción causará que los cojinetes se sobrecalienten.

2) Caja de empaquetadura

El propósito de la caja de empaquetadura es limitar o eliminar la fuga de fluido de la bomba y evitar el ingreso de aire a los espacios de succión a lo largo del eje de la bomba. Las bombas están equipadas con empaquetadura (fuga limitada). Normalmente, el líquido de la bomba se utiliza para lubricar el sello de caja de empaquetadura. Para bombas equipadas con empaquetadura, siempre debe haber una leve fuga a través del casquillo de la caja de empaquetadura.

Es difícil definir la cantidad de fuga, pero recomendamos un goteo estable de líquido a través del casquillo de la caja de empaquetadura. Los

casquillos de caja de empaquetadura deben ajustarse después de arrancarse la bomba. Cuando la fuga es excesiva, apriete uniformemente los pernos del casquillo de la caja de empaquetadura, un poco por vez.

Espere un intervalo de tiempo para que la empaquetadura se ajuste a la nueva posición. Nunca apriete el casquillo hasta que no haya fuga, ya que esto causará sobrecalentamiento y desgaste indebido en las camisas del eje.

3) Holgura de Anillo

Los ajustes operativos entre los anillos de desgaste se suministran bajo las especificaciones de la bomba.

Cuando estas holguras se duplican, o la capacidad de la bomba se reduce en 5 al 10%, los anillos deben reemplazarse. El propósito de estos anillos es mantener en un mínimo la recirculación interna del líquido que se bombea. Las holguras deben verificarse periódicamente y cuando se abre la carcasa de la bomba.

Verifique mediante medición directa. Mida el diámetro interior del anillo de la carcasa y el diámetro exterior del anillo del impulsor, luego calcule la holgura (diámetro interior menos el diámetro exterior).

5.4.1.1. MANTENIMIENTO MÁQUINA ELÉCTRICA

Realizar el bloqueo de todo tipo de alimentación eléctrica, con el equipamiento necesario del caso.

Limpiar completamente el generador con desengrasante y verifique los acoplamientos con otros elementos mecánicos.

Abrir la tapa de conexión y realizar el reapriete de tornillería, en el caso de encontrar algún elemento dañado o en mal estado y proceder a cambiarlo.

Vuelva a colocar los fusibles ó suba pastillas y energice el equipo, ponga en funcionamiento el motor y verifique auditivamente el estado de los baleros con un estetoscopio tratando de encontrar ruidos de desgaste o rozamientos.

Con un amperímetro de gancho compare la corriente de placa con la de consumo, de no existir alguna novedad proceda a cerrar la tapa de la caja de conexión.

Una vez que la revisión ha sido terminada, registre el trabajo efectuado en el "Formato Plan de Mantenimiento"

5.4.2. MANTENIMIENTO DE LA CALDERA

1) Limpieza de los intercambiadores de calor:

Puesto que los gases calientes de la combustión circulan por estos tubos pueden depositarse partículas sólidas sobre su superficie. Para limpiar estas partículas, en este tipo de calderas de tubos verticales, es más que suficiente accionar la palanca de limpieza. De esa manera todas las partículas que pudieran estar adheridas a los tubos caen al cajón de cenizas. Esta sencilla acción se puede realizar siempre que se quiera pero con un mínimo de una vez cada semana.

2) Extracción del cajón de cenizas:

En el cajón de cenizas se depositan las cenizas producidas durante la combustión del pellet, hueso de aceituna, etc, además de las que hayan podido caer de los tubos de los intercambiadores. Consiste básicamente en tirar las cenizas al cubo de la basura, a las plantas como abono, etc.

3) Limpieza del quemador:

El combustible sólido puede ocasionar costras procedentes de combustible no quemado o de materiales que no deberían estar en el propio combustible. Con una pequeña espátula se puede repasar si es necesario.

4) Aspirado de las cenizas del hogar de la combustión:

Con un aspirador de cenizas o un adaptador para una aspiradora convencional y siempre en frío aspiramos todas las cenizas que pudieran quedar en el hogar.

Con estas sencillas operaciones que en total pueden suponer unos 5 minutos al mes, tu caldera de biomasa puede funcionar sin problemas durante toda su vida útil.

La motivación de preparar este video es mostrar lo sencilla y cómoda que es la limpieza de la caldera.

5.4.3. MANTENIMIENTO DEL CONDENSADOR

1) Filtración

Revise si hay algún daño físico, filtración, bulto o descoloración. Reemplace si es necesario.

2) Protección

Limpie la envoltura del condensador, el casquillo de aislamiento y cualquier conector que esté sucio o corroído.

3) Energía

Revise cada condensador por reactancia capacitiva aplicando 120 Voltios a cada fase y midiendo la energía correspondiente. Verifique con la especificación.

Confirme kVar, tensión, y clasificación BIL de cada condensador, verificar con especificación.

4) Resistencias

Verifique si las resistencias internas de descarga están funcionando adecuadamente, reemplace las celdas si es necesario.

5.4.4. MANTENIMIENTO DE LA TURBINA

La turbina es un equipo con vida útil extensa y exenta de problemas. Eso sí, hay que respetar 4 aspectos muy importantes:

1) Fluido de trabajo

Utilizar un vapor de las características físico-químicas apropiadas, de forma que no exista alteraciones en las instrucciones de operación en arranques, durante la marcha y durante las paradas del equipo.

2) Lubricación

Es de vital importancia el análisis periódico de la revisión del aceite de lubricación teniendo en cuenta la calidad del aceite, su presión, temperatura, y presencia de contaminantes está dentro de los márgenes adecuados

3) Protección

Respetar las consignas de protección del equipo (valores de alarma y disparo para cada uno de los parámetros controlados por el sistema de control). Si la turbina da algún síntoma de mal funcionamiento (vibraciones, temperaturas elevadas, falta de potencia, etc) parar y revisar el equipo: nunca sobrepasar los límites de determinados parámetros para poder seguir con ella en producción o incluso para poder arrancarla.

4) Posición de elementos

La correcta posición de los elementos permitirá el óptimo funcionamiento de los mismos, ya que si superan las especificaciones del fabricante se generaran fallas debido al mal acoplamiento produciendo fisuras, grietas y fracturas de los mismos que podrían mesurar la vida útil de este elemento y consecuentemente de la turbina.

5) Operación y paralización de trabajo

Realizar los mantenimientos programados con la periodicidad prevista permitirá tener un mejor control sabiendo que si se produce una parada por alguna causa, se investigara y solucionara el problema antes de poner el equipo en marcha nuevamente.

A continuación se indican los mayores casos a tomar en cuenta para la paralización de la maquina:

- Alto nivel de vibraciones
- Desplazamiento excesivo del rotor por mal estado del cojinete de empuje o axial
- Fallos diversos de la instrumentación
- Vibración en reductor o alternador
- Fuga de vapor
- Funcionamiento incorrecto de la válvula de control
- Dificultad o imposibilidad de la sincronización
- Bloqueo del rotor por curvatura del eje

MANTENIMIENTO PLANTA BIOMASICA CAÑA GUADUA										
Elemento Principal	Aspectos	Descripción	Consideraciones Mantenimiento	M. Diario	Mtn. Quincenal	Mtn. Mensual	Mtn. Anual	Observación		
1.- Bomba	Lubricación	Lubricante que posea buena calidad, cantidad y que no se encuentre contaminada	Diario <ul style="list-style-type: none"> Comprobación de alarmas y avisos Vigilancia de parámetros (niveles de vibración, revoluciones, temperaturas de entrada y salida vapor, presiones de entrada y salida, temperatura y caudal de aceite de lubricación, presión de vacío del depósito de aceite de lubricación, comprobación de nivel de aceite, presión diferencial de filtros, entre otros) Inspección visual de los elementos y sus auxiliares (fugas de aceite, fugas de vapor, fugas de agua de refrigeración, ruidos y vibraciones anormales, registro de indicadores visuales) 			X		Hay que tener en cuenta que si existe alguna fuga inmediatamente notificar al supervisor de mantenimiento		
	Caja de empaquetadura	Limita o elimina la fuga de fluido de la bomba y evita el ingreso de aire a los espacios de succión			X			X		
	Holgura del anillo	Controlar las holguras de los anillos para que no reduzca la capacidad de la bomba							X	El over haul se lo puede realizar antes de año si existiera la necesidad por algun daño no programado
1.1 Motor eléctrico	Acoplamiento	Limpiar el motor con desengrasante y verifique los acoplamientos con otros elementos mecánicos							X	
2.- Caldera	Corriente	verifique auditivamente el estado de los baleros con un estetoscopio y medir la corriente con un amperímetro						X		
	Intercambiador de calor	Limpieza de partículas sólidas para una buena circulación	Quincenal <ul style="list-style-type: none"> Inspección visual de los elementos Inspección de fugas de aceite Limpieza (si procede) Comprobación del nivel de aceite Inspección de fugas de vapor Inspección de fugas de agua de refrigeración Lectura de vibraciones (amplitud) Inspección visual de la bancada Purga de agua del aceite de lubricación Inspección visual del grupo hidráulico de aceite de control Inspección visual del sistema de eliminación de vahos 	X	X	X		El mantenimiento puede variar en cualquier momento dependiendo del trabajo de la planta		
	Cajón de cenizas	Limpieza del cubeto de cenizas para evitar la acumulación, teniendo en cuenta que sirve como abono		X	X	X		El mantenimiento puede variar en cualquier momento dependiendo del trabajo de la planta		
	Quemador	Retirar las costras procedentes de la quema del combustible no quemado				X	X	El mantenimiento puede variar en cualquier momento dependiendo del trabajo de la planta		
	Hogar de combustión	Aspiración de cenizas en frío para prolongar la vida útil del elemento				X	X	El mantenimiento puede variar en cualquier momento dependiendo del trabajo de la planta		
Filtros	La verificación del buen estado, y decoloración o remplazo si es necesario				X	X	El cambio de filtro puede realizarse antes pero no después del tiempo programado			
3.- Condensador	Protección	Verificar el buen estado de la envoltura y el casquillo	Mensual <ul style="list-style-type: none"> Muestra de aceite para análisis Purga de agua del aceite Comprobación de lubricación de reductor y de alternador Análisis del espectro de vibración en turbina, reductor y alternador, a velocidad nominal Revisión visual, limpieza y soporte si fuera necesario					X		
	Energía	Medir la corriente con un amperímetro y con la especificación del catálogo							X	
	Resistencia	Verifique si las resistencias internas de descarga están funcionando adecuadamente, reemplace las celdas si es necesario				X	X	El mantenimiento puede variar en cualquier momento dependiendo del trabajo de la planta		
4.- Turbina	Fluido de trabajo	Utilizar un vapor de las características físico-químicas apropiadas	Anual <p>Si se realizan todas las actividades que se detallan en esta lista, en realidad se están eliminando todas las causas que provocan las averías más frecuentes. Si se compara esta lista de tareas con la lista de averías más frecuentes se puede comprobar que esta revisión esta orientada a evitar todos los problemas habituales de los elementos. La razón de la alta disponibilidad de estos equipos cuando se realiza el mantenimiento de forma rigurosa es que realmente se está actuando sobre las causas que provocan las principales averías. Para para overhaul si fuera necesario.</p>			X				
	Lubricación	Lubricante que posea buena calidad, cantidad y que no se encuentre contaminada				X			Hay que tener en cuenta que si existe alguna fuga inmediatamente notificar al supervisor de mantenimiento	
	Protección	Respetar las consignas de protección del equipo Si la turbina da algún síntoma de mal funcionamiento (vibraciones, temperaturas elevadas, falta de potencia, etc) parar y revisar el equipo				X	X			
	Posición de elementos	La correcta posición de los elementos permitirá el óptimo funcionamiento de los mismos, ya que si superan las especificaciones del fabricante se generaran fallas debido al mal acoplamiento						X	La posición de estos no esta absuelta de eventualidades y debe ser tomada en cuenta si es necesari antes de tiempo	

Tabla 1.51 Mantenimiento Planta Biomásica Caña Guadua

5.5. PERSONAL PARA EL MANTENIMIENTO Y TRABAJOS PLANTA

El personal que este contratado para la planta necesariamente tendrá que tomar en cuenta 2 aspectos muy importantes que se detalla a continuación:

➤ Técnico

La capacidad y los valores serán factores fundamentales de un sistema de energía limpia que exige mucha responsabilidad con el trabajo y principalmente con el ambiente por lo tanto, se tomara en cuenta también los siguientes aspectos:

- ✓ Título de institución superior
- ✓ Experiencia mínima en cargos similares de 3 años

➤ Psicológico

La facilidad de relacionarse y entender los distintos pensamientos, culturas y trato a las personas será un plus para la vitalidad del proyecto, por lo tanto tendremos que considerar:

- ✓ Examen psicológico

El mantenimiento que se va a realizar en la planta contara con el siguiente personal:

- Administrador
 - Campamentero
- Supervisor mecánico
 - Técnico Mecánico
- Supervisor eléctrico
 - Técnico Eléctrico
- Supervisor SSA

- Médico
 - Paramédico
- Relacionador Comunitario
 - Personal para mantenimiento y producción (capacitación)
 - Personal para el sistema de cultivo y recolección
 - Personal de limpieza de instalaciones
 - Personal vario

A continuación se detalla las obligaciones del personal de planta:

Administrador

El será responsable por la organización funcional de la planta considerando los siguientes aspectos:

- Movilizaciones
- Registro de personal
- Manejo de información técnica-económica
- Limpieza y adecuaciones de la central biomásica

Supervisores

Los supervisores estarán a cargo de la operación de la planta, de los implementos y de los mantenimientos que se vayan a realizar.

Estas personas tendrán que realizar charlas a la comunidad sobre el funcionamiento y manejo de los elementos, así también el de formar un equipo para capacitación.

En base a la información obtenida en el curso se elaborara un cronograma de las personas que ingresaran a laborar cumpliendo con las normas de seguridad correspondientes y acogiéndose a las obligaciones laborales pertinentes.

El administrador controlara el libro de obra diario y reportara las observaciones realizadas en el día, esta persona también se encontrara en un 95% de tiempo en la planta por cualquier eventualidad.

El personal de la comunidad se encontrara siempre en la obligación de reportar cualquier actividad o anomalía que se presente al superior que se encuentre, únicamente con la autorización del supervisor se podrán realizar cualquier trabajos que no se encuentren programados.

Las personas que pertenecen a la comunidad deber estar comprometidas con la planta en su totalidad para realizar el mejor desempeño de trabajo y de cuidado para preservación de las instalaciones y cuidado del medio ambiente.

Médico

A cargo de la prevención y bienestar físico de las personas, preparado para cualquier emergencia laboral y calificado para realizar brigadas "alert" que disminuyan los incidentes y accidentes de trabajo.

Relacionador Comunitario

Estará encargado exclusivamente en el manejo de la comunidad tomando en cuenta los siguientes temas:

- ✚ Manejo de personal de trabajo de las distintas comunidades de la zona
- ✚ Control laboral del personal
- ✚ Solicitudes de la comunidades
- ✚ Pago y negociaciones con la comunidad
- ✚ Ayuda a la comunidad

En la tabla que se detalla a continuación se indica el organigrama de jerarquía que se mantendrá en la central térmica:

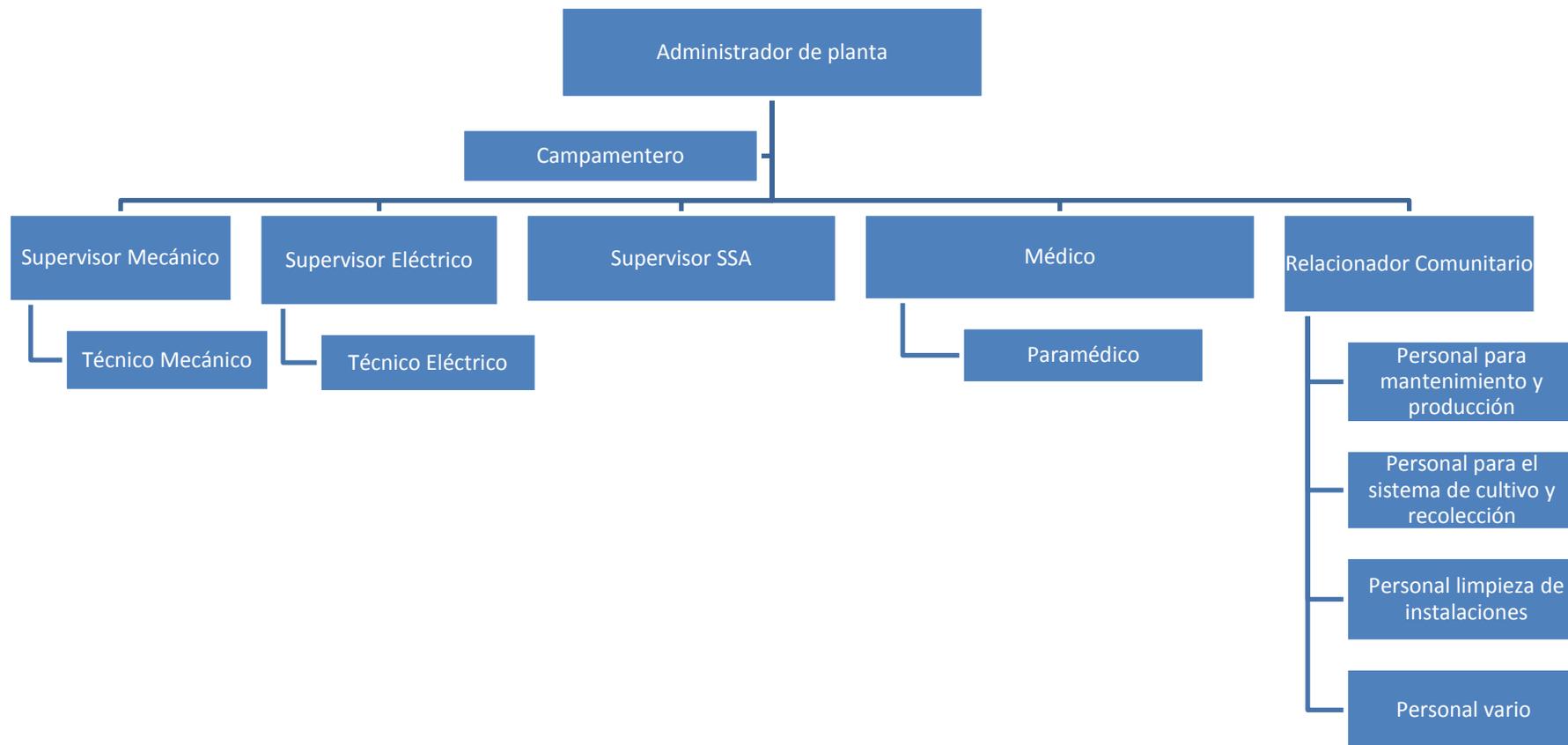


Figura 1. 47 Organigrama de Jerarquía

5.6. FACILIDADES DE LA MICRORED

Como se muestra en la implantación (anexo), se posee superficie para una readecuación para la planta biomásica de caña guadua, para la facilidad de operación, desarrollo del proceso, seguridad de las personas, maquinaria y medio ambiente, tomando en cuenta los impactos que se pueden producir.

Con las recomendaciones mencionadas se propone un modelo para la planta de biomasa de caña guadua:

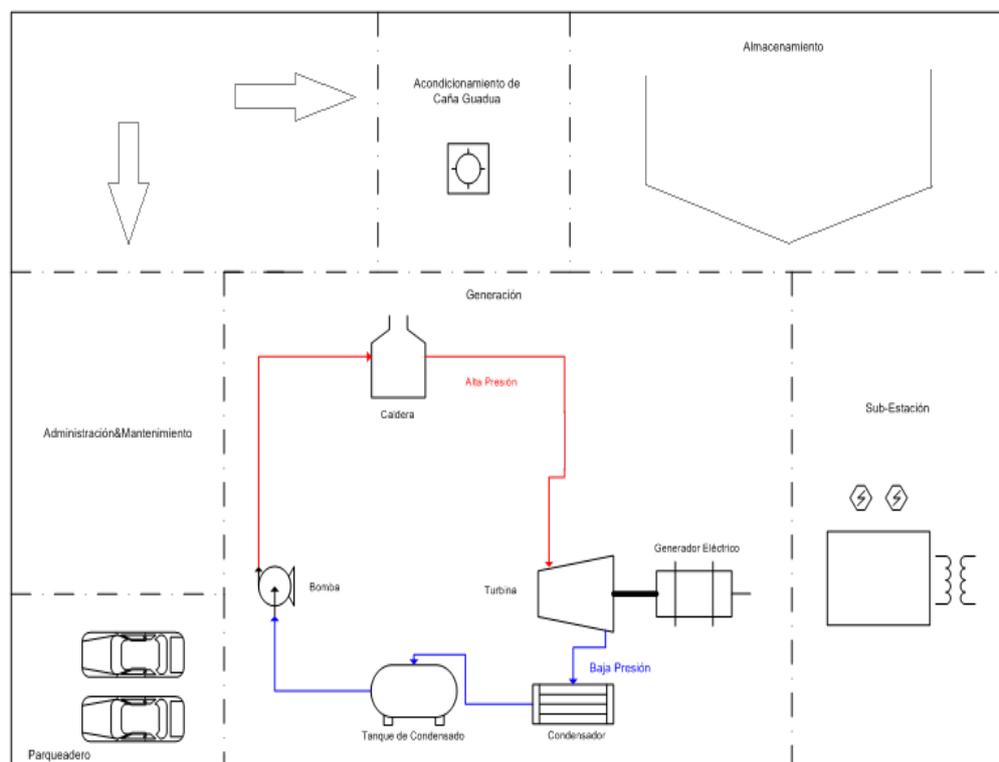


Figura 1.48 Modelo planta caña guadua

Fuente; Consulta con habitantes

Elaborado por: Autor

Consideraciones de seguridad

- EPP de trabajo

Es obligación de la empresa la dotación de estos implementos de seguridad dependiendo de las actividades a realizar y como de su remplazo después de su tiempo de vida como se indica en la tabla 1.53

Tabla 1.52 EPP Básico de trabajo

Implemento de Seguridad	Vida Útil	Ítem
Overol - Uniforme / Poncho de Agua (Reflectivo)	6 meses	
Casco	1 - 2 años	
Botas Punta de Acero	6 meses	

Botas de Caucho	4 meses	
Orejas	1 año	
Auditivos	3 - 5 días	
Gafas Claras	6 meses	

Gafas Oscuras	6 meses	
Guantes de Pupo	10 - 15 días	
Guantes de Cuero	20 - 30 días	
Guantes de Látex	15 - 20 días	

Mascarilla Filtro de Carbono	1 mes	
---	--------------	--

- Equipo contra incendio

Existen distintos extintores y dependen del tipo de fuego, material y tipo de ambiente en el cual se esté desarrollando por tanto vamos a describir a los principales.

Clases de Fuegos

1.- Sólidos

Se denomina tipo A aquel fuego que se produce en materiales sólidos y causan fuertes brasas por ejemplo cartón, papel y madera.

2.- Líquidos Inflamables

Son del tipo B y se caracteriza porque se produce en combustibles líquidos principalmente por los derivados del petróleo.

3.- Gases.

Denominados tipo C y son producidos por gases, por ejemplo acetileno, butano etc.

4.- Metales Combustibles

Son fuegos de clase D los cuales son producidos por metales y aleaciones como por ejemplo hierro, magnesio y sodio.

Para todos estos tipos vamos a utilizar los siguientes extintores que se detallan en la tabla 1 .54

Tabla 1.53 Tipos de Extintores

Tipo de Extintor	Descripción	Ítem
CO2 de Nieve Carbónica	Son apropiados para incendios en equipos delicados y menos efectivos, considerar áreas pequeñas.	
Polvo Químico ABC	Su característica más importante es que se puede hacer uso para todos los tipos de fuegos pero siempre hay que considerar la fuerza y radio que posee el incendio.	
<p>Pesos y Tamaños:</p> <p>El cantidad de sustancia del extintor se encuentra desde 2,3,6,9,25,50 y 100 Kg y sus pesos respectivos son 2.15, 3.80, 5.15, 9.22, 13.47, 16.75, 11, 15.20, 42.50, 74, 140.50, por tanto para el área de caldera de la planta es recomendable un ENP-100 por el calor que va a producir para salvaguardar la vida de los trabajadores y de la microred.</p> <div style="text-align: center;">  </div>		

- Señalización

Para el área contra incendios vamos a considerar la norma NTP 35 la cual manifiesta desde el tamaño de los carteles como los colores y materiales respectivos pero considerando las recomendaciones del cuerpo de bomberos.

En la figura 1.49 y 1.50 se indica los tipos de señalización para planta industrial.

- ✓ Indicativos de Medios de Extinción



Figura 1.49 Indicativos de Extinción

- ✓ Indicativos de Evacuación



Figura 1.50 Indicativos de Evacuación⁴⁵

⁴⁵<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/GuiasMonitor/Seguridad/VI/Ficheros/ejst6.pdf>

Mientras que para la señalización de seguridad industrial vamos a tomar en cuenta las recomendaciones de CHST que nos indica que :

✓ Señales de Advertencia

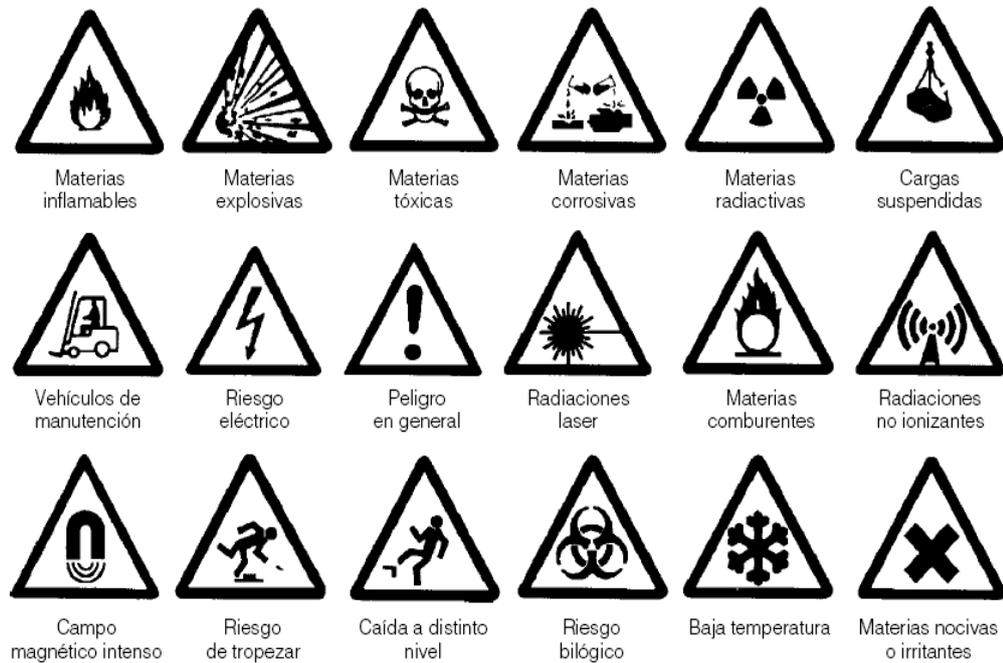


Figura 1.51 Señales de Advertencia

✓ Señales de Salvamiento o Socorro

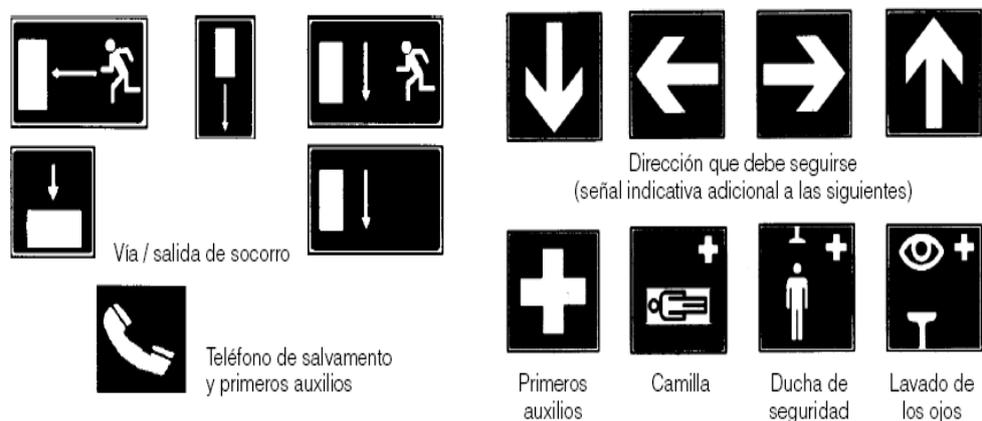


Figura 1.52 Señales de Socorro

✓ Señal Complementaria de Riesgo Permanente



Figura 1.53 Señales de Riesgo Permanente

✓ Señal de Prohibición



Figura 1.54 Señales de Prohibición

✓ Señales de Obligación



Figura 1.55 Señales de Obligación

- Derechos de vía, accesos y plataforma

Lo derechos de vía serán demarcados por personas de medios ambiente determinando los accesos y las necesidades de las personas tomando en cuentas los siguientes aspectos:

Principios

La construcción de caminos de acceso debe tender a minimizar la cantidad de alteraciones causadas al medio físico, biótico, socioeconómico y cultural, considerando los siguientes principios:

- ✓ Minimizar la erosión y producción de sedimentos en el área afectada por la construcción de caminos de acceso.
- ✓ Reducir la cantidad de sedimentos que puedan llegar a los cauces.
- ✓ Considerar las necesidades actuales y futuras.

Medidas para caminos de acceso

Una vez que ha sido seleccionada el área de acceso, se tomarán en cuentan las siguientes medidas:

- ✓ Considerar la topografía del terreno, minimizando el movimiento de tierra y la generación de sedimentos.
- ✓ Considerar la temporada de uso, frecuencia vehicular (si fuera el caso), características de los vehículos.
- ✓ Incorporar secciones con perfilado y cambio de pendiente longitudinal para permitir el drenaje superficial a través de cunetas y canales naturales.
- ✓ Construir con un mínimo de inclinación la pendiente longitudinal para facilitar el escurrimiento superficial del agua y prevenir el depósito de sedimentos en las cunetas.
- ✓ Realizar un mantenimiento de las áreas aledañas de la planta de forma permanente mientras duren las operaciones, para facilitar la movilización en caso de emergencia.

Movimientos de tierra

Las áreas a nivelarse se removerán a una profundidad de no menos de 12 pulgadas (300 mm) debajo de la superficie.

Los cortes de arcilla deben ser dispuestos igualmente en cordones, en el mismo costado en el que se dispone el suelo orgánico teniendo la precaución de evitar la mezcla de suelo orgánico y arcilla.

Proceder a limpiar inmediatamente los drenajes naturales si el movimiento de tierras produce erosión y sedimentación.

Los rellenos deben ser compactados en capas no mayores a los 40 centímetros de espesor, para evitar la formación de bolsas internas que se sobresaturan de agua y desestabilizan el relleno. Esto evitará problemas de erosión en el relleno (si existiera).

Rehabilitación y construcción de canales de drenaje

- ✓ Los canales de desfogue cumplen dos funciones importantes: recolectar las aguas de los canales de drenaje y conducirlos desde las plataformas hasta los drenajes naturales y permitir la salida de aguas estancadas hacia los drenajes naturales por la interrupción de los mismos.
- ✓ En el segundo caso se pueden construir alcantarillas, cuyo diámetro dependerá de los caudales a evacuar en épocas de máximas lluvias; o canales abiertos que permitan la normal circulación de los cauces, detalles ya definidos en la Ingeniería APC aprobada.

Especies vegetales existentes

Con los resultados del estudio ambiental y del análisis estadístico se tomara en cuenta las especies protegidas, en veda y las que se van a poder manipular para realizar los accesos y derechos de vía como también la reforestación al culminar el proyecto; por lo tanto se deberá construir un vivero el cual contara con un inventario de los diferentes tipos de especies a recolectar y posteriormente plantar.

Materiales ecológicos

Sera obligación la utilización de materiales ecológicos para los accesos del personal en toda la planta ya que minimizan el impacto causado por el desbroce manual o mecánico por mínimo que este sea, recomendando las camineras ecológicas de 60 * 60 (cm) de cualquier marca.



Figura 1.56 Caminera Ecológica (K-Pica)

5.7. CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES

Las condiciones sociales están enmarcadas en el bienestar de las personas, en el espacio que necesitan para desarrollarse psicológicamente, anímicamente y físicamente para desarrollar su capacidad de manejo de situaciones a las cuales no se encuentran acostumbrados.

Así, la iniciativa se enmarca en el concepto del "Sumak kawsay" y plantea un cambio de un sistema generador de riqueza basado en la explotación de petróleo que no ha garantizado el desarrollo del país y más bien ha profundizado la desigualdad social, hacia alternativas económicas sustentables consecuente con la preservación sostenible de los recursos renovables, basados en una matriz energética sostenible, acorde con las necesidades de recursos para el Estado, que cuestiona el status que, reconoce al ser humano como sujeto, por tanto se busca el fin del sistema económico y busca la construcción de una economía solidaria, respetuosa de la naturaleza y que implica también la aplicación de un principio de responsabilidad.

Teniendo en cuenta también los territorios de los pueblos en aislamiento voluntario son de posesión ancestral irreductible e intangible, y en ellos estará vedada todo tipo de actividad extractiva. El Estado adoptará medidas para garantizar sus vidas, hacer respetar su autodeterminación y voluntad de permanecer en aislamiento, y precautelar la observancia de sus derechos. La violación de estos derechos constituirá delito de etnocidio, que será tipificado por la ley.

Otra consideración muy importante es la diversidad Biológica (biodiversidad), la cual se entiende como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos como también los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”.

Otro gran beneficio ecológico de la caña guadua es que al consumir el carbono de la atmósfera y expeler el oxígeno disgregado se convierte en un procesador eficiente del bióxido de carbono CO₂, consumiendo 12 toneladas por hectárea, mucho más que la mayoría de árboles del bosque tropical, de esta manera los bosques de bambú colaboran en la reconstrucción de la atmósfera ofreciendo un aire de mejor calidad.

Todo trabajo que se realice en este territorio o cerca de las áreas de influencia en el oriente causan un daño al ecosistema; por tal motivo disminuir en el mayor número posible es nuestra obligación y responsabilidad para obtener un proceso limpio.

CAPITULO 6

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

6.1. ANÁLISIS FINANCIERO

Ingresos

Generación	400 KWe
Horas de Trabajo	8322 (h/año)

La energía generada está dada por :

$$E_{generada} = \text{Generación (KWe)} * \text{Horas de Trabajo} \left(\frac{h}{\text{año}} \right) / 1000$$

Energía Generada (MWh/año)	3329
-------------------------------	------

Costo (ERNC-CONELEC)
110,5(USD/MWh)

Por tanto la venta de energía tiene el valor de :

$$V_{venta de Energía} = E_{energía Generada} * Costo$$

Venta de Energía (USD/año)	367.832,40
-------------------------------	------------

Egresos

a) Costo Anual de Combustible (CAC)

ncentral	0,42
Ncentral	430(KW)

Factor de Planta 0,95

Tenemos que determinar las horas por año t tomamos en cuenta los siguientes datos:

horas al día 24(h/día)

días del año

365(días/año)

$$\text{Horas al año} = \text{horas al día} * \text{días al año}$$

Horas al año 8760(h/año)

Factor de planta 0,95

$$\text{Horas de trabajo} = \text{horas al año} * \text{Factor de planta}$$

Horas de trabajo 8322(h/año)

$$\text{Horas de parada} = \text{horas al año} - \text{horas de trabajo}$$

Horas de parada 438(h/año)

Combustible 3870,94(ton/año)

Los factores de caña para la determinación del cac son:

Costo de caña

0,8(USD/6m)

$$\text{Costo de caña} = \text{Costo de caña} / 6$$

Costo de caña 0,13(USD/m)

peso 75(Kg/6m)

$$\text{peso} = \text{peso} / 6$$

peso 12,5(Kg/m)

$$\text{costo kg} = \text{costo de caña/peso}$$

costo kg
0,0107(USD/Kg)

$$\text{costo Toneladas} = \text{costo Kg} * 1000$$

costo tonelada
10,6667(USD/ton)

P.C.I. 18000 (tablas)

$$CAC = \left(\frac{3412}{\eta_{Planta}} \right) \left[\frac{BTU}{KWh} \right] x N_{central} [KW] x F x C \left[\frac{USD}{1*10^6 BTU} \right] x T \left[\frac{h}{año} \right]$$

CAC
16.896,17(USD/año)

b) Inversión Inicial

Para estimar el valor referencial de las centrales térmicas se considera el valor por kilovatio generado por centrales de generación eléctrica a partir de biomasa publicado por la Agencia Internacional de Energía (Anexo).

Valor Referencial
2300(USD/KW)

$$\text{Inversión inicial} = \text{Valor referencial} * N_{central}$$

Inversión Inicial 989.000,00(USD)

c) O&M

$$\text{Ventas} = \text{Ventas de energía} * 0.075$$

Ventas

27.587,43(USD/año)

d) Mantenimiento

$$\text{Overhaul} = \text{Inversión inicial} * 0.035$$

Overhaul

34.615,00(USD/3años)

Amortización Préstamo 100% Inversión

Capital	996.000,00
Interés	10,21%
Período de pago años	7

Tabla 1.54 Amortización Préstamo 100% Inversión

Año	Pago Capital	Saldo	Pago interés	Total a pagar
0				
1	142.286	996.000	101.692	243.977
2	142.286	853.714	87.164	229.450
3	142.286	711.429	72.627	214.923
4	142.286	569.143	58.109	200.395
5	142.286	426.857	43.582	185.868
6	142.286	284.571	29.055	171.340
7	142.286	142.286	14.527	156.813
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
	996.00		406.766	1.245.953

6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 1.55 Flujo de Efectivo 100% Inversión

Flujo de Efectivo

Rubros /años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Venta de energía	-	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40
Ingresos Netos (A)	-	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40
Egresos											
a) Combustible*	-	17.470,64	18.064,64	18.678,84	19.313,92	19.970,59	20.649,59	21.351,68	22.077,63	22.828,27	23.604,44
b) Inversión Inicial	989.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c) Operación y Mantenimiento	-	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43
d) Overhaul	-	-	-	34.615,00	-	-	34.615,00	-	-	34.615,00	-
e) Pago de intereses	-	101.691,60	87.164,23	72.636,86	58.109,49	43.582,11	29.054,74	14.527,37	-	-	-
f) Compra Terreno	7.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Egresos Netos (B)	996.000,00	146.749,67	132.816,30	153.518,12	105.010,83	91.140,14	111.906,76	63.466,48	49.665,06	85.030,70	51.191,87

* con incremento anual de inflación 3.4%

Flujo de Efectivo (A-B)	-	221.082,73	235.016,10	214.314,28	262.821,57	276.692,26	255.925,64	304.365,92	318.167,34	282.801,70	316.640,53
tiempo de vida (n)		20,00	Años								
tasa de descuento (i)		0,1021									
Factor de Valor Presente	1,00000	0,90736	0,82330	0,74703	0,67782	0,61503	0,55805	0,50635	0,45944	0,41688	0,37826

VP (A)	-	333.755,92	302.836,33	274.781,17	249.325,08	226.227,28	205.269,28	186.252,87	168.998,15	153.341,94	139.136,14
VP (B)	996.000,00	133.154,59	109.347,63	114.682,37	71.178,71	56.053,75	62.449,70	32.136,41	22.818,28	35.447,59	19.363,82
VAN	996.000,00	200.601,34	193.488,70	160.098,81	178.146,37	170.173,53	142.819,59	154.116,45	146.179,87	117.894,35	119.772,33
VAN ACUMULADO	996.000,00	795.398,66	601.909,96	441.811,16	263.664,78	93.491,25	49.328,34	203.444,79	349.624,66	467.519,01	587.291,33

Tiempo de recuperación de la inversión

año	
10	587.291,33
11	695.692,35

pendiente (m) 108401,0108

tiempo de recuperación	4,58	años
------------------------	------	------

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	
367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	367.832,40	
23.604,44	24.406,99	25.236,82	26.094,88	26.982,10	27.899,49	28.848,08	29.828,91	30.843,09	31.891,76	32.976,08	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	27.587,43	
-	-	34.615,00	-	-	34.615,00	-	-	34.615,00	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
51.191,87	51.994,42	87.439,25	53.682,31	54.569,53	90.101,92	56.435,51	57.416,34	93.045,52	59.479,19	60.563,51	
											TIR
316.640,53	315.837,98	280.393,15	314.150,09	313.262,87	277.730,48	311.396,89	310.416,06	274.786,88	308.353,21	307.268,89	25,28%
0,37826	0,34322	0,31142	0,28257	0,25639	0,23264	0,21109	0,19153	0,17379	0,15769	0,14308	
139.136,14	126.246,39	114.550,75	103.938,62	94.309,61	85.572,64	77.645,08	70.451,94	63.925,18	58.003,06	52.629,58	3.087.197,03
19.363,82	17.845,38	27.230,42	15.169,04	13.991,24	20.961,34	11.912,87	10.997,11	16.170,28	9.379,20	8.665,45	1.804.955,16
119.772,33	108.401,01	87.320,33	88.769,58	80.318,37	64.611,30	65.732,21	59.454,83	47.754,90	48.623,86	43.964,14	1.282.241,86
587.291,33	695.692,35	783.012,67	871.782,25	952.100,62	1.016.711,93	1.082.444,14	1.141.898,97	1.189.653,87	1.238.277,73	1.282.241	

6.3. COSTOS INDIRECTOS

Tabla 1.56 Costos Indirectos

	USD
Horas de Internet (1 USD / Hora)	90
Fotocopias e Impresiones	100
Útiles de oficina	50
Logística	500
Pasajes	800
Hospedaje y alimentación	300
Varios	200
SUBTOTAL 2. 1.	2040

6.3.1. IMPREVISTOS

Tabla 1.57 Imprevistos

IMPREVISTOS (10% DE CD+CI)	314
SUBTOTAL 3.1.	314

6.4. COSTOS DIRECTOS Y FINANCIADOS

Tabla 1.58 Costos Directos y Financiados

RUBROS	PRESUP.	RECURSOS PROPIOS	%
1. COSTOS INDIRECTOS	2040	410	20
2. IMPREVISTOS	314	314	100
3. ESCALAMIENTO DE COSTOS	100	100	100
4. COSTOS FINANCIEROS	100	100	100
TOTAL GENERAL:	2554	924	100

El valor de 1630 (80 % DE LOS COSTOS INDIRECTOS), es financiado por la empresa INMORETORNO S.A , donde se adjunta en el anexo la carta de dicha empresa.

6.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Microred 400KW Caña Guadua 100% inversión

Tabla 1.59 Costos del Proyecto 100% de Inversión

COSTO DEL PROYECTO	989,000 (USD)
VAN	1.282.241,86
TIR	25,28%
Beneficio/Costo	1,7
Periodo de recuperación	4,58 Años

Costos proyecto de grado

Tabla 1.60 Costos Proyecto de Grado

CONCEPTO	COSTO (USD)
COSTOS INDIRECTOS	2040
IMPREVISTOS (10 % DE CD+CI)	314
TOTAL GENERAL	2354

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De la evaluación técnico-económica realizada para la generación de 500 KVA a partir de la caña guadúa en la población, aislada de Tiputini. Se concluye que el proyecto de instalación es técnicamente factible y económicamente viable.
- Las hectáreas para la plantación y aprovechamiento de la caña guadua se encuentran con todas las características necesarias y ecológicamente distribuidas para que no causen un impacto ambiental en la comunidad.
- La caña guadua es un excelente cultivo energético por sus condiciones de crecimiento facilitando la producción y el requerimiento para la implantación de la planta biomásica.
- Este sistema energético limpio sería muy importante para la comunidad y el país en si ya que procura mermar la contaminación y el uso de combustibles que afectan al medio ambiente y producen el efecto invernadero.
- Con la planta biomásica en operación se proveerá de mayor cantidad de energía a la población como también llegar a nuevos abonados que puedan ser parte de este derecho del buen vivir.
- Siendo el costo del combustible muy alto, la planta de generación de energía es muy importante ya que al transcurrir el lapso de pago de la inversión se tendrá una utilidad que podrá ser utilizada para mejoras de la comunidad.

- Se ha tomado en cuenta para el cálculo de los ingresos económicos el precio establecido de venta de energía eléctrica de la última resolución del CONELEC 004/11 de 14 de abril de 2011. Se considera además un incremento del precio de compra de biomasa, de la caña equivalente al valor porcentual de inflación del país, es decir, 3.4%.
- Los proyectos en el sector social que se pueden realizar con de las rentas provenientes de la empresa mixta de generación de energía eléctrica a partir de biomasa serían notablemente beneficiosos para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad.
- La participación comunitaria proveniente de un cultivo energético de caña guadúa en la Comunidad de Tiputini para la central térmica promoverá la creación directa de puestos de empleo necesarios para sus habitantes. Se debe tomar en cuenta también que los cultivos de caña tienen un tiempo de crecimiento, para su primer corte. Es decir, que el combustible principal para la operación de la central térmica empezará a operar cuando se tenga biomasa lista para su combustión.
- Los beneficios ambientales provenientes de la generación de energía eléctrica a partir de biomasa serán considerablemente importantes, con la central térmica con caña guadúa por sus excelentes características de captura de carbono.
- La empresa mixta a conformarse para el funcionamiento y operación de las centrales térmicas a partir de biomasa en las comunidades sería pionera a nivel nacional y propenderá el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de otras biomásas en el Ecuador y de manera general la utilización de recursos

renovables para la generación de energía eléctrica amigables con el medio ambiente y con un amplio enfoque social.

- En la actualidad existen instrumentos legales y regulaciones suficientes para la creación de empresas mixtas de generación de energía eléctrica con precios favorables respecto a la venta de energía eléctrica proveniente de recursos renovables no convencionales.
- Debido a su sistema radicular y su enorme crecimiento para desarrollarse, permite cubrir y restaurar el equilibrio al ecosistema dañado a causas de incendios, tala de bosques o deslizamientos de tierra en un lapso de aproximadamente ocho años, porque reintegra gran cantidad de material orgánico producto de tallos y hojas muertas, devolviendo nuevamente la fertilidad al suelo, ya que fija el nitrógeno, fósforo, calcio, potasio y sílice que necesita.
- Como recomendación podemos recalcar realizar proyectos híbridos con los paneles fotovoltaicos y hidroeléctricas donde el principal factor es el aprovechamiento de los recursos naturales y disminuir el daño ambiental y social.
- Si bien no se cuenta con los recursos necesarios para proyectos individuales se puede realizar la propuesta que para los generadores de combustible sus backs (complementarios) sean de sistemas de energía limpia.
- Los impactos ambientales son un factor fundamental en ecosistemas protegidos o que se encuentren de alguna manera en peligro de extinción por tal manera en este proyecto hemos considerando y concluido que privilegiamos al medio ambiente.

- Por parte del estudio de la valoración de impactos ambientales y considerando los datos estadísticos de las parcelas comprobamos que los impactos se encuentran menores al rango de aprobación.
- La matriz de valoración fue determinada y realizada considerando todos los trabajos que se van a realizar con las ponderaciones que propone el estudio de impacto ambiental, sin embargo tomara en cuenta otros factores que puedan aparecer justificados por entidades públicas o privadas.
- El estudio del agua (Proporcionado gentilmente por Smartpro y del cual no se puede hacer ningún uso sin aprobación del mismo), demostró la calidad del agua para la vida de la flora y fauna como positiva.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- <http://www.calderasbyb.com.ar/web/ca.htm>. (2013). Obtenido de <http://www.calderasbyb.com.ar/web/ca.htm>: <http://www.calderasbyb.com.ar/web/ca.htm>
- <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=17>. (2013). Obtenido de <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=17>
- ACHS. (s.f.). www.achs.cl. Obtenido de www.achs.cl: www.achs.cl/.../descripcion-de-caldera-y-generadores-de-vapor.pdf
- ECUADOR, E. D. (2013). www.encyclopediadelecuador.com. Obtenido de www.encyclopediadelecuador.com: www.encyclopediadelecuador.com
- Fluidos.eia.edu.co. (2013). fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/enermar/enermar.htm. Obtenido de fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/enermar/enermar.htm : <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/enermar/enermar.htm>
- hidraulicaucentral. (2013). hidraulicaucentral.blogspot.com/2012/05/bombas-y-estaciones-de-ombeo.html. Obtenido de hidraulicaucentral.blogspot.com/2012/05/bombas-y-estaciones-de-ombeo.html: <http://hidraulicaucentral.blogspot.com/2012/05/bombas-y-estaciones-de-ombeo.html>
- INAMHI. (18 de junio de 2013). www.inamhi.gob.ec. Obtenido de www.inamhi.gob.ec
- INCROPERA. (1999). Principios de Transferencia de Calor 1999. En INCROPERA, *Principios de Transferencia de Calor* (págs. 98-110). México: Mc Graw Hill; .
- LELAND BLANK, A. T. (2004.). Ingeniería Económica, . En A. T. LELAND BLANK, *Ingeniería Económica*. Mexico: Mc Graw Hill; .
- M, C. Y. (2009). Termodinámica. En C. Y. M, *Termodinámica* (págs. 40-78). Mexico: Mc Graw Hill.
- rath-group. (28 de junio de 2013). www.rath-group.com. Obtenido de www.rath-group.com: <http://www.rath-group.com/es/caldera-de-parrilla/>
- USA, P. s.-T.-M. (s.f.). Pipe sizing ARMSTRONG MACHINE WORKS – Three Rivers- Michigan USA. En P. s.-T.-M. USA.

LIBROS

CENGEL Y BOLES M. Termodinámica. 3ra Ed. Editorial Mc Graw Hill.

INCROPERA; Principios de Transferencia de Calor. 4ta Ed. Editorial Mc Graw Hill.

LELAND BLANK, ANTHONY TARQUIN. Ingeniería Económica. 4ta Ed. Editorial Mc Graw Hill.

PAGINAS WEB CONSULTADAS

www.emetel.com

Página que contiene datos energéticos de regiones de nuestro país.

www.encyclopediadelecuador.com

Página que contiene información de toda la historia ecuatoriana.

www.tiputini.gob.ec

Página que contiene todas las características de una región importante del Ecuador.

www.ieabioenergy.com

Sección de biomasa y biocombustibles de la agencia internacional de la energía.

www.binder-gmbhat.com

Página oficial de distribuidor de calderas de biomasa, de motores y generadores eléctricos.

www.marellimotori.com

Página oficial del distribuidor de motores y generadores eléctricos.

www.weg.net

Página oficial del distribuidor de motores y generadores eléctricos.

www.bombas-ideal.com

Página oficial del distribuidor de bombas centrifugas.

<http://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/24000/205/1/IAEN-035-2002.pdf>

<http://www.cisneros-heredia.org/pdfs/DFCisnerosHerediaBSThesis.pdf>

Investigaciones Renato Aguilar; Biólogo - Ambientalista

<http://www.uasb.edu.ec>

<http://www.eeq.com.ec/upload/normas/partea.pdf>

<http://www.conelec.gob.ec/normativa/calidaddeservicio.dx>

<http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=17&idm=156>

<http://www.ecodesarrollo.cl>

PUBLICACIONES:

www.idea.com

Publicaciones:

- Biomasa, Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones
- Biomasa, Producción Eléctrica y Cogeneración

- Energía de la Biomasa

www.olade.com

Publicaciones:

- Demanda de Energía en comunidades
- Levantamiento de Información de Energía en comunidades
- Proyecto CORPEI-CBI, Bambú, Caña Guadúa Augustifolia “Caña Brava”, Ecuador, 2003, pag. 2-10

ANEXOS