

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

---

**Tema:** "DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL CALENTAMIENTO DE AGUA, DE USO DOMICILIARIO EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, EN LAS ZONAS RURALES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO."

---

Proyecto de Investigación

Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Mecánico

**Autor:** Sailema Curay Edwin Alberto

AMBATO ECUADOR

2015

## **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, bajo el tema “DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL CALENTAMIENTO DE AGUA, DE USO DOMICILIARIO EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, EN LAS ZONAS RURALES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO”, desarrollado por el estudiante Edwin Alberto Sailema Curay, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal examinador designado por el Consejo Directivo de esta Facultad.

### **EL TUTOR**

.....

**Ing.Msc. Germánico López**

**DOCENTE INGENIERÍA MECÁNICA**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

Declaro que los criterios expresados en la investigación denominada “DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL CALENTAMIENTO DE AGUA, DE USO DOMICILIARIO EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, EN LAS ZONAS RURALES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO”, así como también las ideas, análisis, conclusiones y propuesta original es auténticas y de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor de la presente investigación de grado.

### **EL AUTOR**

.....

Egdo. Edwin Alberto Sailema Curay

CI. 1804641403

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a Dios, a mis padres y hermanas quienes siempre han estado apoyándome para lograr mis objetivos, sueños y metas propuestas en un determinado tiempo y espacio.

Edwin Alberto Sailema Curay

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y principalmente a mis padres quienes con su esfuerzo y trabajo hicieron posible este éxito profesional, esfuerzo que hoy se ve reflejado en un título que representa más que un éxito profesional, un logro personal en mi vida.

Al Ing. Germánico López tutor de la presente tesis por compartir sus conocimientos y experiencias en el desarrollo de la investigación.

A todos los profesores que, con esfuerzo y dedicación impartieron todos sus conocimientos y experiencia en esta escuela del saber.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA .....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico .....	8
1.2.3 Prognosis .....	9
1.2.4 Formulación del problema. ....	10
1.2.5 Preguntas directrices. ....	10
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	10
1.3 Justificación.....	11
1.4 Objetivos. ....	12
1.4.1 Objetivo general. ....	12
1.4.2 Objetivos específicos .....	12
CAPÍTULO II .....	13
MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Antecedentes Investigativos.....	13

2.2 Fundamentación filosófica.....	15
2.3 Fundamentación legal .....	16
2.3.1 Normativa de calidad .....	16
2.4 Red de categorías fundamentales.....	16
2.4.1 Plan nacional del Buen Vivir.....	16
2.4.2 Condiciones de vida en el Ecuador.....	17
2.4.3 Uso exclusivo de baño .....	19
2.4.4 Nivel de pobreza en el Ecuador .....	20
2.4.5 Hogares con ducha eléctrica .....	22
2.4.6 El calentamiento del agua a partir de colectores solares.....	24
2.4.7 El calentamiento del agua a partir de la utilización del gas doméstico .....	25
2.4.8 Análisis costo beneficio .....	26
2.4.9 Costo anual uniforme equivalente (CAUE):.....	27
2.4.10. Matriz energética en el país .....	27
2.5 Categorización de variables.....	38
2.6 Hipótesis.....	38
2.7 Señalamiento de variables.....	38
2.7.1 Variable independiente .....	38
2.7.2 Variable dependiente.....	38

CAPÍTULO III .....	39
METODOLOGÍA .....	39
3.1 Enfoque .....	39
3.2 Modalidad básica de la investigación .....	39
3.2.1 Investigación de campo.....	39
3.2.2 Bibliográfica.....	39
3.3 Nivel o tipo de investigación.....	40
3.3.1 Exploratorio .....	40
3.3.2 Descriptiva .....	40
3.3.3 Explicativo .....	40
3.4 Población y Muestra.....	41
3.4.1 Población.....	41
3.4.2 Muestra.....	41
3.5 Operacionalización de las variables .....	44
3.5.1 Variable Independiente: Calentamiento de agua de uso domiciliario.....	44
3.5.2 Variable Dependiente: Costo beneficio. ....	45
3.6 Plan de recolección de información .....	46
3.7 Plan de procesamiento de la información .....	46
3.7.1 Representación de datos .....	46



3.8 Plan de análisis de la información.....	46
CAPÍTULO IV.....	48
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	48
4.1 Encuestas realizadas a los hogares de los sectores seleccionados según la muestra. ....	49
4.2 Síntesis de la investigación de campo .....	56
4.2.1 Análisis del consumo mensual de agua caliente. ....	56
4.2.2 Cálculo de energía eléctrica consumida mensualmente.....	58
4.3 Análisis del consumo energético utilizando el calefón a gas.....	61
4.3.1 Consumo energético en dólares de los tres sistemas.....	63
4.4 Ponderación entre los diferentes sistemas de calentamiento de agua .....	64
4.4.1 Costos por instalación .....	65
4.4.2 Costo operacional.....	66
4.4.3 Costo por mantenimiento de los sistemas .....	69
4.4.4 Costo de instalación, operacional y mantenimiento.....	70
4.4.5 Depreciación de los artefactos .....	70
4.5 Cálculo del CAUE y de la relación costo/beneficio.....	71
4.5.1 Valor de salvamento y depreciación anual calefón.....	72
4.5.2 Cálculo del valor presente. (VPN) .....	73
4.5.3 Valor de salvamento y depreciación anual de la ducha .....	75

4.5.4 Valor de salvamento y depreciación anual calentador solar .....	78
4.6 Análisis de la relación costo/beneficio.....	81
4.7 Periodo de recuperación de la inversión .....	82
4.8 Método de la Chi cuadrado .....	83
4.8.1 Verificación de la hipótesis.....	84
4.8.2 Especificaciones de la región de aceptación y rechazo.....	84
4.8.3 Especificaciones estadísticas.....	85
CAPÍTULO V .....	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
5.1 Conclusiones .....	88
5.2 Recomendaciones:.....	89
CAPÍTULO VI.....	90
PROPUESTA.....	90
6.1 Datos Informativos:.....	90
6.2 Antecedentes de la Propuesta.....	90
6.3 Justificación.....	91
6.4 Objetivo.....	92
6.4.1 Objetivos Específicos.....	92
6.5 Análisis de factibilidad.....	92

6.5.1 Análisis técnico .....	92
6.5.2 Análisis financiero .....	93
6.6 Fundamentación .....	93
6.6.1 Irradiación solar .....	93
6.6.2 Principios de funcionamiento.....	97
6.6.3 Efecto termosifón: .....	97
6.6.4 Calentador solar .....	98
6.6.5 Componentes de una instalación solar térmica .....	98
6.6.6 Requisitos del diseño: .....	99
6.7 Metodología .....	112
6.7.1 Esquema de distribución de ACS.....	112
6.7.2 Instalación del calentador de tubos al vacío.....	112
6.8 Administración.....	113
6.9 Previsión de la evaluación.....	113

## TABLAS

Tabla 1. 1 Tabla de consumo ACS según usos. ....	2
Tabla 1. 2 Consumo ACS según usos .....	2
Tabla 1. 3 Preguntas 8 y 9 de las encuestas para conocer los hábitos de baño y uso de artefactos para calentar agua en el Ecuador. ....	5
Tabla 1. 4 Hábitos de baño y uso de artefactos para calentar agua.....	5
Tabla 1. 5 Temperaturas y consumos de agua en aparatos sanitarios.....	6
Tabla 2. 1. Componentes e índice de NBI por provincia.....	21
Tabla 2. 2 Consumo mensual en Kw/h .....	23
Tabla 2. 3 Proyectos hidroeléctricos .....	31
Tabla 2. 4 Recomendaciones de consumo de ACS.....	34
Tabla 2. 5. Consumo medio de agua caliente.....	35
Tabla 2. 6 Consumo en Kw-hora. ....	36
Tabla 2. 7 Consumo de GLP .....	37
Tabla 3. 1 Población por sectores .....	42
Tabla 3. 2 Sectores seleccionados .....	43
Tabla 3. 3 Variable dependiente.....	44
Tabla 3. 4 Variable independiente .....	45
Tabla 3. 5 Plan de recolección de datos .....	46
Tabla 4. 1 Cantidad de familias que utilizan agua caliente para bañarse.....	49

Tabla 4. 2 Tipos de artefactos utilizados en las viviendas para bañarse.....	50
Tabla 4. 3 Cantidad de personas que viven en los hogares .....	51
Tabla 4. 4 Tiempo que se demoran las personas en bañarse.....	52
Tabla 4. 5 Frecuencia con la que utiliza la ducha para bañarse .....	53
Tabla 4. 6 Frecuencia con la que cambian el cilindro de gas mensualmente.....	54
Tabla 4. 7 Importancia sobre el estudio de los sistemas de calentamiento de agua en los hogares.....	55
Tabla 4. 8 Potencia consumida en kW/hora.....	60
Tabla 4. 9. Costo mensual y anual en dólares .....	61
Tabla 4. 10 Consumo energético.....	63
Tabla 4. 11 Consumo energético en dólares de los tres sistemas.....	63
Tabla 4. 12 Costo de instalación de un calefón.....	65
Tabla 4. 13 Costo de instalación de una ducha eléctrica.....	65
Tabla 4. 14 Costo de instalación de un calentador solar .....	66
Tabla 4. 15 Costo operacional.....	69
Tabla 4. 16 Inversión inicial anual .....	70
Tabla 4. 17 Tabla de depreciación .....	70
Tabla 4. 18 Costo anual del calefón .....	71
Tabla 4. 19 Valor de salvamento y depreciación anual calefón.....	72
Tabla 4. 20 CAUE del calefón .....	74

Tabla 4. 21 Costo anual de una ducha. ....	75
Tabla 4. 22 Valor de salvamento y depreciación anual ducha.....	75
Tabla 4. 23 CAUE de la ducha eléctrica.....	76
Tabla 4. 24 Costo anual del calentador solar. ....	77
Tabla 4. 25 Valor de salvamento y depreciación anual calentador solar.....	78
Tabla 4. 26 CAUE del calentador solar.....	79
Tabla 4. 27 CAUE de los tres sistemas de calentamiento de agua.....	81
Tabla 4. 28 Ahorro calefón-calentador.....	82
Tabla 4. 29 Periodo de recuperación de la inversión.....	83
Tabla 4. 302 Estimación del Ji cuadrado de la hipótesis. ....	86
Tabla 6. 1 Irradiación promedio anual en kwh/m <sup>2</sup> .día.....	94
Tabla 6. 2 Valores de radiación solar global de las provincias y ciudades del Ecuador. ....	95
Tabla 6. 3 Irradiación en Ambato. ....	96
Tabla 6. 4 Caudal, presión y diámetros en viviendas.....	99
Tabla 6. 5 Dimencionamineto del sistema de apoyo.....	101
Tabla 6. 6 Caudal instantáneo mínimos.....	101
Tabla 6. 7 Características para tuberías de polipropileno según norma IRAM 13479.....	103
Tabla 6. 8 Espesor de aislante térmico.....	108

## FIGURA Y GRÁFICOS

Figura 1. 1 Consumo energético del sector residencial España.....	3
Figura 1. 2 Consumo energético por usos.....	3
Figura 1. 3 Estructura de generación eléctrica media en el 2012.....	4
Figura 1. 4 Energía solar térmica.....	6
Figura 1. 5 Calentamiento de agua utilizando leña.....	8
Figura 2. 1 Población urbana rural en el Ecuador.....	18
Figura 2. 2 Población del Ecuador por provincias.....	18
Figura 2. 3 Tipos de vivienda en el Ecuador.....	19
Figura 2. 4 Disponibilidad de espacio para bañarse.....	20
Figura 2. 5 Provincias con mayor número de pobreza por NBI.....	22
Figura 2. 6 Agua caliente en los hogares Ecuatorianos.....	23
Figura 2. 7 Calentadores solares.....	24
Figura 2. 8 Tanque de gas.....	26
Figura 2. 9 Importación de derivados y otros energéticos (2012).....	28
Figura 2. 10 Derivados para generación eléctrica (2012).....	29
Figura 2. 11 Generación eléctrica (2012).....	29
Figura 2. 12 Composición de la generación por tipo de tecnología.....	30
Figura 2. 13 Expansión de la generación matriz energética.....	32

Figura 2. 14 Demanda eléctrica sector residencial.....	33
Figura 4. 1 Encuestas realizadas en la población de Picaihua .....	48
Figura 4. 2 Cantidad de personas que utilizan agua caliente para bañarse. ....	49
Figura 4. 3 Tipos de artefactos utilizados en las viviendas para bañarse.....	50
Figura 4. 4 Cantidad de personas que viven en los hogares .....	51
Figura 4. 5 Tiempo que se demoran las personas en bañarse .....	52
Figura 4. 6 Frecuencia con la que utiliza la ducha para bañarse.....	53
Figura 4. 7 Frecuencia con la que cambian el cilindro de gas mensualmente .....	54
Figura 4. 8 Importancia sobre el estudio de los sistemas de calentamiento de agua en los hogares.....	55
Figura 4. 9 Ducha eléctrica .....	57
Figura 4. 10 Procedimiento de la práctica.....	57
Figura 4. 11 Medición del voltaje .....	58
Figura 4. 12 Medición del amperaje .....	59
Figura 4. 13 Calefón Olym 10 litros .....	61
Figura 4. 14 Lectura en kg del cilindro lleno .....	61
Figura 4. 15 Consumo energético en dólares .....	64
Figura 4. 16 Calentadores Instamatic.....	66
Figura 4. 17 Diagrama de flujo de efectivo del calefón.....	73
Figura 4. 18 Diagrama de efectivo con una anualidad igual (calefón). ....	74



Figura 4. 19 Diagrama flujo de efectivo de la ducha eléctrica.....	76
Figura 4. 20 Diagrama de flujo con una anualidad igual. (Ducha).....	76
Figura 4. 21 Diagrama de flujo de efectivo del calentador solar. ....	79
Figura 4. 22 Diagrama de flujo de efectivo con una anualidad igual (calentador solar).....	80
Figura 4. 23 Representación gráfica del Chi cuadrado .....	87
Figura 6. 1 Principios de funcionamiento .....	97
Figura 6. 2 Efecto termosifón.....	98
Figura 6. 3 Calentador solar .....	98
Figura 6. 4 Resistencia electrica.....	100
Figura 6. 5 Esquema de resistencia .....	110
Figura 6. 6 Esquema de distribución de ACS .....	112

## SÍMBOLOS

ACS	Agua caliente sanitaria.
Af	Agua fría.
BAc	Baja agua caliente.
BEP	Barril equivalente de petróleo(Volumen).
CAUE	Costo Anual Uniforme Equivalente.
$C_p$	Calor específico $[\frac{J}{kg^{\circ}C}]$ .

C/B	Relación costo beneficio.
D	Diámetro de la tubería [m].
f	Factor de fricción.
GWh	GigaWatts/hora.
<i>g</i>	Gravedad [ $m/s^2$ ].
<i>H<sub>f</sub></i>	La pérdida de carga en la tubería [m.c.a].
<i>H<sub>0</sub></i>	Hipótesis nula.
<i>H<sub>1</sub></i>	Hipótesis alternativa.
<i>h</i>	Coef. de transferencia de calor [ $\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$ ].
i	Tmar(Tasa mínima de aceptable de rendimiento).
<i>K</i>	Coef. de conductividad térmica [ $\frac{W}{m \text{ } ^\circ C}$ ].
L	Longitud de la tubería [m].
<i>Nu</i>	Nusselt.
NBI	Necesidades básicas insatisfechas.
Pr	Prandt.
Q	Caudal [ $m^3/s$ ].
R	Resistencia.
Re	Numero de Reynolds.
r	Radio de la tubería [m].

SAf	Sube agua fría.
$T_{\infty}$	Temperatura ambiente [°C].
$T_0$	Temperatura del agua. [°C].
Vca	Voltaje corriente alterna.
VNP	Valor presente neto.
$v$	Velocidad del fluido [m/s].
SST	Sistema solar térmico.

### **Letras Griegas**

$\varepsilon$	Rugosidad relativa del material [mm]
$\rho$	Densidad [ $\frac{kg}{m^3}$ ]
$\mu$	Viscosidad dinámica [Pa – s]
Q	Calor perdido en la tubería [Watts]
$Q_{util}$	Calor útil del colector solar [W]
$A_{col}$	Área del colector solar [ $m^2$ ]
$G_{solar\ promedio}$	Radiación solar incidente en el colector [ $W/m^2$ ]
$\eta_{col}$	Eficiencia del colector solar.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

EL Presente proyecto es una investigación de campo, de los diferentes sistemas existentes para el calentamiento de agua de uso sanitario, en las viviendas de la población de Picaihua.

La investigación inicia con encuestas realizadas directamente a las familias que viven en este sector, con la finalidad de conocer los hábitos y consumo diario de agua caliente para el aseo personal.

Mediante la utilización del equipo apropiado y con la información recopilada en las mencionadas encuestas, se determinó: la demanda energética diaria que requieren los sistemas utilizados actualmente para el calentamiento de agua, de uso domiciliario en la parroquia de Picaihua.

Una vez culminado el estudio de los tres sistemas de calentamiento de agua de uso sanitario, se llegó a la conclusión que: los calentadores solares, siendo un sistema ecológico, innovador y a la vez amigable con el medio ambiente es la mejor opción para suministrar agua caliente, las 24 horas del día a una vivienda unifamiliar.

Finalmente se propone un diseño del suministro de agua caliente, mediante calentadores solares para viviendas unifamiliares con techo de hormigón.

## **ABSTRACT**

The present project is a investigation, about of deferments systems to heat water for sanitary use, in the Picaihua population.

The investigation begin whit surveys, it has been done directly to families that live in the area to know the habits and daily use of warm water.

Using the recommended equipment and whit the recompilation of information , it was establish that: The daily energetic demand that is necessary to warm water in Picaihua.

Analyzing the investigation data, the conclusion was that: a solar heater is the best option because it is friendly whit the environmental.

Finally the investigation suggest design the supply of warm water, using solar heaters.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Tema de investigación.**

“DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL CALENTAMIENTO DE AGUA, DE USO DOMICILIARIO EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, EN LAS ZONAS RURALES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO.”

#### **1.2 Planteamiento del problema**

##### **1.2.1 Contextualización**

El diagnóstico energético del calentamiento de agua en viviendas unifamiliares se lo realiza en Europa, principalmente en España donde, el estudio energético de calefacción y del calentamiento de agua en las viviendas se ha convertido en el eje fundamental para el desarrollo del Buen Vivir de cada familia española. Con la finalidad de dotar de mejores condiciones de vida a cada familia, aprovechando de manera eficiente los recursos energéticos disponibles en la naturaleza, se ha propuesto la búsqueda de diferentes sistemas de calefacción y calentamiento de agua.

Existen diferentes sistemas para la obtención de recursos energéticos, para su posterior aplicación en el calentamiento de agua como: eólica en tierra, geotérmica, solar fotovoltaica, solar termoeléctrica, biomasa, biogás, residuos, solar térmico; en lo referente a recursos convencionales se utilizan: electricidad, gasóleo, gas natural.

Según el (CTE) Código Técnico de Edificación Española vigente desde el año 2006, es un conjunto de normativas que regulan la construcción de edificios en España, documento actualizado por el instituto de ciencias de la construcción, se

obtuvo la siguiente tabla, en la cual se presenta el consumo mensual de agua caliente por persona

**Tabla 1. 1** Tabla de consumo ACS según usos.

CRITERIO DE CONSUMO	Fuente :Código Técnico de la edificación , Ministerio de Fomento España2005	
	Litros ACS/DIA A 60 °C	
Viviendas unifamiliares	30	Por persona
Viviendas multifamiliares	22	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por cama
Hoteles ****	70	Por cama
Hoteles ***	55	Por cama
Hoteles y Hostales **	40	Por cama
Residencias (Ancianos , Estudiantes )	55	Por cama

**Fuente:** Norma Española de la construcción CTE (2006)  
Sailema Edwin (2015)

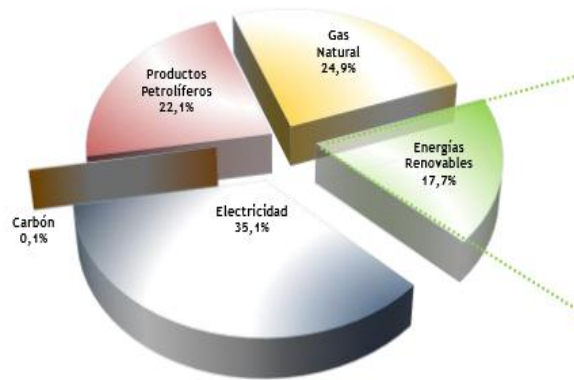
**Tabla 1. 2** Consumo ACS según usos

Usos		Consumo Litros/día /persona a 50°C
Doméstico	Baños	35
	Cocina	5
	Lavatorios	5
Albergues	Por camas	30
Hoteles	Por camas	40
Hospitales	Por camas	45

**Fuente:** Norma Española de la construcción  
Sailema Edwin (2015)

La obtención de agua caliente en las viviendas se obtuvo los siguientes datos estadísticos tomados en la ciudad de Madrid, demostrando que la demanda de agua caliente en lavabos es superior a las duchas, con un promedio de 41° C de media, mientras que en duchas y baños es de 38° C.

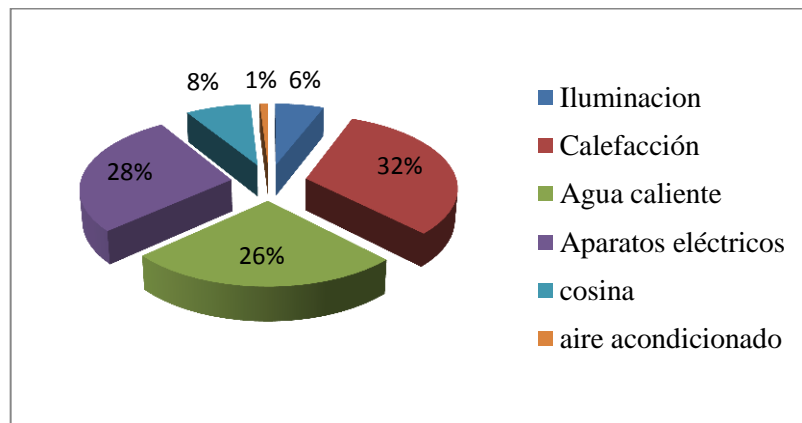
En referencia a la energía utilizada en el calentamiento de agua en los hogares: se determinó que un 35 % de la población residencial utilizan electricidad y el resto productos petrolíferos, gas natural y energías renovables, en el proceso de calentamiento de calentamiento y calefacción como se muestra en la figura 1.1.



**Figura 1. 1** Consumo energético del sector residencial España  
**Fuente:** Instituto para la diversificación y el ahorro energético (IDEA)

Según un estudio elaborado por el instituto de diversificación y ahorro de la energía, año 2013. Se emite un informe en el cual se detalla el porcentaje de consumo energético según sus usos, siendo así: “un 32% de este gasto se realiza en calefacción, un 26% a agua caliente, un 6% iluminación, un 28% aparatos eléctricos, un 8% cocina, 1 % en aire acondicionado.”

En la figura 1.2 Observamos los porcentajes de consumos energético según usos.



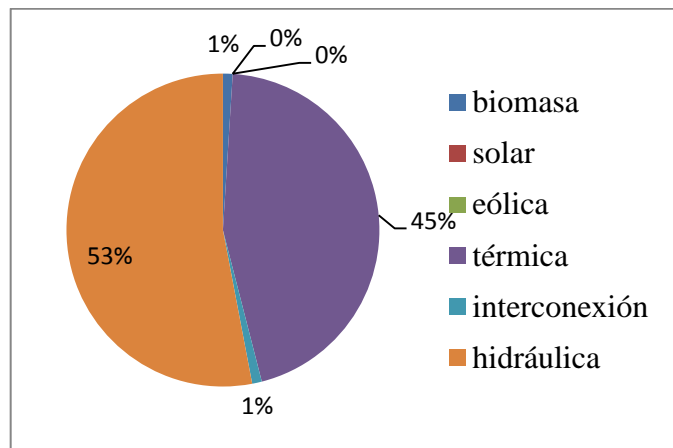
**Figura 1. 2.** Consumo energético por usos  
**Fuente:** Instituto para la diversificación y el ahorro energético (IDEA)

En el Ecuador se obtienen recursos energéticos en relación a los recursos disponibles y presentes actualmente en el medio.



Carvajal y Orbe (2012).

La base de la oferta de electricidad es predominantemente generación hidráulica (53%), seguido por el parque termoeléctrico (45%). Además, hasta final de 2012 existía la importación de electricidad (1%), en su mayoría proveniente de Colombia. La generación con fuentes renovables no convencionales supera ligeramente el 1% de participación en la matriz eléctrica, debido a la suma de la energía generada por fuentes de biomasa, eólica y solar fotovoltaica.



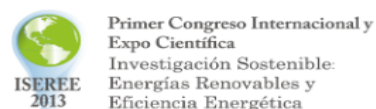
**Figura 1. 3** Estructura de generación eléctrica media en el 2012  
**Fuente:** Balance energético 2013

En la población de Picaihua no se encontró estudios estadísticos específicos relacionados con el consumo mensual y anual de agua caliente en viviendas unifamiliares, no obstante se encontró información relevante a nivel nacional sobre los usos y el consumo energético para el calentamiento de agua de uso domiciliario, datos estadísticos que se detallan en la figura 2.15.

El INER. (2013) Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables realizó una investigación con el tema: “Impacto de la implementación masiva de la cocina de inducción en el sistema eléctrico ecuatoriano” bajo la autoría de Xavier Serrano y Jorge Rojas. El proyecto se realizó mediante encuestas; la recolección de datos se obtuvo en Guayaquil, Quito y Cuenca.

Entre las preguntas de la encuesta se plantearon conocer los hábitos de baño y uso de artefactos para calentar agua en el Ecuador.

**Tabla 1. 3** Preguntas 8y 9 de las encuestas para conocer los hábitos de baño y uso de artefactos para calentar agua en el Ecuador.



**Tabla 4.** Preguntas usadas para determinar hábitos de baño y uso de artefactos para calentar agua en el Ecuador

Preguntas usadas		
8. El agua con la que se ducha es...	Fría <input type="radio"/>	Caliente <input type="radio"/>
9. ¿Qué artefacto utiliza para calentar el agua de su ducha?	Calefón eléctrico <input type="radio"/> Calefón a gas <input type="radio"/> Ducha eléctrica <input type="radio"/> Otros <input type="radio"/> ¿Cuál? _____	

**Fuente:** Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER)

Las preguntas anteriores develaron los siguientes resultados:

**Tabla 1. 4** Hábitos de baño y uso de artefactos para calentar agua

DATOS	Sierra	Costa	Población	Muestra	Nivel de Confianza	Margen de error
Personas que se bañan con agua caliente	97%	37%	14,483,499	231	95%	6,45%
Hogares que usan calefón para calentar agua	51%	17%	3810,548	231	95%	6,45%

**Fuente:** Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER)  
Sailema Edwin (2015).

Para determinar la necesidad de agua caliente de los usuarios, caracterizada por el volumen diario de agua caliente y temperatura de operación requerida es importante tener conocimiento previo de estándares de consumo en función del tipo de edificación, usos finales y el sector económico de destino: residencial, industrial y de servicios.

En el país se encuentra vigente la norma NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC -11. En el capítulo 16 “NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA”. Establece los parámetros mínimos que deben incluirse en todo diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias interiores, para garantizar bajo condiciones normales de utilización, su funcionamiento suficiente en cantidad y calidad, en todo espacio y tiempo dentro del predio, casa o edificación.

**Tabla 1. 5** Temperaturas y consumos de agua en aparatos sanitarios.

Tipo de edificación	Aparato	Temperatura(°C)	Consumo de llenado(L)	Tiempo de llenado (minutos )
Vivienda	Bañera	38	150	15
	Bidet	45	5	2
	Ducha	40	45	6
	Lavamanos	35	2	2
Casas de salud y hospitales	bañera	38	250	4
	Baño de asiento	38	60	2
	Baño medicinal	36	200	3
	Ducha	38	100	5
	Hidromasaje	36	600	5
	Lava brazos	40	30	25
	Lava pies	40	35	20
	Para esterilizar	85-90	----	----
Hoteles y Restaurantes	Bañera	38	200	15
	Ducha	38	60	6
	Lavamanos	35	6	1

**Fuente:** NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA-CAP 16  
Sailema Edwin (2015)

NHE, Cap. XVI, Norma Hidrosanitaria de agua señala: En el Ecuador no se ha determinado el costo que representa calentar  $1\text{m}^3$  agua de uso domiciliario, como lo hacen los países industrializados.

Un programa de la Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina (AEA), junto con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, finaliza en marzo 2014 el proyecto AEA01EC009601, dicho plan lleva el agua caliente al páramo ecuatoriano gracias a la energía solar térmica.

En la figura 1.4 se encuentra un colector solar destinado para el suministro de agua caliente únicamente para bañarse.



**Figura 1. 4.** Energía solar térmica

**Fuente:** Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina (AEA)

En la comunidad de Patococha, ubicada en el cantón Chunchi, en Chimborazo, se puede calentar el agua entre 50 y 60 grados, lo que les permite a los niños bañarse más de una vez a la semana.

El costo del kW/h en el Ecuador es: USD 0,09 mientras que la tarifa dignidad es subsidiada y equivale a USD 0,04. Dato obtenido de la empresa eléctrica regional Ambato.

En la provincia de Tungurahua no existe ningún estudio que relacione el consumo energético, con el costo beneficio para el calentamiento de agua en las zonas rurales.

La gran parte de los pobladores de los sectores rurales utilizan diferentes sistemas de obtención de agua caliente por ejemplo: sistema eléctrico, gas doméstico mediante la utilización del calefón, sin olvidar que también obtienen agua caliente mediante la utilización de la leña.

La forma tradicional y común utilizada para el calentamiento de agua se lo realiza de la siguiente manera: recogen agua en una olla y lo calientan en la estufa de gas; otra forma similar es el calentamiento de agua en ollas, pero en lugar de utilizar gas doméstico utilizan leña, esto ocurre en las zonas altas de la provincia donde las personas no cuentan con los recursos necesarios, para acceder a la utilización de artefactos eléctricos para el suministro de agua caliente sanitaria.

Enfocando un poco más en la utilización de leña para el calentamiento de agua: en la figura 1.5 se observa que; las personas aprovechan los recursos forestales para el calentamiento de agua, debido a que en las zonas rurales todavía existen leña y mucho más en las partes altas de la provincia. Además que aprovechan el calor que genera al quemar la leña, como calefacción debido a las condiciones de frío que se presentan estas zonas.



**Figura 1. 5.** Calentamiento de agua utilizando leña  
**Fuente:** <http://www.fotorevista.com>.

### 1.2.2 Análisis crítico

El estudio del diagnóstico energético del calentamiento de agua de uso doméstico en viviendas unifamiliares, es un tema muy importante debido que se analizará y determina el costo elevado que representa el calentamiento de agua sanitaria, siendo este un recurso necesario e indispensable para el Buen Vivir de cada familia.

Esta investigación aportará por la implantación de nuevas tecnologías para la obtención de agua caliente en familias de los sectores rurales de la provincia de Tungurahua, familias que se encuentran identificadas como una clase media, las misma que estén en condiciones de invertir en sistemas de calentamiento de agua para sus respectivos hogares. El problema del calentamiento de agua en las viviendas de la provincia Tungurahua, surge ante el alto costo de los recursos energéticos, que actualmente se utilizan en el país, siendo conocidos: el gas doméstico y la electricidad, que sin duda son recursos eficientes pero a la vez caros; pues no todas las familias están en las mismas condiciones de acceder a estos recursos necesarios para el Buen Vivir.

La falta de agua caliente sanitaria, crea muchos problemas que llegan a ser graves en el ámbito de la higiene y la salud. Además el uso masivo de la leña como combustible, contribuye al agotamiento de los recursos naturales, trae consigo un incremento de las enfermedades respiratorias en los hogares a causa del humo.

### **1.2.3 Prognosis**

De acuerdo con el régimen del plan nacional para el Buen Vivir 2013-2017, propone una vida digna, esto implica alcanzar la plena realización de cada persona, reconociendo y respetando las diversidades, en completa armonía con la naturaleza.

“El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna” (SENPLADES .2013,Art.375, p.124). El mencionado artículo contempla los siguientes ítems:

Generará la Información necesaria para el diseño de estrategias y programas que comprendan las relaciones entre vivienda, servicios, espacio y transporte públicos, equipamiento y gestión del suelo urbano.

Mantendrá un catastro nacional integrado, de hábitat y vivienda.

Elaborará, implementará y evaluará políticas, planes y programas de hábitat y de acceso universal a la vivienda, a partir de los principios de universalidad, equidad e interculturalidad, con enfoque en la gestión de riesgos.

Mejorará la vivienda precaria, dotará de albergues, espacios públicos y áreas verdes, y promoverá el alquiler en régimen especial.

Desarrollará planes y programas de financiamiento para vivienda de interés social, a través de la banca pública y de las instituciones de finanzas populares, con énfasis para las personas de escasos recursos económicos y las mujeres jefas de hogar.

Garantizará la dotación ininterrumpida de los servicios públicos de agua potable y electricidad a las escuelas y hospitales públicos.

Asegurará que toda persona tenga derecho a suscribir contratos de arrendamiento a un precio justo y sin abusos.

Garantizará y protegerá el acceso público a las playas de mar y riberas de ríos, lagos y lagunas, y la existencia de vías perpendiculares de acceso.

Al no realizar el estudio propuesto especialmente en el sector rural en la provincia de Tungurahua, no se cumplirá con lo dispuesto con el mencionado artículo constitucional.

#### **1.2.4 Formulación del problema.**

¿Este beneficio social y económico de una familia del sector rural depende de una eficiente manera de conseguir agua caliente?

#### **1.2.5 Preguntas directrices.**

Esta son las interrogantes planteadas que ayudaran a resolver la presente investigación.

- ¿Cuál será el volumen mensual de agua caliente, que necesita una vivienda unifamiliar?
- ¿Cuál es el gasto mínimo por calentamiento de agua utilizando diferentes sistemas?
- ¿Cuál será el análisis económico para cada uno de los sistemas de calentamiento de agua?
- ¿Cómo se determina el sistema, más económico para el calentamiento de agua .

#### **1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.**

##### **1.2.6.1 De contenidos.**

El Estudio del diagnóstico energético de uso del calentamiento de agua de uso domiciliario, y su incidencia en el costo beneficio está basado bajo normas de suministro de agua caliente sanitaria vigentes en el Ecuador y por lo tanto está incluido en la carrera de Ingeniería Mecánica, y se enfoca materias como,

Recursos energéticos convencionales y no convencionales, Estadística, Energías, Ingeniería financiera.

#### **1.2.6.2 Espacial.**

El Estudio del diagnóstico energético de uso del calentamiento de agua de uso domiciliario, se lo realizará en la parroquia Picaihua del cantón Ambato de la provincia de Tungurahua, el presente estudio se enfoca principalmente en las familias la clase media, las cuales se encuentran en condiciones económicas de adquirir nuevos sistemas ecológicos y amigables con el medio ambiente y ala vez sea capaz de abastecer con la demanda de agua caliente requerida por dicha la familia; se ha seleccionado determinaos sectores de la parroquia, tomando en cuenta desde luego la densidad poblacional y cercanía entre ellos, tomando datos diarios del consumo de agua caliente en viviendas unifamiliares, hay que tomar en consideración que los datos recopilados del consumo de agua caliente.

#### **1.2.6.3 Temporal.**

La recopilación de información mediante encuestas se lo realizará en el periodo de Octubre a Diciembre del año 2014.

### **1.3 Justificación.**

El suministro de ACS es un recurso indispensable en cada vivienda rural, utilizados a diario a en los puntos de suministro de agua de uso sanitario en una casa conocidos: ducha, lavabo, siendo el agua caliente un consumo de energía necesario para el Buen Vivir de cada familia.

El presente estudio ayudará a determinar el gasto energético que se produce al calentar agua en viviendas unifamiliares con gas doméstico o electricidad. Por consiguiente el costo que representa la utilización de cada uno de esos sistemas de calentamiento de agua en las viviendas unifamiliares. Una vez obtenido estos datos se realizará una comparación de gasto energético y económico , al utilizar mencionados sistemas de calentamiento de agua, posteriormente se optará por la



búsqueda de un sistema más eficiente y a la vez más económico de obtención de agua caliente para toda familia.

Se obtendrán datos reales de consumo mensual de agua caliente en una vivienda unifamiliar, debido a que anteriormente no se han realizado estudios sobre el diagnóstico energético para el calentamiento de agua, para mejora su inclusión en la sociedad y fomentar el Buen Vivir como plan de gobierno.

Se determinará el sistema más eficiente y económico para el calentamiento de agua, de esta manera lograr que toda familia acceda a este beneficio del agua caliente en hogares de sectores rurales en donde se presentan temperaturas promedio de 15 °C.

Se analiza el incremento económico en el costo del gas doméstico utilizado en calefones a gas; este parámetro afecta a la economía de los hogares ecuatorianos, influyendo en el suministro de agua caliente, tan necesarios como un bien utilizado en salud e higiene personal y familiar.

#### **1.4 Objetivos.**

##### **1.4.1 Objetivo general.**

Seleccionar la forma más eficiente de obtener agua caliente dentro de las viviendas unifamiliares, mediante estándares de bajo costo.

##### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el volumen mensual de agua caliente, que necesita una vivienda unifamiliar.
- Determinar el gasto mínimo por calentamiento de agua, utilizando diferentes sistemas.
- Desarrollar un análisis económico para cada uno de los sistemas de calentamiento de agua.
- Identificar el sistema más económico para el calentamiento de agua.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes Investigativos

Al realizar la investigación se encontraron los siguientes trabajos bibliográficos que son de gran ayuda para el desarrollo de la investigación planteada.

Serrano X., & Rojas J, (2013) .Impacto de la implementación masiva de la cocina de inducción en el sistema eléctrico ecuatoriano. *(INER) Instituto nacional de eficiencia energética y energías renovables, 1(9) ,1-9.*

Este trabajo investigativo presenta los principales impactos producidos en el sistema de producción de energía eléctrica nacional, al implementar las cocinas de inducción. El estudio además presenta datos estadísticos, tales como: el número de hogares existentes en el Ecuador, tipos de cocinas eléctricas de inducción existentes, requerimientos energéticos de las mismas, eficiencia del sistema de transporte de energía eléctrica del país. Además mediante una encuesta de hábitos en el hogar se estiman horarios y requerimientos de potencia y energía necesarias para la preparación de alimentos y el calentamiento de agua usada en las duchas para aseo personal.

Secretaría General Departamento de Planificación y Estudios (16 de julio de 2011.) Análisis del consumo energético del sector residencial en España. *(IDEA) instituto para la diversificación y ahorro de energía. 1(76)*

Se expone la planificación de ahorro y eficiencia energética en España. Presenta datos reales de mediciones consumos eléctricos en el sector residencial; la metodología utilizada fueron encuestas realizadas en cada vivienda obteniendo datos que determinan los consumos energéticos, por servicios, usos, zona climática y tipo de vivienda; estos resultados han permitido conocer el

equipamiento y los consumos energéticos reales, determinando la demanda energética del sector residencial.

Uno de los objetivos de la estadística energética consiste en proporcionar información elaborada y lo más fiable posible sobre el sector energético al gestor y planificador energético.

Actualmente, la mayoría de los países desarrollados disponen de una estadística energética razonablemente fiable en términos de oferta energética. Los resultados del proyecto han permitido conocer el equipamiento residencial y los consumos reales.

Chacón Campoverde ,L.I. & Aguirre M.R, (2012) “Impacto en el bienestar de los hogares por una eliminación del subsidio al gas doméstico: caso ecuador para el año 2012”.Tesis *Previa a la obtención del: título de Economista. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Carrera de Economía*

Se enfoca principalmente en determinar cuantitativamente el impacto en el bienestar de los hogares por una hipotética eliminación total del subsidio al gas doméstico, los hogares clasificados en el decil I, es decir los mas pobres; ven reducido su consumo de gas doméstico casi 637.42%, en cambio los hogares del decil II disminuyen el consumo del energético en 177.14%. Por lo que, los hogares de menores ingresos prácticamente dejan de consumir gas doméstico y se verán obligados en seleccionar otras alternativas cercanas de sustitución como: el kerosene, la leña y el carbón, pero esta sustitución es conveniente si los precios de los sustitutos son inferiores al gas. Por lo tanto, conforme aumenta el precio del gas doméstico, se debería aumentar también los niveles de ingreso de los hogares.

Finalmente, la eliminación del subsidio al gas doméstico afecta en mayor proporción a las familias de los deciles de ingresos más bajos en relación de la cantidad consumida de este derivado de petróleo, con respecto a las familias de recursos económicos estables, no dejarían de consumir gas doméstico, sino simplemente reducirían el consumo de bienes de lujo que usan GPL.

Peñañiel Saraguro, J. C. & Silva Manzano, C.H. (2012). Análisis, diseño e implementación de un sistema de energía auxiliar automatizado para colectores solares y calefones en el uso racional y eficiente de energía .Tesis .*Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Mecánica .Escuela de ingeniería mecánica.*

Este documento enfoca una nueva forma de obtener agua caliente en las viviendas utilizando un sistema de energía auxiliar automatizado para colectores solares y calefones, involucra parámetro de costos e instalación de este sistema, además establece la eficiencia energética entre calefones a gas y colectores solares.

Carvajal, P. (2011) MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR. *Ministerio coordinador de sectores estratégicos* .1 (32), 1-32

Este documento data sobre la situación actual y las perspectivas del sector energético considerando su transversalidad a todos los sectores de la economía

## **2.2 Fundamentación filosófica.**

El estudio corresponde al paradigma crítico propositivo debido a que privilegia la interpretación, comprensión y explicación de los fenómenos sociales; crítico porque cuestiona los esquemas a investigar. Propositivo debido a que plantea alternativas de solución construidas en un clima de sinergia y pro actividad obteniendo los volúmenes necesarios de agua caliente que requiere una vivienda unifamiliar, así como también potencia requerida y costos que involucra el uso de diferentes sistemas del calentamiento de agua.

Se obtendrá la información para la investigación de fuentes como textos, artículos y publicaciones en internet, y otros documentos que ayuden para el desarrollo de esta investigación.

## **2.3 Fundamentación legal**

### **2.3.1 Normativa de calidad**

Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción, (6 de abril del 2011)  
NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC -11. Capítulo 16  
“Norma Hidrosanitaria NHE Agua” *Norma ecuatoriana de la construcción, 1(39)*  
1-39.

Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción, (julio del 1996)  
NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC -10. Parte 14-1  
*Energía Renovable “Sistemas de calentamiento de agua con energía solar para*  
*uso sanitario en el Ecuador 1(61).*

Secretaría técnica SENPLADES (2013). PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR  
2013 – 2017. (*SENPLADES*) *Secretaria nacional de planificación y desarrollo.*  
Quito- Ecuador .1<sup>era</sup> Ed.

(CTE) Código técnico de edificación Española vigente desde el año 2006, es un  
conjunto de normativas que regulan la construcción de edificios en España,  
documento actualizado por el instituto de ciencias de la construcción.

## **2.4 Red de categorías fundamentales.**

### **2.4.1 Plan nacional del Buen Vivir.**

Plan nacional del Buen Vivir, es un modelo de vida o de desarrollo más justo,  
más sostenible, más ecológico, más humano entre sus objetivos se encuentra los  
siguientes:

- Equilibrio del ser humano con su comunidad y la naturaleza.
- Alcanzar una mejor calidad de vida al poner el aspecto económico en segundo lugar.
- Plenitud de vida.
- Vivir con dignidad.

Se refiere a mejorar la calidad y la esperanza de vida de la población, considera que el principal beneficiario del desarrollo, es el ser humano, planteando una serie de acciones: sistema de planificación alimentaria, económica, inclusión y equidad social.

Para el estudio se tomarán como referencia los siguientes artículos del régimen del Buen Vivir, que constituyen la base fundamental para desarrollo del presente documento investigativo:

“El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”. SENPLADES, 2013, Art.12.

“El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna”. SENPLADES, 2013, Art.375, p.124.

“Para hacer efectivo el derecho a la vivienda, al hábitat y a la conservación del ambiente, las municipalidades podrán expropiar, reservar y controlar áreas para el desarrollo futuro, de acuerdo con la ley. Se prohíbe la obtención de beneficios a partir de prácticas especulativas sobre el uso del suelo, en particular por el cambio de uso, de rústico a urbano o de público a privado”. SENPLADES, 2013, Art.376.

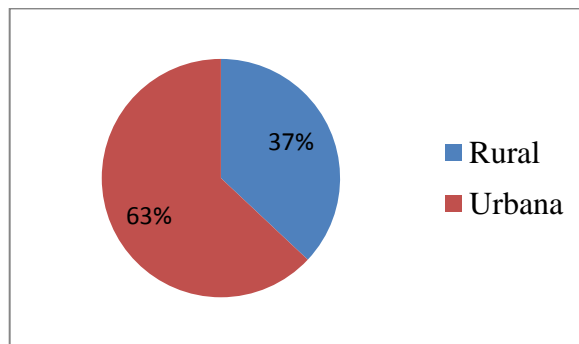
“El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua”. Constitución de la República del Ecuador, 2008, Art.413.

Mediante la aplicación de régimen del Bien Vivir, se pretende dar prioridad a los servicios básicos y mejorar las condiciones de viviendas de los habitantes.

#### **2.4.2 Condiciones de vida en el Ecuador.**

La población del Ecuador ha sufrido grandes transformaciones que han afectado a varias provincias en especial a la zona urbana y rural, la creciente migración

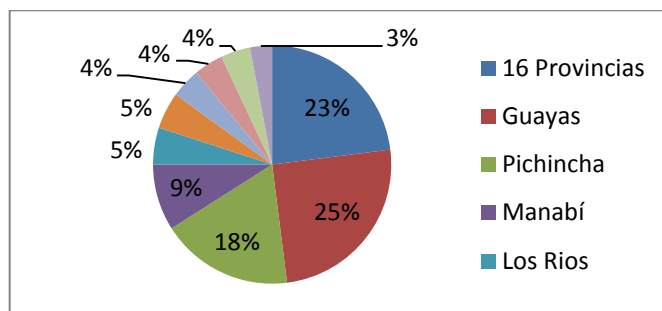
intrarregional campo ciudad, ha provocado un crecimiento desordenado de las principales ciudades del país como Quito, Guayaquil, Esmeraldas, Machala, Quevedo, entre otras en menor proporción, según el Censo 2010 del INEC el Ecuador tenía una población de 14 483 499 habitantes, de los cuales el 63% están en las zonas urbanas y el 37% en las zonas rurales, se evidencia que la población ecuatoriana esta mayormente radicada en la zonas urbanas del ecuador como se muestra en la figura 2.1.



**Figura 2. 1.** Población urbana rural en el Ecuador  
**Fuente:** Instituto nacional de estadísticas y censos (INEC 2010).

Según datos del INEC Censo 2010, en la provincia de Tungurahua existen un total de 504.583 habitantes; de los cuales 259.800 son mujeres y 244.783 son hombres. En la ciudad de Ambato existen 329.856 habitantes; 170.026 son mujeres y 159.830 son hombres.

A continuación en la figura 2.2, se muestra la distribución de la población del Ecuador, por provincia según datos porcentuales del censo del 2010.

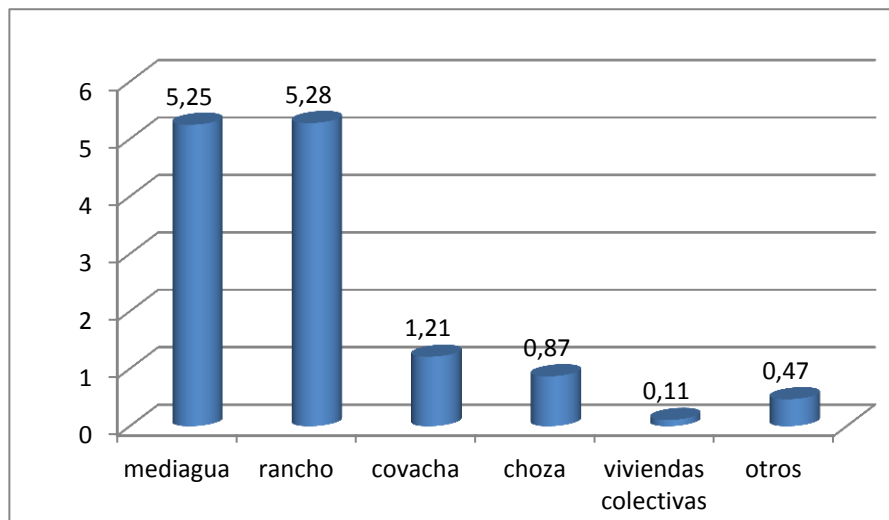


**Figura 2. 2.** Población del Ecuador por provincias  
**Fuente:** Instituto Nacional de estadísticas y censos (INEC 2010).

El último censo en el 2010, en el Ecuador hay 4 654054 viviendas de las cuales el 94,77% dispone de energía eléctrica, el 73,7% dispone de agua mediante tuberías,

el 55,2% de eliminación de excrementos, el 66,5% dispone de teléfono, el 68,89% tiene el piso de sus viviendas con bloques de ladrillo, los otros porcentajes restantes de otros materiales. El 60,09% dispone de duchas.

En la figura 2.3, se presenta los tipos de viviendas más comunes en el país son: casa y villas, departamentos, cuartos en casa de inquilinato, mediagua, rancho, covacha, choza, viviendas colectivas y otros.



**Figura 2. 3.** Tipos de vivienda en el Ecuador  
**Fuente:** Instituto Nacional de estadísticas y censos, (INEC 2010).

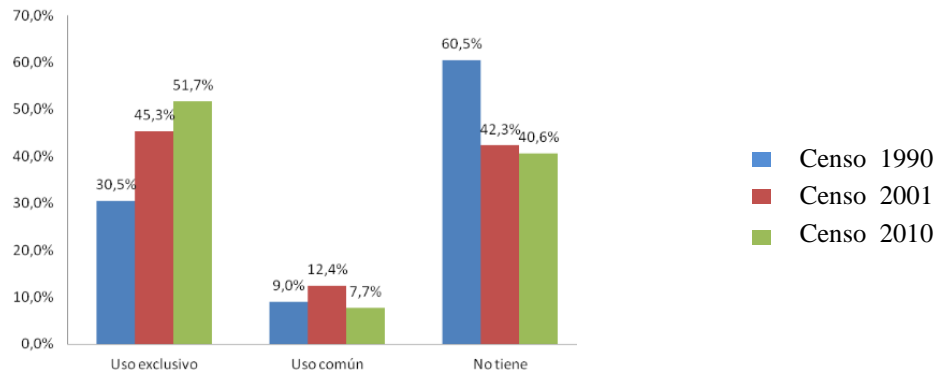
### 2.4.3 Uso exclusivo de baño

La disponibilidad de un espacio exclusivo para bañarse en los hogares ecuatorianos ha aumentado entre los años 1990 y 2010.

Según el último censo nacional realizado en el 2010, se presentan los siguientes porcentajes de las viviendas que cuentan con un espacio exclusivo para bañarse, al inicio del periodo de contaba con un 30,5% de hogares con este servicio, aumentando al 45,3% en el año 2001 y situándose en el 51,7% en el año 2010. El espacio de uso común para bañarse ha mantenido una variación menor, pues oscila entre el 9,0% en el años 1990, pasando al 12,4% en el 2001 y finalmente descendiendo al 7,7% en el año 2010. Así mismo, ha disminuido el porcentaje de hogares que no cuentan con un espacio para bañarse, pues en el año 1990 se tenía un 60,5% mientras que en el año 2010 se registra un 40,6%.



En cuanto a nivel provincial se observa un notable incremento de los hogares que cuentan con un espacio exclusivo para bañarse, en todas las provincias se muestra este mismo efecto.



**Figura 2. 4** Disponibilidad de espacio para bañarse  
**Fuente:** Instituto Nacional de estadísticas y censos, (INEC 2010).

#### 2.4.4 Nivel de pobreza en el Ecuador

La pobreza forma parte de la poca calidad de vida de los habitantes, relacionándolas con las condiciones precarias, con problemas sociales desde el núcleo familiar y su entorno comunitario, las causas que generan pobreza dependen principalmente de los ingresos económicos, seguida del problema tradicional de la vivienda.

Cepal (2013):

Ecuador reduce la pobreza en 3,1% ecuador figura entre los países con mayor reducción de pobreza en Latinoamérica, la cifra descendió de 35,2 al 32,2 por ciento en nuestro país, en tanto los expertos siguen apuntando que la educación es la clave para llevar la brecha a 0.

Según el artículo de Encuestas de vida (INEC 2010). “Son considerados pobres aquellos hogares que están privados de las necesidades básicas insatisfechas (NBI); la educación, vivienda, salud, nutrición, servicios urbanos y oportunidades para un empleo”.

En el artículo de Salcedo Cruz J.J. (2011, Julio 24), “El índice NBI (Necesidades Básicas insatisfechas) es un método directo para identificar carencias críticas en un población y caracterizar la pobreza. Las carencias críticas se enmarcan en 4 áreas principales: a) acceso a vivienda, b) acceso a servicios sanitarios, c) acceso a educación, y d) capacidad económica.”

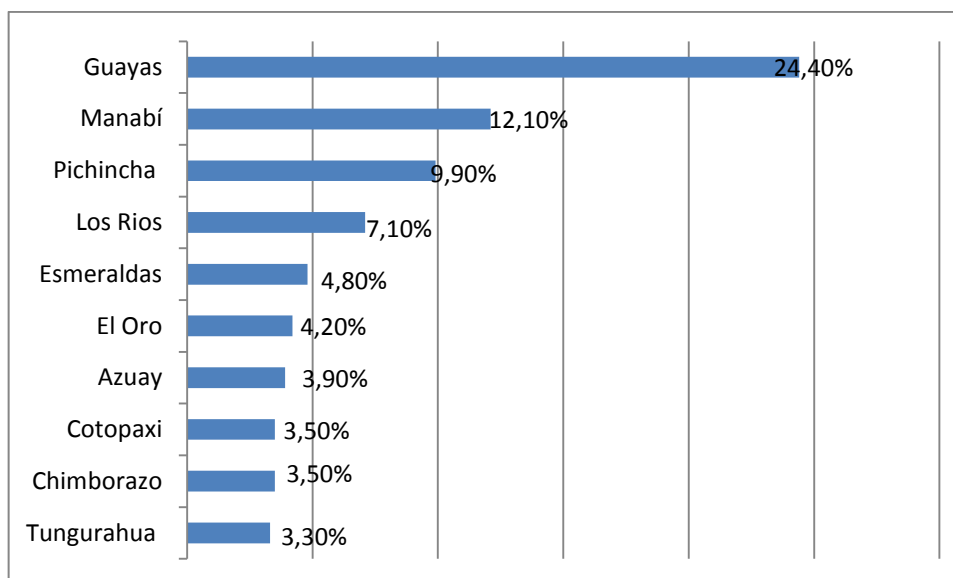
A continuación se presenta una tabla con la proporción de la población que vive en condiciones críticas. Los colores asignados a cada celda corresponden al nivel de criticidad. Es decir qué se indica la proporción de las personas en esa provincia que viven en estado crítico.

**Tabla 2. 1.**Componentes e índice de NBI por provincia

No.	Provincia	Calidad de Vivienda	Hacinamiento	Disponibilidad de Agua potable	Sistema de eliminación de excretas	Asistencia escolar	Insuficiencia de ingresos	Índice de NBI
1	Pichincha	2.7%	10.3%	2.4%	0.9%	0.9%	10.6%	22.0%
2	Azuay	2.3%	11.2%	1.5%	5.2%	1.3%	9.7%	26.0%
3	Tungurahua	2.9%	15.2%	7.6%	3.2%	0.6%	5.4%	27.9%
4	El Oro	2.7%	23.3%	4.6%	4.3%	0.9%	11.5%	36.4%
5	Cañar	3.8%	18.7%	4.7%	12.9%	2.2%	11.5%	38.7%
6	Carchi	17.1%	23.2%	2.3%	9.8%	2.0%	10.7%	40.9%
7	Imbabura	9.9%	24.2%	4.7%	6.7%	2.7%	16.0%	42.0%
8	Cotopaxi	11.4%	25.4%	7.7%	9.5%	1.8%	6.7%	43.1%
9	Guayas	2.3%	28.6%	13.2%	3.5%	1.7%	11.2%	43.2%
10	Loja	5.6%	26.4%	6.2%	16.6%	3.0%	10.8%	44.1%
11	Manabí	3.0%	23.5%	18.5%	2.4%	0.9%	14.0%	44.2%
12	Chimborazo	15.0%	25.2%	9.7%	9.1%	1.0%	7.6%	44.3%
13	Los Ríos	1.3%	28.2%	12.0%	7.7%	2.2%	13.7%	46.6%
14	Amazonía	6.5%	27.7%	13.5%	17.4%	3.3%	12.7%	47.1%
15	Bolívar	10.8%	23.5%	16.9%	13.0%	0.4%	8.2%	50.3%
16	Esmeraldas	3.7%	27.7%	17.3%	7.5%	2.6%	21.6%	51.9%
17	Santo Domingo	1.9%	16.8%	34.9%	1.7%	1.1%	12.6%	53.0%
18	Santa Elena	8.3%	37.7%	6.0%	8.8%	0.9%	19.1%	56.0%
19	Zonas no delimitadas	0.0%	29.7%	68.2%	0.0%	7.0%	21.7%	82.3%
	<b>Grand Total</b>	4.1%	22.4%	10.4%	5.4%	1.6%	11.7%	39.2%

Fuente:www.ecuadoreconomica.com

En la Figura 2.6, se presenta el nivel de pobreza generalizado, de acuerdo a las necesidades basicas insatisfechas por provincia del Ecuador .



**Figura 2. 5.** Provincias con mayor número de pobreza por NBI  
**Fuente:** Instituto Nacional de estadísticas y censos, (INEC 2010).

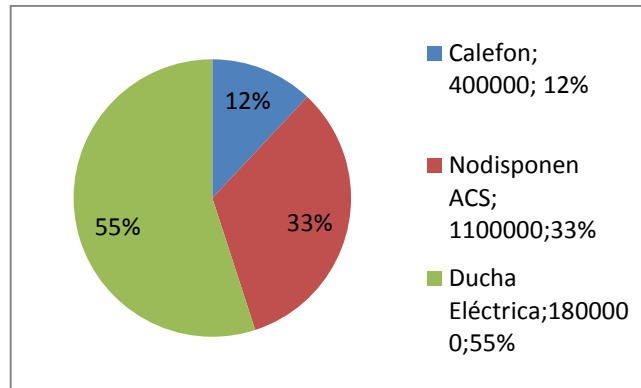
Encontramos las 10 provincias más pobres encabezada por Guayas con el 24,4% de la población pobre, en segundo lugar está la provincia de Manabí que concentra el 12,1% de la población y en tercer lugar esta Pichincha con el 9,9%. De estas provincias Tungurahua es la que tiene menor porcentaje de pobres por NBI. El resto de provincias concentran el 23,0% de personas pobres siendo Galápagos la de menor porcentaje de población pobre.

El artículo del INEC (2013). Expone lo siguiente: En el 2013 la pobreza en Ecuador se ubicó en el 25,55%. La extrema pobreza bajó 2,57 puntos. En el doceavo mes del 2013, la extrema pobreza llegó a 8,61% frente al 11,18% del 2012. Así también la pobreza extrema rural registró una caída al pasar de 23,30% en diciembre del 2012 a 17,39% en el 2013, lo que representa 5,91 puntos menos.

#### **2.4.5 Hogares con ducha eléctrica**

Se encontró datos estadísticos a nivel global de la cantidad de hogares con ACS en el Ecuador.

Manzano L.E. (2014) “Agua caliente en los hogares ecuatorianos ducha eléctrica; 1 800 000; 55% Calefones; 400 000; 12% no disponen ACS; 1 100 000; 33%” que se observa en la figura 2.15.



**Figura 2. 6.** Agua caliente en los hogares Ecuatorianos.

**Fuente:** Estado actual de actual y perspectivas de la energía solar térmica en el Ecuador

Según la Empresa Eléctrica Quito, el consumo eléctrico por uso de ducha eléctrica de una familia promedio es de 55,6 kW/h por mes. Se debe considerar que la mayor parte del agua caliente para bañarse se utiliza en las horas pico de consumo de la mañana y de la noche. Para cubrir la demanda de potencia en horas pico, la energía es generalmente suministrada por generadores que consumen combustibles fósiles, los cuales son subsidiados por el estado.

En la siguiente tabla se muestra el consumo mensual de energía de una ducha eléctrica; para determinar el consumo mensual en kW/h. Se deberá multiplicar los siguientes valores.

$$C1 * C2 * C3 * C4$$

Ecuación (2.1)

$$4x1x1x24 = kW/h$$

**Tabla 2. 2** Consumo mensual en kW/h

	C1	C2	C3	C4	T
Artefacto de calentamiento de agua	Potencia Requerida	Cantidad de artefactos	Horas de consumo diario	Días de consumo en un mes	Consumo mensual de energía en Kw-h
Ducha eléctrica	4kw	1	1	24	96
Total consumo mensual					Total

Sailema Edwin (2015)

Finalmente este valor se multiplicará por el costo kW/h vigente actualmente en el país.

## 2.4.6 El calentamiento del agua a partir de colectores solares

La selección del colector y el área de los paneles solares, se basa en la determinación de dos variables:

- Recurso energético disponible es decir cantidad de radiación solar incidente.
- Necesidad ó demanda energética de ACS.

En el Ecuador existen varias empresas que comercializan sistemas solares térmicos, los cuales tienen precios de venta que varían mucho unos de otros.

Dependiendo de su tecnología y procedencia, existen calentadores solares desde los US\$ 759 hasta los US\$ 1800, con una capacidad de 160 a 300ltr/día, suficiente para abastecer las necesidades de agua caliente de una familia de 4 a 5 miembros. Véase anexo 16.

Los calentadores tienen una elevada eficiencia para captar la energía solar, dependiendo de la tecnología y materiales implementados.



**Figura 2. 7.** Calentadores solares

**Fuente:** Estado actual de actual y perspectivas de la energía solar térmica en el Ecuador

Manzano L.E. (2014) quien menciona; “La energía solar no tiene ningún costo a partir de su instalación, en el Ecuador existen sectores, donde no tienen acceso a la energía eléctrica convencional, por lo tanto utilizan energía solar, especialmente en las zonas altas, donde no cuentan con todos los servicios básicos necesarios para el Buen Vivir de cada familia.”

#### **2.4.7 El calentamiento del agua a partir de la utilización del gas doméstico**

El GLP en los hogares ecuatorianos ha contribuido al mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

Es importante señalar que los niveles de consumo del gas doméstico en el país; el 80% de GLP es importado. Solo el 20% es producción local. El artículo de Revista Lideres (2014). “Estudios Privados señalan que los hogares ecuatorianos consumen más cilindros al mes. Desde 1990 al 2006, el consumo promedio se incrementó de 0,91 a 2,04 cilindros mensuales por familia, hoy la cifra de consumo es de alrededor de dos cilindros por hogar.” Ecuador es uno de los países de América del Sur que más subsidia los combustibles.

Diario el Ciudadano (marzo 2014). “El 92% del GLP se consume por el sector residencial, el 1% se consume en el transporte, un 2% del gas se utiliza en agricultura, pesca y ganadería y un 5% se consume en industrias. El primer Mandatario dijo que el subsidio del gas le cuesta al país \$ 800 millones y con ese monto se pueden construir 200 escuelas del milenio por año.”

En el artículo Diario el Comercio (2011). “En los cuatro años del actual Gobierno se ha gastado millones en subsidiar el gas y gran parte se ha fugado por las fronteras, porque hay un gran incentivo para comprar gas en Ecuador a USD 1,60 y venderlo en Perú y Colombia en 12 ó 15 dólares.”

El mismo cilindro de 15 kg vale USD 25 en Colombia y USD 19 en Perú, países que no aplican un subsidio.

El precio del cilindro de 15 kilogramos de gas doméstico cuesta oficialmente 1,60 hasta 2 dólares, precio de distribuidor, si se suma a esto el costo del servicio a domicilio, cada cilindro puede costar hasta USD 4. Sin el subsidio, el costo real por cada cilindro llegaría a USD 12,60 y sumando los costos de comercialización y distribución, el precio podría alcanzar hasta los USD 24.



**Figura 2. 8.** Tanque de gas  
**Fuente:** Indagas

#### 2.4.8 Análisis costo beneficio

La técnica de análisis de Costo- Beneficio, tiene como objetivo principal proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del mismo.

Esta técnica se debe utilizar al comparar proyectos para la toma de decisiones. El análisis costo-beneficio, permite definir la factibilidad de las alternativas planteadas o de un proyecto a ser desarrollado.

Según Chan S. P. (México 2009 2da edición): La utilidad de la presente técnica es la siguiente:

- Para valorar la necesidad y oportunidad de la realización de un proyecto.
- Para seleccionar la alternativa más beneficiosa de un proyecto.
- Para estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios, en el plazo de realización de un proyecto.

Para realizar un estudio basado en la relación de costo – beneficio se establece la siguiente ecuación bajo los siguientes parámetros; B y C el valor presente de los beneficios y los costos, definidos por la siguiente ecuación:

$$B = \sum_{n=0}^N B_n(1 + i)^{-n} \quad ; \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

$$C = \sum_{n=0}^N C_n(1 + i)^{-n} \quad ; \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

Donde

$b_n$  = beneficios al final del periodo n,

$c_n$  = gastos al final del periodo n,

N = vida del proyecto

i = tasa de interés promotor (Tasa de descuento social).

#### **2.4.9 Costo anual uniforme equivalente (CAUE):**

Baca Urbina G. (México 2007) expone lo siguiente:

Algunas de las situaciones donde solo se presentan costos para el análisis económico son:

- 1.-Seleccionar entre dos o más equipos alternativos para un proceso industrial o comercial, que elabora una parte de un producto o servicio
- 2.-Seleccionar entre dos o más procesos alternativos para el tratamiento de contaminantes producidos por la industria.
- 3.- Se requiere remplazar un sistema de procesamiento manual de datos por sistema computarizado.

#### **2.4.10. Matriz energética en el país**

##### **2.4.10.1 Matriz energética - contexto energético Ecuatoriano**

La matriz energética es una cuantificación de los recursos energéticos de un país o región; la oferta y la demanda de energía; la transformación de cada una de las fuentes de energía; así como el inventario de recursos energéticos disponibles y la forma en que son utilizados; considerando su evolución histórica y su proyección futura.

Ecuador posee casi toda la gama de recursos energéticos, pero a pesar de eso, se encuentra sumergido en una situación de crisis de energía, debido a su falta de



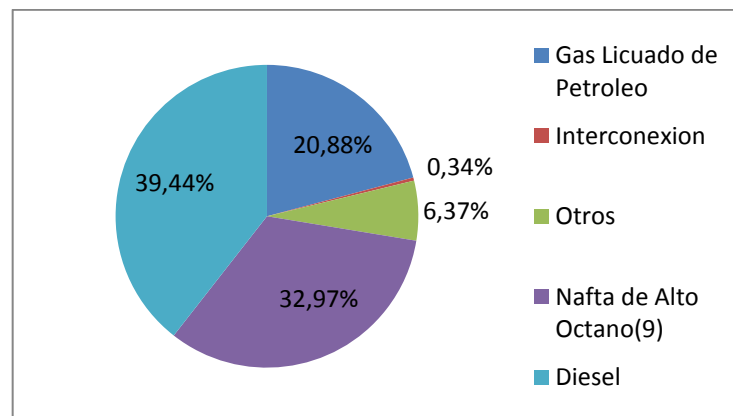
inversión y planificación para el desarrollo de fuentes de energía mucho más eficientes y ecológicas.

Energy Resources (2013):

El Ecuador de hoy, es un país netamente exportador de energías primarias, siendo el petróleo su principal rubro de exportación, el cual en el 2012 llegó a representar para el país: el 31% de los ingresos fiscales, y el 58% del total de sus exportaciones. Por tanto es evidente el impacto que genera el valor del petróleo en la sostenibilidad de la balanza comercial Ecuatoriana

La relativa abundancia del petróleo en las décadas anteriores ha generado distorsiones en la oferta energética del Ecuador, en la medida en la que las reservas petroleras comienzan a agotarse.

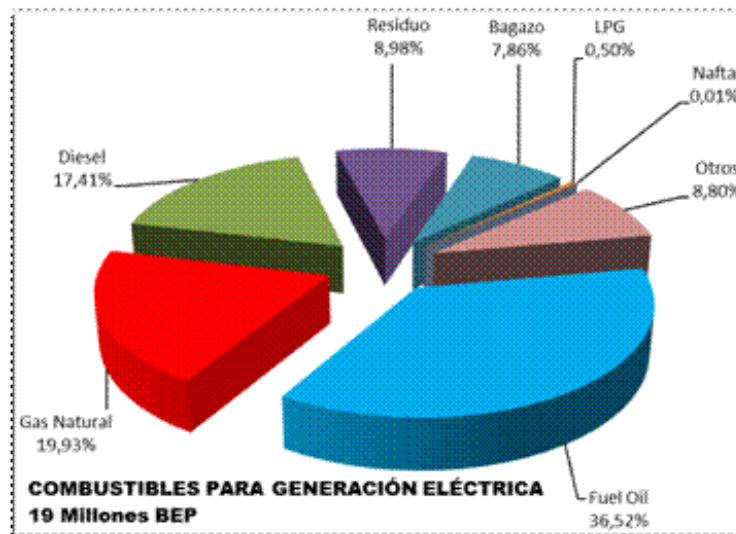
#### 2.4.10.2 Importación de derivados y otros energéticos (2012)



**Figura 2. 9:** Importación de derivados y otros energéticos (2012)  
**Fuente:** [www.monografias.com/trabajos97/analisis-matriz-energetica](http://www.monografias.com/trabajos97/analisis-matriz-energetica).

La importación mediante la interconexión eléctrica con los países vecinos como Colombia y Perú, alcanzó el equivalente de 148 mil de BEP (238.2 GWh), siendo éste el valor más bajo en la última década.

### 2.4.10.3. Derivados para generación eléctrica (2012)

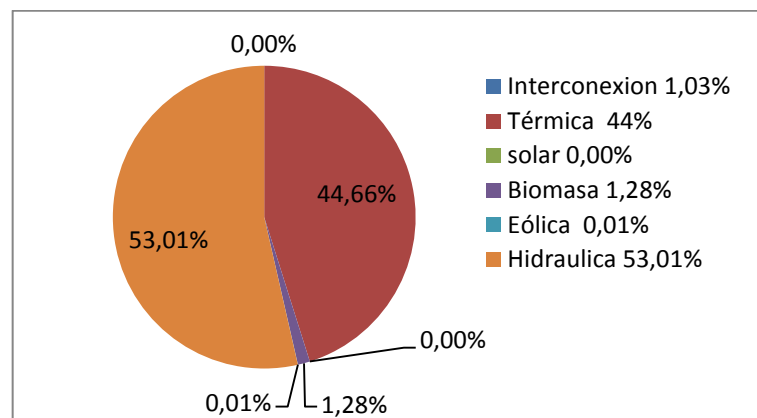


**Figura 2. 10.** Derivados para generación eléctrica (2012)

**Fuente:** [www.monografias.com/trabajos97/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana.shtml](http://www.monografias.com/trabajos97/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana.shtml)

La producción de energía eléctrica en Ecuador durante el 2012 alcanzó el valor de 23.085 GWh (23.08 TWh), mismo que expresado en su equivalente fue de 26.6 millones de BEP

### 2.4.10.4. Generación eléctrica en el Ecuador (2012)



**Figura 2. 11.** Generación eléctrica (2012)

**Fuente:** [www.monografias.com/trabajos97/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana.shtml](http://www.monografias.com/trabajos97/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana.shtml)

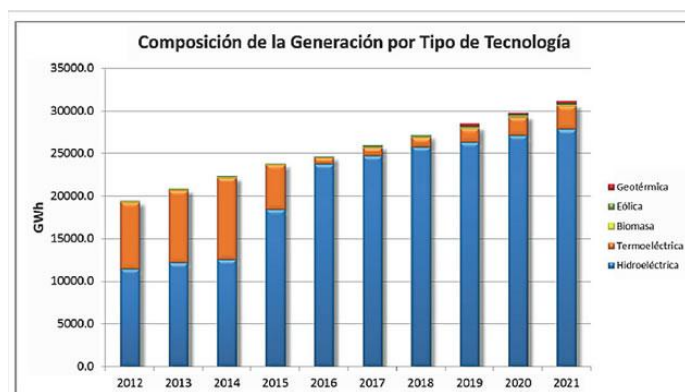
“La generación hidroeléctrica representó el 53.0% de la generación eléctrica total. La generación de fuentes renovables de energía representó el 54.3% de la

generación total, lo que se puede decir que la energía no renovable fue del 45.7%, proveniente principalmente de los derivados del petróleo”. MEER (2012)

MEER (2012) Ministerio de Electricidad y Energía y Renovable, en el marco de su agenda sectorial, ha definido entre otras, las siguientes políticas energéticas:

- 1.- Garantizar el autoabastecimiento de energía eléctrica a través del desarrollo de los recursos energéticos locales, e impulsar los procesos de integración energética regional, con miras al uso eficiente de la energía en su conjunto.
- 2.- Promover el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, a fin de maximizar el aprovechamiento del potencial hídrico de las distintas cuencas.
- 3.- Promover e impulsar el desarrollo de fuentes renovables de generación de energía eléctrica.
- 4.- Implementar planes y programas que permitan hacer un uso adecuado y eficiente de la energía eléctrica.

En la figura 2.12 se presenta datos estadísticos de los recursos energéticos que actualmente existen en el país para generar energía, proyectando estos valores hasta el 2021.



**Figura 2. 12** Composición de la generación por tipo de tecnología  
**Fuente:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

Según MEER (2012), el Plan de Electrificación 2012 – 2021, como instrumento básico de la planificación sectorial, incorpora el cambio de la matriz energética.

El Plan de expansión de la generación para el período 2012 – 2021, contempla un incremento de los 3.800 MW, mediante centrales de generación hidroeléctricas, térmicas y de energías renovables no convencionales; con una inversión que supera los 6 mil millones de dólares.

#### **2.4.10.5 Los proyectos hidroeléctricos**

En la siguiente tabla se observa los proyectos hidroeléctricos en construcción, con la cantidad de energía que producirá anualmente.

**Tabla 2. 3:** Proyectos hidroeléctricos

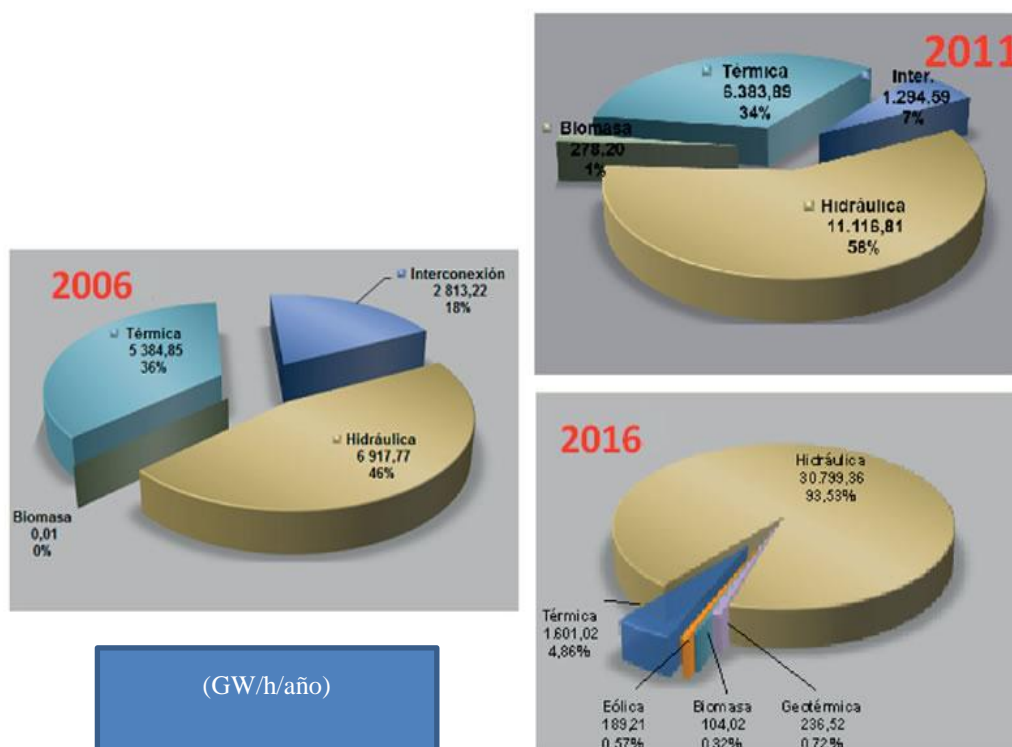
Proyecto	MW
Coca Codo Sinclair	1500
Sopladora	487
Minas San Francisco	270
Toachi Pilaton	253
Delsotanisagua	116
Quijos	50
Mazar Dudas	21
Total	2697,0

**Fuente:** Empresa eléctrica regional centro sur

Adicionalmente, y con la finalidad de aumentar la producción energética y contar con una reserva estratégica adecuada, se encuentra en ejecución un plan de implementación de generación termoeléctrica basada en fuel oil, es decir combustible producido en las refinerías ecuatorianas y gas natural.

#### **2.4.10.6 Impacto del plan de expansión de generación en la matriz energética**

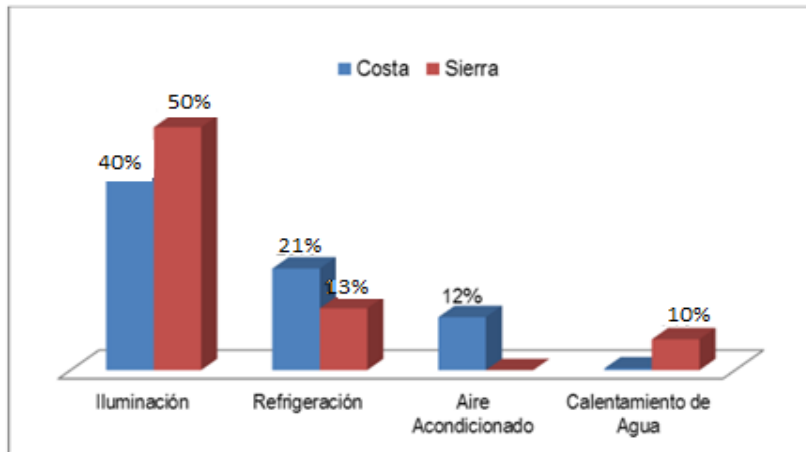
En la figura 2.13 se presenta el cambio de la matriz energética entre los años 2006 y 2016, en cuanto a la composición de las fuentes de generación de energía,



**Figura 2. 13** Expansión de la generación matriz energética  
**Fuente:** Empresa eléctrica regional centro sur

#### 2.4.10.7 Demanda eléctrica a nivel nacional.

El comportamiento de la demanda eléctrica a nivel nacional, en el período de demanda máxima, horas pico, está influenciado por el consumo del sector residencial, esto debido principalmente al uso de la iluminación y artefactos, representando en la costa el 40%, y en la sierra el 50% del consumo total residencial. El segundo uso más importante es la refrigeración de alimentos con el 21% en la costa y el 13% en la Sierra. El tercer uso en la costa constituye el aire acondicionado con el 12%, mientras que en la sierra es el calentamiento de agua, que aporta con el 10%.



**Figura 2. 14.** Demanda eléctrica sector residencial  
**Fuente:** Matriz energética del Ecuador

#### **2.4.10.8. Consumo energético de ACS**

Pezante Encalda J (2010) menciona en su artículo que los principales usuarios de agua caliente sanitaria, que utilizan gas doméstico están en las provincias de la sierra y principalmente en los hogares de mayor ingreso económico.

Se considera que el tener ACS es una necesidad latente en los hogares que aún carecen de este. Se debe considerar que la mayor parte del agua caliente para bañarse se utiliza en las horas pico de consumo de la mañana y de la noche. Para cubrir la demanda de potencia en hora pico, la energía es generalmente suministrada por generadores que consumen combustibles fósiles, los cuales son subsidiados por el estado.

#### **2.4.10.9 Necesidades medias mensuales de ACS.**

En nuestro país no existen estudios acerca del consumo medio de agua caliente de una persona.

**Tabla 2. 4** Recomendaciones de consumo de ACS

FUENTE	CONSUMO [Litros /persona / día]	TEMPERATURA [°C]
Código técnico de la edificación. Ministerio de Fomento. España	30	60
Ashrae	60	60
Fabricante local	50	55

**Fuente:** NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCION PARTE -14

Según la NEC-14 (1996). “De la experiencia local se ha considerado que el dato de consumo que más se aproxima a nuestra realidad es el valor de 50 litros/persona/día a una temperatura de 55°C (que es aproximado a 45 litros/persona/día a 60°C de temperatura)”.

Estos datos serán recopilados mediante encuestas realizadas a las familias de los sectores altos de la provincia de Tungurahua. Mediante esta modalidad de investigación se logrará tener datos aproximados del consumo mensual de agua caliente, también se determinará qué sistema de calentamiento de agua utilizan dichas familias.

Las preguntas fueron seleccionadas de acuerdo con la naturaleza de la investigación.

Para la realización de la investigación se tomarán en cuenta los siguientes parámetros necesarios e indispensables:

- Cantidad de miembros del hogar.
- Sistema de calentamiento de agua en su hogar: Uso de GLP, Electricidad, Solar, leña, otros
- Artefacto utilizado para calentar agua: calefón, ducha eléctrica, colector Solar, hornilla a gas, Fogón a leña.
- Hábitos y costumbres de baño
- Cantidad de agua que utilizan para bañarse.
- Semanalmente cuantas veces utiliza la ducha.
- Tiempo que se demoran al bañarse en el caso de calefón y ducha eléctrica

- La potencia de los artefactos utilizados para el calentamiento de agua.
- Cantidad de cilindros de gas doméstico utilizados mensualmente en el calefón a gas.
- Cantidad de pago mensual en la planilla de luz.

La demanda de ACS, cuyos puntos de consumo son la ducha y los grifos localizados en la cocina y baño, por lo tanto

**Tabla 2.5** Consumo medio de agua caliente

Temperatura de uso	... ° c
Número de usuarios	--
Consumo / usuario(litros/ día)	X2

Sailema Edwin (2015)

Por tanto, se requiere abastecer de ACS a una vivienda con un determinado número de habitantes (“Y”), se realiza los siguientes cálculos:

$$VACS = Y(\text{personas}) * X2(\text{L/persona}) * (\text{horas al día}) \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

Por lo tanto el volumen de agua caliente sanitaria por día será:

$$VACS = \text{Litros / h} \quad \longrightarrow \quad \text{m}^3/\text{h}$$

Posteriormente se determinará la potencia del artefacto con la siguiente ecuación:

$$P = V * I \quad [\text{watts}] \quad \text{Ecuación (2.5)}$$

Dónde:

P = Potencia. (watts)

V= Voltaje. (Voltios)

I=Intensidad. (Amperios)



Posteriormente se tabulará los datos calculados.

**Tabla 2. 6** Consumo en kW/hora.

POTENCIA EN watts	Cantidad de horas al mes	Consumo mensual en kw- hora
<i>watts</i>	horas	kW- hora

Sailema Edwin (2015)

#### **2.4.10.9.1**Calculo del consumo de gas doméstico

Para determinar el consumo de cilindros de gas se realizará una valoración con respecto al tiempo que se terminase un cilindro de 15 kg de GLP, es decir se determinará los kilogramos de GLP consume al día.

De acuerdo a la demanda de ACS, calculada anteriormente mediante la ecuación (2.4), considerando además el tipo de calefón más común utilizado en las viviendas, se tomará como referencia un calefón que reúna las características de potencia y caudal utilizados mensualmente en una familia.

Mediante la utilización de una balanza digital, pesamos la cantidad de kilogramos que se encuentran en el interior del cilindro de gas, antes de ser conectado a la válvula del calefón. Posteriormente se pone a trabajar el calefón, durante el tiempo real que una persona se demora en bañarse.

El tiempo que se demora una persona en la ducha se determinará mediante encuestas realizadas a los hogares de la población seleccionada.

Finalmente procedo a pesar nuevamente el cilindro de gas, mediante esta práctica determino el consumo de gas doméstico en un lapso de tiempo.

Se obtiene el consumo de kg de GLP que una sola persona utiliza en un día , el presente estudio esta enfocado a viviendas unifamiliares de hasta 5 personas, por lo tanto este valor se multiplicará por el numero de integrantes de la familia, obteniendo de esta manera el valor diario de GLP utilizado por aquella familia.

Mediante encuestas se determinará también la frecuencia con la que utilizan la ducha para bañarse, información fundamental y relevante para determinar el consumo de GLP mensual de una vivienda unifamiliar.

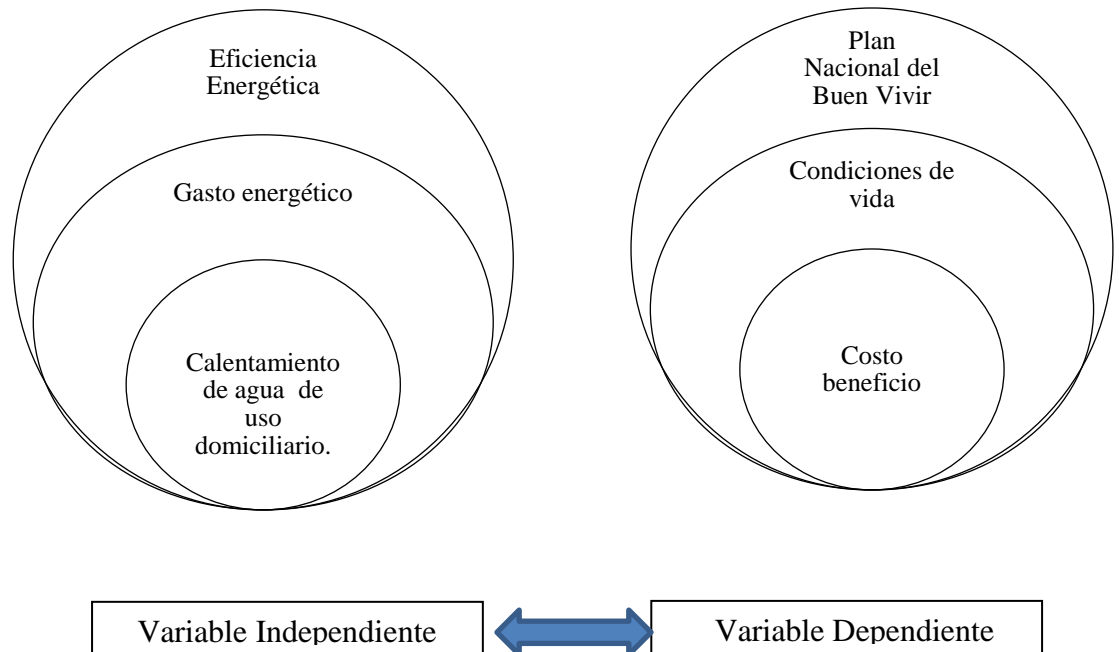
Posteriormente se tabula la información obtenida de cilindros utilizados mensualmente y anualmente.

**Tabla 2. 7** Consumo de GLP

	Datos	Día	Mensual	anual
# Cilindros GLP 15 kg	--	--	--	--

Sailema Edwin (2015)

## 2.5 Categorización de variables.



## 2.6 Hipótesis

Una forma de calentamiento de agua energéticamente eficiente, permitirá disminuir el costo beneficio.

## 2.7 Señalamiento de variables

### 2.7.1 Variable independiente

- Calentamiento de agua de uso domiciliario.

### 2.7.2 Variable dependiente

- Costo-beneficio.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque**

Se trabajará utilizando una investigación cuantitativa, ya que se trabajaron obteniendo datos explicativos y realistas de una vivienda unifamiliar como es: el volumen de agua requerido, la potencia requerida, y el gasto económico que representa utilizar cada uno de los sistemas de obtención de agua caliente.

Además mediante estos resultados determinar las características adecuadas y más económicas al seleccionar un sistema adecuado de calentamiento de agua.

#### **3.2 Modalidad básica de la investigación**

El presente documento de investigación se trabajará con la siguiente modalidad:

##### **3.2.1 Investigación de campo**

Es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en que se producen, se recopilara datos reales en forma directa con la realidad, mediante encuestas realizadas en los hogares de la parroquia Picaihua perteneciente a la provincia de Tungurahua.

##### **3.2.2 Bibliográfica**

Es de tipo bibliográfico porque este estudio involucra la búsqueda de conocimientos en documentos ya existentes sobre la realidad del problema planteado, es muy importante porque en base a estos documentos se realizan las respectivas evaluaciones y comparaciones con los datos obtenidos en campo.

### **3.3 Nivel o tipo de investigación**

#### **3.3.1 Exploratorio**

El nivel será exploratorio porque el estudio se basa en determinar y establecer un diagnóstico del consumo energético del calentamiento de agua en las viviendas de la parroquia Picaihua, perteneciente a la provincia de Tungurahua, un análisis poco investigado por los ministerios encargados de la matriz energética del país, en base a esta investigación se busca la optimización de recursos energéticos para el calentamiento de agua, de la misma forma se busca determinar costos de producción de agua caliente mediante la utilización de diferentes sistemas de calentamiento de agua. Por medio de la presente, probar que se disminuirán costos para la obtención de agua caliente mediante la utilización de la energía solar térmica en las viviendas.

#### **3.3.2 Descriptiva**

El nivel será descriptivo, debido a que permite la investigación en forma detallada de todos los parámetros necesarios, para determinar el gasto energético para el calentamiento de agua en una vivienda, además estudia y analiza conceptos y variables con el fin de estudiar y comparar entre diferentes sistemas de calentamiento de agua en viviendas unifamiliares, para posteriormente determinar una posible alternativa para el calentamiento de agua a un bajo costo.

#### **3.3.3 Explicativo**

Mediante esta investigación se logrará comprobar experimentalmente la hipótesis planteada, también se determinará las causas que generan el problema planteado.

### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

La investigación se basa principalmente en la obtención de datos en las viviendas del centro- norte de la parroquia Picaihua, cantón Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua.

Debido a que la parroquia es muy extensa, solo se tomó en consideración 8 sectores que conforman el centro norte de la parroquia, comprendiendo desde el sector 22 hasta el sector 29.

Según el último censo poblacional realizado en el año 2010 la parroquia de Picaihua en los sectores 22 al 29 existen aproximadamente 454 hogares. INEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS 2010)

#### **3.4.2 Muestra**

El tipo de muestreo será probabilístico regulado, porque se trabaja en sectores donde exista mayor densidad de población y cercanía entre sectores densos, de los cuales se puede obtener la mayor cantidad de información relevante al tema de investigación.

Se trabajó con un nivel de confianza del 95%, se conoce el número de habitantes en la parroquia de Picaihua. El error del muestreo se establece en el 5 %.

Siendo un universo finito, el tamaño de la muestra se puede calcular con la siguiente formula. (Herrera Luis, Medina Arnaldo, & Naranjo Galo, 2004,)

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{Z^2 p Q + N e^2} \quad \text{Ecuacion (3.1)}$$

Donde:

n ; tamaño de la muestra

Z; nivel de confianza 95 %; por lo tanto  $\rightarrow Z=1,96$

P; probabilidad de ocurrencia 0,5

Q=probabilidad de no ocurrencia  $1-0,5=0,5$

N= población 454 hogares según datos del INEC.

e= error del muestreo 0.05 (5%)

Por lo tanto:

$$n = \frac{(1,96)^2(0,5)(0,5)(454)}{(1,96)^2(0,5)(0,5) + (454)(0,05)^2} \quad \text{Ecuacion (3.1)}$$

El tamaño de la muestra es:

$n = 207$ , de un total de 454 hogares.

Por lo tanto los sectores a los que se enfocara esta investigación son los siguientes Véase anexo.3

**Tabla 3. 1** Población por sectores

Sectores	Número de hogares
022	44
023	69
024	27
025	46
026	46
027	49
028	72
029	46
030	55
Total	454 hogares

**Fuente:** INEC/ Censo población y vivienda (CPV – 2010).Ing. Johana Mozo

Por lo tanto se tomó los sectores con mayor densidad y cercanía para un mejor desempeño de la investigación; siendo los sectores del 22 al 27 los sectores designados para cumplir con la tamaño de la muestra calculada.

El tamaño y forma de los sectores se puede observar en los Anexo 2.  
Debidamente delimitados y con patrón de escala establecida por el INEC

**Tabla 3. 2:** Sectores seleccionados

Sectores	Número de hogares
023	69
024	27
025	46
026	46
027	49
Total	237 Hogares

**Fuente:** INEC/ Censo población y vivienda (CPV – 2010).Ing. Johana Mozo



### 3.5 Operacionalización de las variables

#### 3.5.1 Variable Independiente: Calentamiento de agua de uso domiciliario.

**Tabla 3. 3** Variable independiente

CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
Conjunto de técnicas por medio de las cuales se puede evaluar la manera como se está utilizando la energía para identificar oportunidades de Ahorro energético	Medios energéticos utilizados para el calentamiento de agua	Artefactos utilizados : Ducha eléctrica Calefón a gas Leña.	¿Qué artefacto utiliza para calentar agua en su vivienda?	Encuesta directa a las personas de los hogares existentes dentro del universo de investigación  Cuestionario estructurado
	Ahorro de energía Consumida	Tiempo que utiliza la ducha eléctrica para el aseo personal	¿Aproximadamente, ¿Cuántos minutos se demora en bañarse?	Encuesta directa a las personas de los hogares existentes dentro del universo de investigación Cuestionario estructurado Medición Hoja de calculo
		Frecuencia con la que utiliza la ducha para el aseo personal	¿Cantidad de veces que utilizado la ducha semanalmente?	Encuesta directa a las personas de los hogares existentes dentro del universo de investigación  Cuestionario estructurado

Sailema Edwin (2015)

**3.5.2 Variable Dependiente:** Costo beneficio.

**Tabla 3. 4.** Variable dependiente

CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
Valoración en términos monetarios de todos los costos y beneficios mediante la comparación entre los diferentes sistemas de calefacción.	Recursos energéticos utilizados	Cantidad de energía eléctrica consumida mensualmente	Medición de campo (kW-hora)	Multímetro digital (PINZAS) Cuaderno de apuntes
		Cantidad de gas doméstico utilizado mensualmente	Medición de campo (Kg de GLP)	Balanza digital Cilindro de gas de 15 kg Cuaderno de apuntes
	Análisis de costos entre los sistemas de calentamiento de agua	Ponderación de los sistemas de calentamiento de agua	¿Cuál será el medio más económico para obtener agua caliente en las viviendas?	Representaciones graficas Hoja de cálculo

Sailema Edwin (2015)

### 3.6 Plan de recolección de información

La técnica utilizada para recopilar información en el presente tema de investigación es la encuesta, con la cual se recabara información de forma verbal a través de preguntas cerradas a una muestra determinada de hogares.

**Tabla 3. 5** Plan de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
ENCUESTAS	Cuestionario Elaborado.
Mediciones de campo	Multímetro , balanza

Sailema Edwin (2015)

### 3.7 Plan de procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizarán hojas de cálculo, hojas de proceso a utilizar, además se adjuntaran fotos según la necesidad de establecer y comprender la realidad de los parámetros establecidos en el proyecto de investigación, procediendo de la siguiente manera:

- Revisión y depuración de la información defectuosa recopilada durante la investigación.
- Tabulación de los datos obtenidos en campo, según las variables de la hipótesis.

#### 3.7.1 Representación de datos

Se utilizará representaciones gráficas para la representación de resultados obtenidos en las entrevistas, comparando el consumo energético y el gasto económico que representan al utilizar distintos sistemas del calentamiento de agua en las viviendas.

### 3.8 Plan de análisis de la información

La información recopilada fue a base de encuestas realizada directamente a los hogares, luego se procesó la información mediante la utilización de tablas y

gráficos de pastel, donde se detalla las respuestas, con su respectivo análisis e interpretación para cada una de las respuestas obtenidas en la encuesta.

El número de encuestas sobrepasa las 30, por lo tanto el método estadístico que se utilizará para la verificación de la hipótesis será Chi cuadrado.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se analizará e interpretará el resultado de las encuestas realizadas a los residentes de los sectores investigados en la parroquia de Picaihua.

Se presentara los datos de la investigación de campo y con estos datos obtenidos contrastar las incógnitas planteadas en la investigación.

Aplicando la comprobación de la hipótesis se probará la validez de la investigación de acuerdo con lo expuesto por las personas encuestadas.

Antes de realizar la investigación de campo, se realizó varias pruebas piloto a moradores del sector, al momento de realizar las encuestas no se presentaron ningún inconveniente, por lo que se procedió a realizar las encuestas definitivas al total de pobladores que conforman la muestra de la presente investigación.



**Figura 4. 1** Encuestas realizadas en la población de Picaihua  
Sailema Edwin (2015)

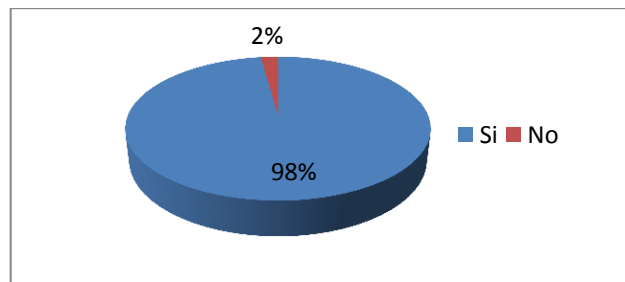
#### 4.1 Encuestas realizadas a los hogares de los sectores seleccionados según la muestra.

**Pregunta N° 1:** ¿Usted utiliza agua caliente para bañarse?

**Tabla 4. 1** Cantidad de familias que utilizan agua caliente para bañarse.

Alternativa	Cantidad de familias	Porcentaje de familias
Si	181	98%
No	4	2%
		100%

Sailema Edwin (2015)



**Figura 4. 2** Cantidad de personas que utilizan agua caliente para bañarse.

##### a) Análisis

Según la encuesta realizada en los hogares de los sectores seleccionados, un 98 % de las personas encuestadas manifestó que si utilizan agua caliente para bañarse, con un porcentaje del 2% que no utiliza agua caliente para el aseo personal.

##### b) Interpretación

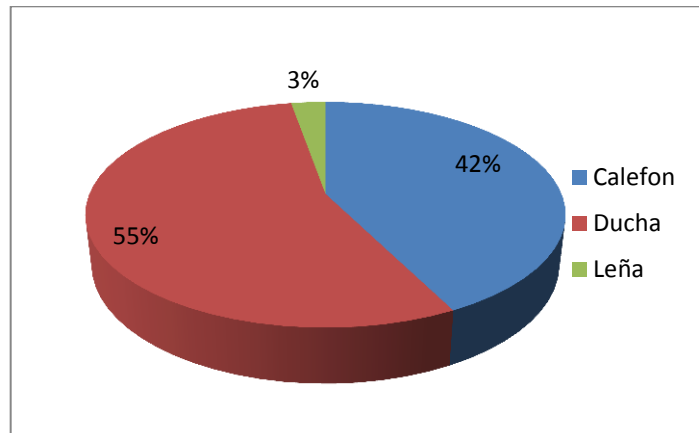
Se observa en la tabla 4.1 la cantidad considerable de personas que utilizan agua caliente para bañarse, razón por la cual resulta factible para realizar el estudio de los sistemas de calentamiento de agua utilizados en los hogares entrevistados.

**Pregunta N°2:** ¿Que artefacto utiliza en su vivienda para bañarse?

**Tabla 4. 2** Tipos de artefactos utilizados en las viviendas para bañarse.

Alternativa	Cantidad de familias	Porcentaje de familias
Ducha Eléctrica	99	57%
Calefón	77	41%
Leña	5	2%
		100%

Sailema Edwin (2015)



**Figura 4. 3** Tipos de artefactos utilizados en las viviendas para bañarse.

#### **a) Análisis**

Existe un 57 % de las familias que utilizan ducha eléctrica, seguido por un 47 % de familias que utilizan calefón a gas y con 2% de familias que utilizan leña, para el calentamiento de agua.

#### **b) Interpretación**

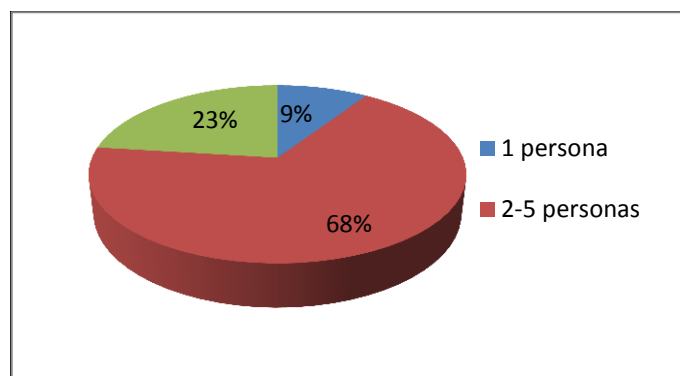
En la tabla se observa que la ducha eléctrica es la más utilizada en los hogares encuestados, seguido por los calefones a gas, finalmente la utilización de leña que hoy en día no es utilizado con mucha frecuencia.

**Pregunta N°3:** ¿Cuántas personas viven permanentemente en su hogar?

**Tabla 4. 3** Cantidad de personas que viven en los hogares

Alternativa	Cantidad de familias	Porcentaje de familias
1 persona	19	9%
2-5 personas	138	68%
6 en adelante	47	23%
		100%

Sailema Edwin (2015)



**Figura 4. 4** Cantidad de personas que viven en los hogares

**a) Análisis**

Un mayor porcentaje de hogares encuestados manifestaron que: sus familias están conformadas dentro del rango de 2 a 5 personas por hogar. Con un porcentaje del 23 % que conforman un hogar con 6 personas o más y apenas con un 9% de hogares conformadas por una sola persona.

**b) Interpretación**

Se observa en la tabla que existe un gran número de hogares conformadas por 2 a 5 personas por familia, estos datos son relevantes para determinar el consumo energético de la población investigada.

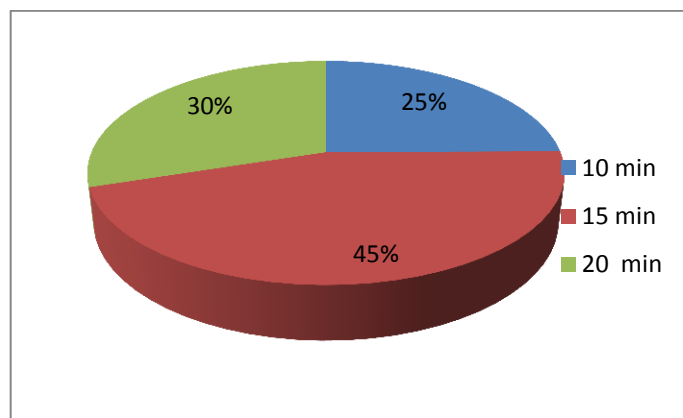


**Pregunta N°4:** ¿Aproximadamente, cuantos minutos se demora en bañarse?

**Tabla 4. 4** Tiempo que se demoran las personas en bañarse

Alternativa	Cantidad de familias	Porcentaje de familias
10 min	49	26%
15 min	89	41%
20 min	59	33%
		100%

Sailema Edwin (2015)



**Figura 4. 5** Tiempo que se demoran las personas en bañarse

**a) Análisis**

En la tabla se observa que un 45 % de las personas encuestadas manifestaron que se demoran 15 minutos en bañarse, 30% manifestaron que se demoran 20 minutos y el 25% se demora 10 min en bañarse.

**b) Interpretación**

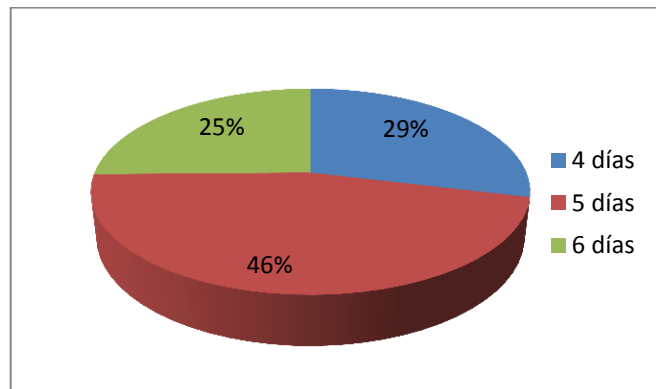
El promedio que las personas se demoran en bañarse es de 15 minutos, datos relevantes que servirán para determinar el volumen de agua caliente que utilizan a diario las familias encuestadas.

**Pregunta N°5:** ¿Cuántas veces en una semana utiliza la ducha para bañarse?

**Tabla 4. 5** Frecuencia con la que utiliza la ducha para bañarse

Alternativas	Cantidad de familias	Porcentaje de familias
4 días	57	29%
5 días	91	46%
6 días	50	25%
		100%

Sailema Edwin (2015)



**Figura 4. 6** Frecuencia con la que utiliza la ducha para bañarse

**a) Análisis**

En la tabla se observa que el 46% de las familias encuestadas utilizan la ducha en un promedio de 5 días a la semana, el 29 % utiliza 4 días, y el 25 % utiliza 6 días en una semana.

**b) Interpretación**

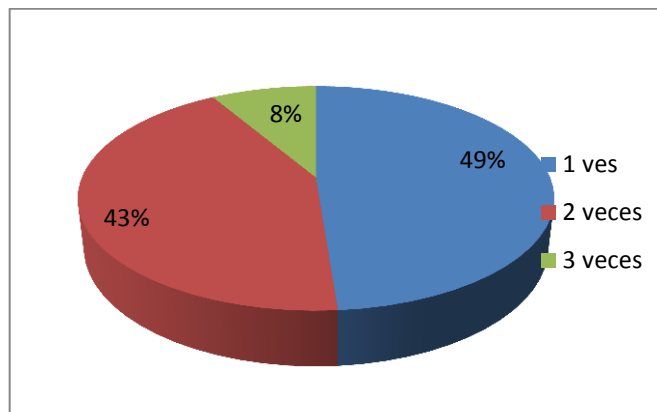
Las familias encuestadas manifestaron que utilizan la ducha 5 días a la semana, estos datos servirán de referencia al calcular el consumo mensual de agua caliente.

**Pregunta N°6:** ¿En caso de tener calefón con qué frecuencia cambia de cilindros de gas mensualmente?

**Tabla 4. 6** Frecuencia con la que cambian el cilindro de gas mensualmente

Alternativa	Cantidad de familias	Porcentaje de familias
1 ves	40	49%
2 veces	35	43%
3 veces	7	9%
		100%

Sailema Edwin (2015)



**Figura 4. 7** Frecuencia con la que cambian el cilindro de gas mensualmente

#### a) Análisis

Un 47% de las familias encuestadas que poseen calefón a gas manifestaron que cambian el cilindro de gas 1 vez por mes, un 43 % cambia 2 veces, y un 9% cambia 3 veces en un mes.

#### b) Interpretación

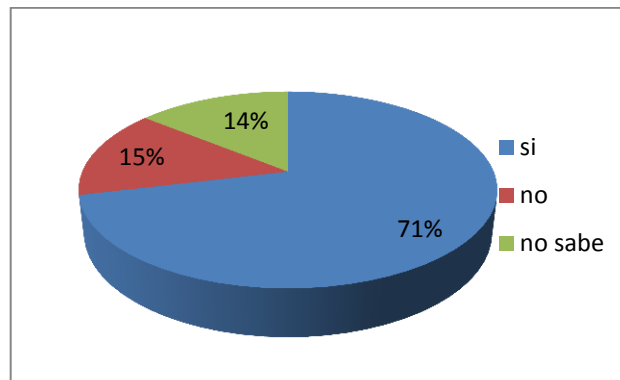
Existen muchas familias que cambian el cilindro de gas una vez por mes, esta información servirá para determinar el consumo mensual de gas doméstico, en los hogares encuestados.

**Pregunta N° 7** ¿Cree usted que es importante realizar un estudio de costos, entre los sistemas de calentamiento de agua para mejorar su calidad de vida?

**Tabla 4. 7** Importancia sobre el estudio de los sistemas de calentamiento de agua en los hogares

Alternativa	Cantidad de familias	Porcentaje de familias
si	141	71%
no	29	15%
no sabe	28	14%
		100%

Sailema Edwin (2015)



**Figura 4. 8** Importancia sobre el estudio de los sistemas de calentamiento de agua en los hogares

#### a) Análisis

En la tabla se observa que el 71 % de las personas encuestas manifestaron que si es necesario realizar un estudio sobre los sistemas de calentamiento de agua ya existentes, un 15% manifestó que no es necesario realizar un estudio y un 14 % manifestó que no sabe de qué se trata este estudio.

#### b) Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos en la pregunta número siete, se manifiesta una necesidad implacable por realizar un estudio de los sistemas de calentamiento de agua y de esta forma buscar una nueva forma más económica de obtener agua caliente.

## **4.2 Síntesis de la investigación de campo**

De acuerdo a la investigación de campo se observa que casi todos los hogares encuestados utilizan agua caliente para su aseo personal, siendo la ducha el artefacto más utilizado en la población del centro norte de la Parroquia Picaihua.

Las familias utilizan la ducha en un promedio de 5 días a la semana, creando así una demanda energética considerable, que influye directamente en la economía de las familias encuestadas, buscando de esta forma una nueva alternativa de obtener agua caliente mediante otros sistemas más económicos y que cumplan con la demanda energética de estos hogares.

Tomando en cuenta las familias que utilizan el gas doméstico en los calefones, se determinó un promedio de consumo mensual de; 1 cilindro mensual en una familia promedio de 4 a 5 personas.

Con el costo actual de la electricidad y con el posible incremento del gas doméstico los informantes están de acuerdo que: se realice un estudio con la finalidad de buscar un nuevo sistema de calentamiento de agua que remplace los sistemas tradicionales ya existentes.

La eliminación del subsidio de gas crea una incertidumbre en la población, debido a que, la mayor parte de la población optará por utilizar energía eléctrica, produciendo una enorme demanda energética que deberá ser abastecida parcialmente, para cumplir así con el Plan del Buen Vivir aprobado desde el 2013 por la Asamblea Constituyente .

### **4.2.1 Análisis del consumo mensual de agua caliente.**

Con los datos obtenidos en la práctica de investigación se procede a calcular el volumen mensual de agua caliente de las familias encuestadas, se procedió a recolectar el agua que cae de la ducha, en un recipiente graduado de 20 litros determinando así; los parámetros necesarios que servirán para alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación.

Para el estudio se utilizó una ducha LORENZETTI DE 4000 watts, la razón por la que se escogió esta tipo de ducha es porque es la más común en el mercado nacional y económicamente accesible para los hogares encuestados.

En la figura 4.9 se puede observar una ducha eléctrica marca Lorenzetti de 4 kw con las siguientes características según el fabricante:

Maxi ducha

Lorenzetti de 4 kw

4000 watts

50 Amperios



**Figura 4. 9** Ducha eléctrica

A continuación en la figura 4.2 se observa el procedimiento que se realizó para determinar el volumen de agua caliente; el cronometro encendido y con el agua cayendo en el respectivo recipiente, en un intervalo de tiempo de 15 minutos debidamente determinado mediante encuestas realizadas a la población de Picaihua.



**Figura 4. 10:** Procedimiento de la práctica

Mediante esta práctica se determinó un volumen de 39 litros de agua caliente

consumida por persona, durante 15 minutos que una persona se demora en bañarse.

Para determinar el número de usuarios en una familia, se tomó datos estadísticos porcentuales de las encuestas realizadas, concluyendo así el número de integrantes en la mayoría de las familias encuestadas están en un rango de 2 a 5 personas, para cálculos posteriores se estima que existe aproximadamente 5 personas por cada familia encuestada.

Como los datos se recopilan a nivel familiar este valor lo multiplicamos por el número de integrantes de la familia unifamiliar.

$$VACS= 5 \text{ personas } [39 \text{ (Litros /persona) } *(1 \text{ día})] \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

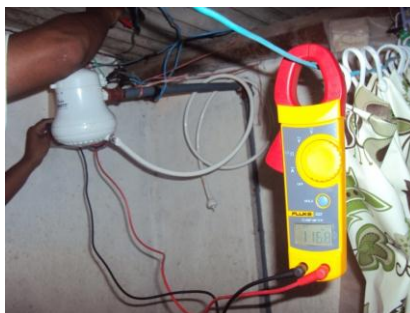
Por lo tanto el volumen de agua caliente sanitaria total requerida por una vivienda unifamiliar por día será:

$$VACS= 195 \text{ m}^3 \text{ /día}$$

#### 4.2.2 Cálculo de energía eléctrica consumida mensualmente

Para determinar la energía consumida por la ducha se utilizó un multímetro digital portátil, modelo FLUKE 32.

En la figura 4.11 se observa el valor medido del voltaje con la que trabaja la ducha eléctrica.



**Figura 4. 11** Medición del voltaje

Por lo tanto el voltaje medido es:

$$V = 116.8 \text{ voltios}$$

Posteriormente utilizando el amperímetro de pinza se obtuvo el valor del amperaje.

Para determinar el valor del amperaje se procedió a prender la ducha y observar el valor de la pantalla del multímetro.



**Figura 4. 12** Medición del amperaje

Se obtuvo diferentes valores al determinar la intensidad de corriente, estos valores varían en cuestión de segundos.

$$I = 32,39 \text{ Amperios}$$

$$I = 32,40 \text{ Amperios}$$

$$I = 32,61 \text{ Amperios}$$

De estos valores se determinó un valor intermedio para cálculos posteriores

$$I = 32,46 \text{ Amperios}$$

Una vez determinados los valores necesarios se procede a calcular el valor de la potencia utilizando la siguiente fórmula:

$$P = V * I \qquad \text{Ecuación (2.5)}$$



Dónde:

P = Potencia.(vatio )

V= Voltaje.(voltio)

I=Intensidad.(Amperio)

Por lo tanto:

$$P = V * I$$

$$P = 116,8 \text{ voltios} * 32,46 \text{ Amperios}$$

$$P = 3781.59 \text{ vatios}$$

Existe un valor de potencia de la ducha que se pierde y se la determina con la siguiente manera:

$$\text{Potencia perdida} = (4000-3781,59) \text{ watts}$$

$$\text{Potencia perdida} = 218,41 \text{ vatios}$$

De las encuestas realizadas se determinó que las personas utilizan la ducha un promedio de 5 días a la semana, por lo que al mes se utiliza la ducha 22 días y cada día el consumo es de: 1.25 horas. Entonces el consumo mensual será de 25 horas

**Tabla 4. 8** Potencia consumida en kW/hora.

POTENCIA EN watts	Cantidad de horas al mes	Consumo mensual en kw- hora
3781,59 watts	25 horas	94,53 kW- hora

Sailema Edwin (2015)

Finalmente multiplicamos el consumo mensual por el costo actual del kw-h vigente en el País.

$$94,53 \text{ kW/ hora} * 0.095 \text{ ctv kW/h}$$

Costo mensual aproximado por la utilización de la ducha eléctrica es \$ 8,98 dólares en una vivienda unifamiliar de 5 personas.

**Tabla 4. 9.** Costo mensual y anual en dólares

	Costo Mensual	Costo Anual
Costo en dólares	\$ 8,98	\$107,76

Sailema Edwin (2015)

### 4.3 Análisis del consumo energético utilizando el calefón a gas

De acuerdo a la demanda de ACS, y al tipo de calefón más común utilizado en las viviendas, se tomara como referencia un calefón que reúna las características de potencia y caudal utilizados mensualmente en una familia.



**Figura 4. 13.** Calefón Olym 10 litros

Posteriormente se procedió a pesar el cilindro de gas doméstico utilizado en este calefón, utilizando una balanza digital.

En la Figura 4.14, se observa el valor de cilindro de gas medido con la balanza digital. Cabe resaltar que el valor de esta medición se realizó con un cilindro de 15 kg, entregado por el distribuidor del gas.



**Figura 4. 14.** Lectura en kg del cilindro lleno

Se obtuvo los siguientes valores en libras para realizar el cálculo posterior:

Cilindro lleno: 65 libras = 29,54 Kg

Posteriormente se conectó el cilindro de gas a la válvula de gas y posteriormente a

la tubería que conecta con la ducha, el tiempo estimado que una persona se demora en bañarse es de 15 minutos, dato indispensable tomado de las encuestas realizadas a la muestra.

Cilindro con gas después de 15 minutos: 64,4 Libras = 29,27 kg

Pues bien ahora ya tenemos dos valores una antes y después de ser utilizado en la ducha; posteriormente precedemos a determinar la diferencia de estos valores obteniendo así el consumo de GLP en un lapso de 15 min.

$$29,54 \text{ kg} - 29,27 \text{ kg} = 0,27 \text{ kg en 15 minutos}$$

Realizando una simple regla de tres obtengo el consumo en kilogramos de GLP, en una hora.

$$\begin{array}{l} 0,27 \text{ kg} \longrightarrow 0,25 \text{ horas} \\ X \longrightarrow 1 \text{ hora} \\ X = 1,08 \text{ Kg de GLP en una hora} \end{array}$$

Para determinar el consumo diario del gas doméstico, es una vivienda unifamiliar de 5 personas multiplicamos; los 15 minutos por 5 esto nos da como resultado 75 min que equivale a 1,25 horas de uso diario del calefón,

Por lo tanto:

$$1,08 \text{ Kg} * 1,25 \text{ horas} = 1,35 \text{ kg en una día}$$

Para determinar el consumo mensual de GLP, este valor se multiplica por los días que las personas utilizan la ducha en un mes, determinado anteriormente mediante en encuestas.

$$\begin{array}{l} 1,35 \text{ kg} \longrightarrow 1 \text{ día} \\ X \longrightarrow 22 \text{ días} \\ X = 29,7 \text{ kg de GLP mensual} \end{array}$$

Posteriormente para determinar el valor de anual del consumo de GLP Multiplicamos por 12 mese que tiene el año.

$$29,7 * 12 = 356,4 \text{ Kg de GLP anual.}$$

Oficialmente el precio del gas en el país es de 1,60 ctvs de dólar, este valor es de distribución, por lo que el valor real a pagar redondea los 2,50 hasta 3 dólares.

Para determinar costos, multiplicamos respectivamente el valor de los kilogramos consumidos en un día, en un mes, en un año con el precio del cilindro de gas de 15 kg.

Para una mejor comprensión en la tabla 4.10 se observa el consumo de gas doméstico mensual y anual tomando un valor del gas en \$ 2,60

**Tabla 4. 10** Consumo energético

	Un día	Un mes	Un año
Kilogramos de GLP	1,35 kg	29,7 kg	356,4 kg
Numero de cilindros de GLP	0,09	1,9	23,7
costo	\$0,234	\$ 4,59	\$59,28

Sailema Edwin (2015)

#### 4.3.1 Consumo energético en dólares de los tres sistemas

A continuación se observa el consumo en dólares al utilizar gas doméstico electricidad y energía solar para el calentamiento de agua de uso sanitario.

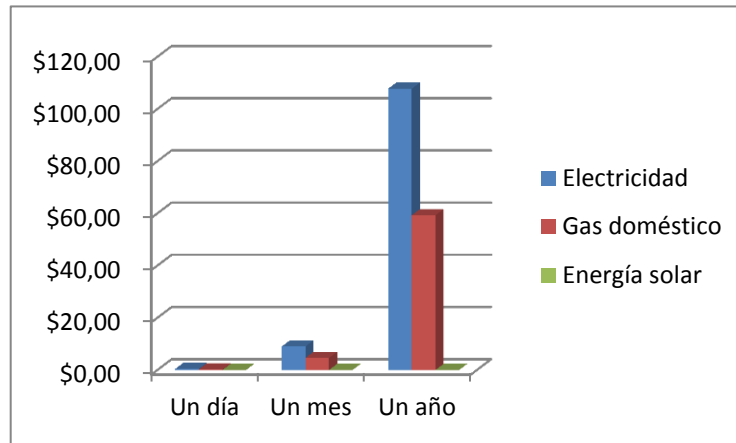
**Tabla 4. 11** Consumo energético en dólares de los tres sistemas

	Un día	Un mes	Un año
Electricidad	\$0,40	\$ 8,98	\$107,76
Gas doméstico	\$0,234	\$ 4,59	\$59,28
Energía solar	\$0	\$ 0	\$0

Sailema Edwin (2015)

Siendo la energía solar un recurso energético presente en la naturaleza, el mismo que no posee ningún valor comercial su aprovechamiento resulta ser totalmente gratuita.

En la Figura 4.15 se observa la diferencia del consumo energético en dólares en el lapso de un día, un mes y un año; al utilizar cada uno de los sistemas de calentamiento de agua, los cuales son electricidad gas doméstico y energía solar.



**Figura 4. 15** Consumo energético en dólares

#### **4.4 Ponderación entre los diferentes sistemas de calentamiento de agua**

Para la determinación del sistema de calentamiento de agua más adecuado, se tomará en cuenta principalmente el aspecto económico, sin embargo cabe resaltar que se toma en consideración también ciertos aspectos que son vitales para este estudio: entre ellos podemos citar el aspecto ambiental, y la innovación tecnológica que día a día va evolucionando, aprovechando de mejor manera los recursos energéticos presentes en la naturaleza.

Para determinar la una forma eficiente y económica de obtener agua caliente se establece primero los costos de instalación y mantenimiento de cada uno de los sistemas existentes, y de esta manera tomar una decisión al momento de adquirir el mejor sistema para el calentamiento de agua de uso domiciliario.

En la siguiente tabla se establece los costos de instalación y accesorios que se necesita para instalar un calefón en una vivienda unifamiliar:

#### 4.4.1 Costos por instalación

**Tabla 4. 12** Costo de instalación de un calefón

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario \$	Subtotal \$
Calefón OYLM 16 litros	1	U	\$270	\$270
Mescladora FV Capri	1	U	\$35	\$35
Tubería Secundaria	1	U	\$40	\$40
Mano de obra	1	U	\$55	\$55
Total				\$400

Sailema Edwin (2015)

A continuación en la tabla 4.13 se detallan los costos de instalación y accesorios de una ducha eléctrica para una vivienda unifamiliar

**Tabla 4. 13** Costo de instalación de una ducha eléctrica

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario \$	Subtotal \$
Ducha Lorenzetti 4 Kw	1	U	\$52	\$52
Mano de obra	1			\$30
<b>TOTAL</b>				82

Sailema Edwin (2015)

Siendo el calentador solar un sistema nuevo e innovador requiere de una inversión alta en comparación a los sistemas tradicionales, el mismo que ya se encuentra disponible en el mercado.

El calentador INSTAMATIC 200 litros seleccionado cumplen con las características constructivas expuestas por Salcedo Cobo, E. V. (2011), quien realizó las pruebas de campo con la irradiación solar en la ciudad de Ambato demostrando que los calentadores solares de tubos al vacío llegan a incrementar más del 10% la eficiencia con respecto a los calentadores de placa plana

“La eficiencia térmica que se llega a alcanzar al utilizar el calentador solar de tubos al vacío es del 82%. Salcedo Cobo, E. V. (2011)

##### 4.4.1.1 Características del calentado INSTALMATIC según el fabricante:

Según el fabricante tiene garantía y certificación ISO 9001 2000. Las características según el fabricante son las siguientes:

- Este sistema consta de tubos de vidrio templados sellados al vacío, el tubo interno tiene un recubrimiento de cobre y una capa de silicio para absorber la radiación solar
- El tanque que almacena el agua internamente es de acero inoxidable de alta calidad para el uso domestico, tiene un capa de 7 cm de espuma de poliuretano para convertirlo en un aislante térmico y externamente también es de acero inoxidable.
- Controlador solar
- Resistencia eléctrica 110 Vca consumo 1500 Wh . Anexo 15 y 16.

En la figura 4.16 se observa el precio de los calentadores solares según la capacidad de almacenamiento de agua caliente.



**Figura 4. 16**Calentadores Instamatic.  
Fuente: Energy.galeon.com

**Tabla 4. 14** Costo de instalación de un calentador solar

Descripción	Cantidad	Unidad	costo unitario \$	Subtotal \$
Colector solar 200 litros (incluye instalación )	1	u	\$750	\$750
tubo PP.3/4 "	2	6m	\$20	\$40
codos so-Hi 3/4"	4	u	2\$	\$8
codos so -so 3/4"	4	u	\$0,9	\$3,6
Codos lasco 3/4"	4	u	\$0,5	\$2
Mescladora FV ducha Capri FV	12	U	\$1	\$12
K FLEX ST 9-22	2	2m	\$11	\$22
<b>TOTAL</b>				<b>\$837,6</b>

Sailema Edwin (2015)

#### 4.4.2 Costo operacional

En la tabla 4.15 se observa en forma detallada el consumo energético mensual y anual en dólares, de cada uno de los sistemas para el calentamiento de agua de uso

domiciliario. Los valores que se observan en esta tabla son datos calculados anteriormente de acuerdo al consumo energético de vivienda unifamiliar.

Observamos en la tabla que los calentadores también tienen un valor de consumo eléctrico, pero este consumo no es permanente debido a que es la energía consumida por la resistencia eléctrica que se encuentra en el interior del tanque de almacenamiento, la misma que se enciende automáticamente en circunstancia en las que la temperatura del agua desciende, esto sucede en los días de nublados con lluvia.

La resistencia eléctrica tiene un consumo de 1500 W/h, según el fabricante, y de acuerdo con los estudios realizados por Salcedo Cobo, E. V. (2011), en la ciudad de Ambato existe irradiación solar suficiente para mantener la temperatura óptima del agua en el interior del tanque de almacenamiento.

“En días parcialmente nublados con poca presencia de sol, las temperaturas que se alcanzan en el agua almacenada en el calentador es de aproximadamente 40° C, en un tiempo de seis horas”. Salcedo Cobo, E. V. (2011).

“Las temperaturas alcanzadas en el equipo durante las pruebas realizadas se encuentran dentro de los rangos de temperaturas a las cuales trabajan estos calentadores solares, se alcanzan temperaturas mayores que 60° C (62 ° C)”. Salcedo Cobo, E. V. (2011). Anexo 13

Cabe resaltar que estos datos fueron tomados a diario partiendo de bajas temperaturas del agua almacenada en el interior del tanque ejemplo 17 °C. Anexo 11. Lo que no sucede con el calentador cuando ya se encuentra en funcionamiento continuo y real, es decir que en los días con el cielo despejado y presencia de sol, el agua almacenada en el interior del tanque alcanzara altas temperaturas, y en los días lluvioso y nublados esta temperatura empieza a descender hasta un cierto grado de temperatura (36 °C), se enciende automáticamente la resistencia eléctrica y trabaja de 1 a 2 horas dependiendo de las condiciones climáticas del ambiente. Datos se suma importancia facilitados por la empresa EC-ENERGY.



El calentador solar posee un eficiencia del 82 % y además que la radiación solar en Ambato es adecuada para la utilización de este sistema solar, se establece que el consumo eléctrico del sistema de apoyo se accionará dos a tres veces en un mes, cabe recalcar que esto dependerá de las condiciones climáticas, así como también existirá meses calurosos en el año en el cual, el calentador solar no requiera del sistema eléctrico de apoyo.

“La condición climática de mayor disponibilidad energética y la más apropiada para ser aprovechada es la de cielo despejado (día soleado), con una media de 659.7 [W/m<sup>2</sup>]” Toalombo Rojas B. M (2011)

La probabilidad de que se presente un medio día soleado fue del 21%, parcial nublado de un 43.7% y nublado del 35.3% en el período de estudio, presento una irradiación promedio que supera los 400[W/m<sup>2</sup>]. Toalombo Rojas B. M.(2011)

No se puede determinar exactamente los días en los cuales serán lluvioso por lo que se estima un que se activara automáticamente de 2 a 3 veces al mes el sistema eléctrico de apoyo.

Tomando en consideración los datos expuestos anteriormente se determina un costo aproximado por consumo eléctrico de la resistencia eléctrica en base al siguiente cálculo.

$$1500 \text{ Watts} * 2 \text{ hora} = 3000 \text{ W/h}$$

La utilización del sistema eléctrico es de 2 a 3 días, entonces multiplicamos los 3000 Watts por 3días.

$$3000 \text{ W/h} * 3 = 9000 \text{ W/h}$$

Este valor se multiplica por el valor del kW/h vigente en el país.

$$9,000 \text{ kW/hora} * 0.09 \text{ctvs} = 0,85 \text{ ctvs mensual.}$$

Finalmente los 0,85 ctvs, se multiplica por los 12 mese del año.

0,85 ctvs\*12=10,26 dólares

**Tabla 4. 15** Costo operacional

	<b>Recurso energético</b>	<b>Precio</b>	<b>Consumo mensual</b>	<b>Consumo Anual</b>
Calefón	Cilindro de Gas(unidad)	\$2,60	\$4,94	\$ 59,28
Ducha eléctrica	Energía Eléctrica(kW-hora)	\$0,09	\$8,98	\$107,76
Calentador Solar	Energía Eléctrica (kW-hora)	\$0,09	\$0,85	\$ 10,26

Sailema Edwin (2015)

#### **4.4.3 Costo por mantenimiento de los sistemas**

##### **4.4.3.1 Costo por mantenimiento del calefón**

De acuerdo con las especificaciones de la norma de instalación y usos BOSH, el mantenimiento debe ser hecho por una empresa especializada y autorizada.

“Después de haber sido utilizado durante 1 año, el aparato debe ser comprobado, limpiado a fondo y eventualmente descalcificado”. Manual BOSH.

Ese mantenimiento consiste en: revisar los filtros y conectores eléctricos además realizar un control funcional completo.

La empresa EC-ENERGY especializada en la instalación y mantenimiento de calentadores solares a nivel nacional, brinda también servicios de mantenimiento para calefones a gas a un costo de 30 dólares por mantenimiento preventivo del equipo calefactor.

##### **4.4.3.2 Costo por mantenimiento del calentador solar**

Los costos por instalación y operación han sido debidamente determinados anteriormente, en cambio el valor por mantenimiento se determina con precios establecidos por empresas especializadas en brindar el servicio de mantenimiento.

Según Salcedo Cobo, E. V. (2011).el mantenimiento se recomienda hacerlo una vez en dos años. Este mantenimiento consiste en drenar el tanque y limpiar los

tubos de vacío internamente, además se revisa el sistema eléctrico para su correcto y permanente funcionamiento.

La adquisición del calentador incluye garantía y mantenimiento durante dos años, por lo tanto el primer mantenimiento está a cargo del fabricante, a partir del segundo mantenimiento es decir en la año 4 se asume el costo por dicho trabajo, el mismo que tiene un valor de 30 dólares según la empresa EC-ENERGY que brinda instalación, y mantenimiento de sistemas solares matriz Riobamba sucursal Ambato.

#### 4.4.4 Costo de instalación, operacional y mantenimiento.

A continuación en la tabla 4.16, se observa un valor anual de los costos de instalación, mantenimiento y costo operacional anual, para cada uno de los sistemas analizados en la presente investigación

La ducha eléctrica no requiere mantenimiento alguno debido a que, resulta mas conveniente comprar otra ducha en la caso de que esta presente problemas en su funcionamiento.

**Tabla 4. 16** Inversión inicial anual

	<b>Costo instalación</b>	<b>Costo operacional anual</b>	<b>Costo por mantenimiento</b>
Calefón	\$ 400	\$59,28	\$ 30 cada 2 años
Ducha eléctrica	\$ 83	\$ 107,76	\$0
Calentadores solares	\$800,6	\$ 10,26	\$30 cada 2 años

Sailema Edwin (2015)

#### 4.4.5 Depreciación de los artefactos

En la tabla 4,17 se presenta la depreciación en línea recta, y el valor anual por la utilización de cada uno de estos sistemas de calentamiento en cuestión. Anexo 7.

**Tabla 4. 17** Tabla de depreciación

<b>Depreciación Sistemas de calentamiento de agua</b>	<b>Vida Útil/años</b>
Sistema de Calefón	7
Sistema de Ducha Eléctrica	5
Sistema por colectores solares	18

Sailema Edwin (2015)

#### 4.5 Cálculo del CAUE y de la relación costo/beneficio

Después de haber presentado los datos de costos de instalación, recurso energético, y mantenimiento, se procede a calcular el costo anual uniforme equivalente que seleccionará la mejor alternativa desde el punto de vista económico. El análisis se realiza entre 3 equipos que sirven para calentar el agua: Calefón, ducha eléctrica y calentador Solar

En la segunda fila de la tabla 4.18 se observa el costo inicial de instalación que se encuentra detallada en la tabla 4.12

El costo operacional se refiere al valor en dólares del consumo energético del calefón en este caso se refiere al consumo del combustible, datos tomados de la tabla 4.10.

Finalmente el costo del mantenimiento se determinó en la tabla 4.16, el mismo que tiene un valor de 30 dólares por cada dos años, por lo tanto el valor anual por mantenimiento será de 15 dólares.

En el país se estableció un la inflación oscila entre 3y 4 % véase anexo 18, por lo tanto se aplica la inflación del 4% al mantenimiento requerido por el sistema.

El gasto total se refiere a los gastos anuales, por la utilización del calefón durante el ciclo de vida útil que es de 7 años.

**Tabla 4. 18** Costo anual del calefón

CALEFÓN								
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Instalación	\$400							
Costo operacional		\$59,28	\$59,28	\$59,28	\$59,28	\$59,28	\$59,28	\$59,28
Mantenimiento		\$15	\$15,61	\$16,24	\$16,90	\$17,58	\$18,29	\$19,03
Gasto Total	\$400	\$74,28	\$74,89	\$75,52	\$76,18	\$76,86	\$77,57	\$78,31

Sailema Edwin (2015)

#### 4.5.1 Valor de salvamento y depreciación anual calefón

Valor de rescate (VR) o valor de recuperación significa el valor de mercado de un activo, en cualquier momento de su vida útil. A su vez, valor de mercado significa el valor monetario al que puede ser vendido un activo en el año n.

El valor de salvamento es 40 dólares al final de la vida útil del calefón. Se utiliza la técnica de depreciación en línea recta, y una vida útil de 7 años véase en Anexo 11.

Con 7 años de vida útil y mediante la técnica de línea recta tenemos una depreciación anual de:

Valor del activo / número de años de la vida útil

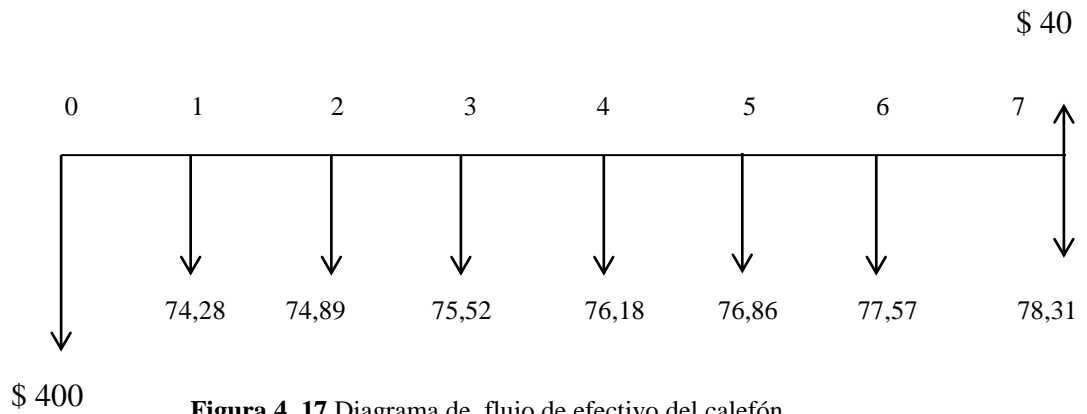
$$\$230 / 7 = \$ 33$$

**Tabla 4. 19** Valor de salvamento y depreciación anual calefón

Costo adquisición calefón	\$ 270
Años de vida útil	7
Valor de salvamento	\$ 40
Valor depreciación anual	\$ 33

Sailema Edwin (2015)

En la figura 4,16 se observa los gastos anuales totales por el uso del calefón a gas es decir: en el año cero hay un valor inicial que es el costo por instalación, a partir del año uno se observa los gastos por concepto de operación y mantenimiento del equipo, en el ultimo se observa un valor de 40 \$, valor recuperable al final de la vida útil del equipo.



**Figura 4. 17** Diagrama de flujo de efectivo del calefón

#### 4.5.2 Cálculo del valor presente. (VPN)

Según Baca. Urbina. G,(2007), Fundamentos de ingeniería económica. Utiliza la siguiente fórmula para calcular el del valor presente.

$$VPN = -P + \frac{FNE}{(1+i)^1} + \frac{FNE}{(1+i)^2} + \dots \dots \dots \frac{FNE}{(1+i)^n} \quad (\text{Ecuación 4.1})$$

Dónde:

$FNE_n$  =Flujo neto de efectivo del año n, que corresponde a la ganancia neta después de impuestos en el año n.

P= inversión inicial en el año 0

i=Tmar.(%)

$$VPN = \$ 769,89$$

El CAUE se calcula en base a la siguiente fórmula tomada del libro de Baca Urbina (2007):

$$CAUE = VP[A/P, Tmar(\%), \text{vida útil(años)}]$$

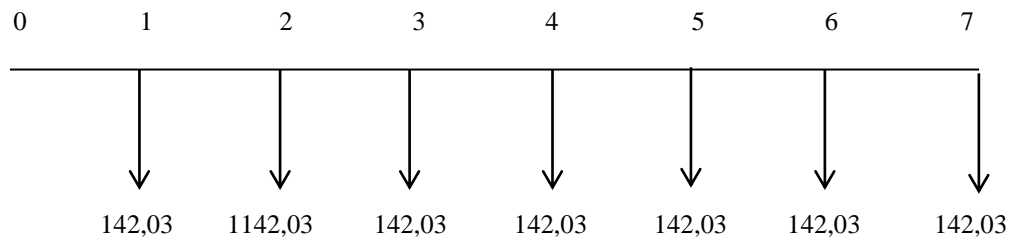
$$CAUE = 769.89 \left( \frac{A}{P}, 10\%, 7 \right) = 142,03$$

**Tabla 4. 20** CAUE del calefón

VPN	769,89
Tmar	10%
Años de vida útil	7 años
<b>CAUE</b>	<b>\$ 142,03</b>

Sailema Edwin (2015)

El diagrama original fue transformado, con costos distintos, a un diagrama exactamente equivalente, pero expresado como una anualidad igual, es decir, una serie de costos uniformes a lo largo del período de 7 años



**Figura 4. 18** Diagrama de efectivo con una anualidad igual (calefón).

A continuación en la tabla 4.21, se presenta el flujo de efectivo es decir cuánto me cuesta tener una ducha dentro de casa a 5 años que es el ciclo de vida.

En la tabla 4.9 se encuentra detallado los valores por concepto de utilización de luz eléctrica utilizados para el calentamiento de agua de uso domiciliario.

**Tabla 4. 21** Costo anual de una ducha.

DUCHA ELÉCTRICA						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Instalación	\$ 82					
Luz		\$ 107,76	\$ 107,76	\$ 107,76	\$ 107,76	\$ 107,76
<b>Total</b>	<b>\$ 82</b>	<b>\$107,76</b>	<b>\$107,76</b>	<b>\$107,76</b>	<b>\$107,76</b>	<b>\$107,76</b>

Sailema Edwin (2015)

### 4.5.3 Valor de salvamento y depreciación anual de la ducha

El valor de salvamento ducha eléctrica es 0 dólares debido a que es un artículo que se desecha después de su vida útil.

Se utiliza la técnica de depreciación en línea recta, y una vida útil de 5 años véase en Anexo 7.

Valor del activo / número de años de la vida útil

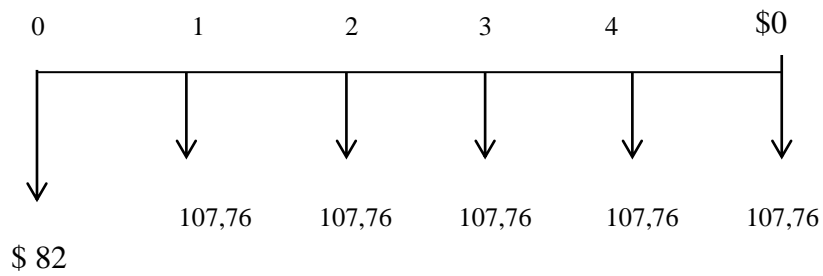
$$\$52 / 7 = \$ 5$$

**Tabla 4. 22** Valor de salvamento y depreciación anual ducha

Costo de la ducha	\$ 52
Años de vida útil	5
Valor de salvamento	\$ 0
Valor depreciación anual	\$10,4

Sailema Edwin (2015)





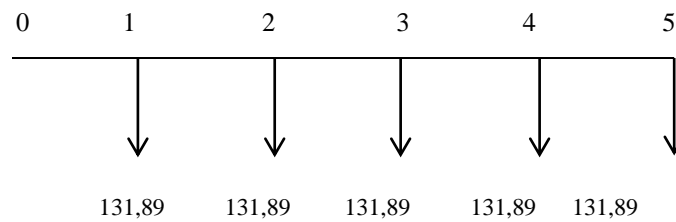
**Figura 4. 19** Diagrama flujo de efectivo de la ducha eléctrica

**Tabla 4. 23** CAUE de la ducha eléctrica

VPN	\$ 465,41
Tmar	10%
Años de vida útil	5
<b>CAUE</b>	<b>131,89</b>

Sailema Edwin (2015)

El diagrama original fue transformado, con costos distintos, a un diagrama exactamente equivalente, pero expresado como una anualidad igual, es decir, una serie de costos uniformes a lo largo del período de 5 años.



**Figura 4. 20** Diagrama de flujo con una anualidad igual. (Ducha)

A continuación se presenta el flujo de efectivo, en otras palabras cuánto me cuesta tener un calentador solar dentro de casa a 18 años que es el ciclo de vida

El costo por luz eléctrica corresponde al consumo energético del sistema auxiliar el mismo que se estableció un valor de 10,26 dólares, estos parámetros se encuentran en la tabla 4.15.

Finalmente el costo del mantenimiento se determinó en la tabla 4.16, el mismo que tiene un valor de 30 dólares por cada dos años; por lo tanto el valor anual por mantenimiento será de 15 dólares a partir del año 3 debido a que la garantía incluye mantenimiento los dos primeros años.

**Tabla 4. 24** Costo anual del calentador solar.

CALENTADOR SOLAR																			
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18
Instalación	\$ 837,6																		
Luz		\$ 10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	12,00
Mante- nimiento				\$ 15	\$ 15,61	\$ 16,24	\$ 16,90	\$ 17,58	\$ 18,29	\$ 19,03	\$ 19,81	\$ 20,61	\$ 21,44	\$ 22,31	\$ 23,21	\$ 24,15	\$ 25,23	\$ 26,15	\$ 27,21
<b>Total</b>	<b>\$ 837,6</b>	<b>\$10,26</b>	<b>10,26</b>	<b>25,26</b>	<b>25,87</b>	<b>26,50</b>	<b>27,16</b>	<b>27,84</b>	<b>28,55</b>	<b>29,2</b>	<b>30,0</b>	<b>30,8</b>	<b>31,7</b>	<b>32,57</b>	<b>33,47</b>	<b>34,41</b>	<b>35,39</b>	<b>36,41</b>	<b>37,47</b>

Sailema Edwin (2015)

#### 4.5.4 Valor de salvamento y depreciación anual calentador solar

El valor de salvamento del calentador solar es 50 dólares al final de la vida útil del calentador solar.

Se utiliza la técnica de depreciación en línea recta, y una vida útil de 5 años .El valor de la depreciación anual se calcula a partir de la diferencia del costo del activo fijo menos el valor de salvamento

Costo activo fijo – valor de salvamento

$$\text{\$ 750} - \text{\$ 50} = \text{\$ 600}$$

Con 7 años de vida útil y mediante la técnica de línea recta tenemos una depreciación anual de:

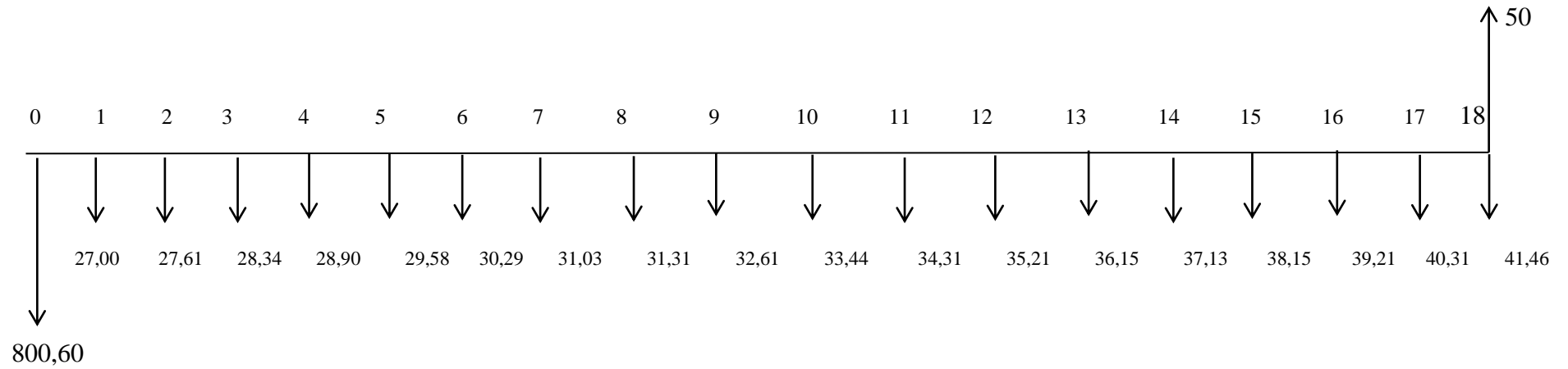
Valor del activo / número de años de la vida útil

$$\text{\$600} / 18 = \text{\$ 33,33}$$

**Tabla 4. 25** Valor de salvamento y depreciación anual calentador solar

Costo adquisición calentador solar	\\$ 750
Años de vida útil	18
Valor de salvamento	\\$ 50
Valor depreciación anual	\\$ 33,33

Sailema Edwin (2015)



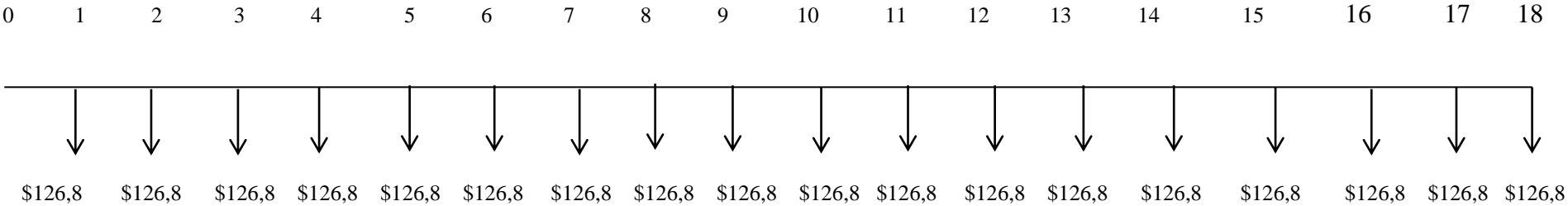
**Figura 4. 21** Diagrama de flujo de efectivo del calentador solar.

**Tabla 4. 26** CAUE del calentador solar

VPN	\$ 1040,03
Tmar	10%
Años de vida útil	18
<b>CAUE</b>	<b>\$ 126,81</b>

**Elaborado por:** SAILEMA Edwin (2015)

El diagrama original fue transformado, con costos distintos, a un diagrama exactamente equivalente, pero expresado como una anualidad igual, es decir, una serie de costos uniformes a lo largo del período de 18 años.



**Figura 4. 22** Diagrama de flujo de efectivo con una anualidad igual (calentador solar)

Finalmente en la tabla 4.27 se presenta el CAUE calculado para cada uno de los sistemas de calentamiento.

**Tabla 4. 27** CAUE de los tres sistemas de calentamiento de agua

<b>Alternativa</b>	<b>Artefacto</b>	<b>CAUE</b>
Alternativa 1	Calefón	\$ 142
Alternativa 2	Ducha eléctrica	\$ 131,89
Alternativa 3	Calentador solar	\$ 126,81

Sailema Edwin (2015)

Por lo tanto se selecciona la alternativa 3 como mejor opción para el calentamiento de agua de uso sanitario.

#### **4.6 Análisis de la relación costo/beneficio**

A continuación se plantea la técnica de análisis costo/beneficio para evaluar el peso total de costos en contra de los beneficios previstos del equipo que tiene menor costo anual uniforme equivalente (CAUE), en este caso los beneficios son el ahorro que produce al utilizare el equipo que posee menor CAUE. El calentador solar tuvo un CAUE de \$ 126,81 con el fin de remplazar a los equipos comúnmente utilizados en el presente caso de estudio que fue la ducha y el calefón.

Para tomar la decisión y conveniencia en costos se calculó la diferencia en recursos energéticos y mantenimiento. Se obtuvo que el calefón en relación con el calentador se tiene, un ahorro de \$ 49,02y con relación a la ducha es de \$ 97,5 tenemos una media de \$71,52, dato que se utilizó para el cálculo costo/beneficio a continuación:

**Tabla 4. 28 Ahorro calefón-calentador**

<b>Ahorro Calefón-Calentador</b>		
<b>Calefón</b>	<b>Calentador</b>	<b>Ahorro</b>
\$ 59,28	\$ 10,26	\$ 49,02
<b>Ahorro Ducha-Calentador</b>		
<b>Ducha</b>	<b>Calentador</b>	<b>Ahorro</b>
\$ 107,76	\$ 10,26	\$ 97,5
<b>Media</b>	<b>x=</b>	<b>71,52</b>
Costo / Beneficio (Calentador)		\$ 1,56
Costo / Beneficio (Ducha)		\$ 1,81
Costo / Beneficio (Calefón)		\$ 2,21

Sailema Edwin (2015)

Para el cálculo de costo beneficio del calentador se tomaron los datos del CAUE de cada producto y se lo dividió para la media (x). De ahí se concluye que por cada dólar invertido en el calentador se obtiene un costo de 0,56 dólares, sobre el beneficio, asimismo por cada dólar invertido en la ducha se obtiene un costo de 0,81 dólares, sobre el beneficio, en el calefón por cada dólar invertido se obtiene un costo de \$1,21, sobre el beneficio.

En conclusión el calentador solar es la opción más rentable, en comparación a la ducha y el calefón.

#### **4.7 Periodo de recuperación de la inversión**

El valor de recuperación de la inversión no existe debido que cualquiera que fuese el sistema elegido no produce ingresos económico, pero se realiza una comparación en función de la inversión inicial y los gastos que producen cada sistema en un periodo de años y determinar en que año se amortiza este valor.

Valores para el calefón fueron tomados de la tabla 4,8, ducha de la tabla 4.21 y para el calentador solar de la tabla 4.24

**Tabla 4. 29** Periodo de recuperación de la inversión

calefón	Inversión+ 7 años de gastos	400+74,28+74,89+75,52+76,18+76,86+77,57+ 78,31	934
Ducha	Inversión + 7 años de gastos	2(82)+ 107,76+107,76+107,76+107,76+107,76+107,76+107,76	918
Calentador solar	Inversión + 7 años de gastos	838+10,26+10,26+25,25+25,87+26,5+26,16+27,8	991,15

Sailema Edwin (2015)

En la tabla Se observa que al cabo de 7 años los valores se amortizan es decir que el periodo de recuperación de la inversión del calentador solar con respecto a la ducha y calefón es de 7 años, a partir de esta fecha y durante el resto de la vida útil del calentador solar obtendrá agua caliente a un costo sumamente bajo debido que se aprovecha la energía de solar.

#### **4.8 Método de la Chi cuadrado**

La finalidad de la encuesta y las mediciones y comparaciones realizadas entre los diferentes sistemas de calentamiento de agua, de uso domiciliario, están orientados a la necesidad de establecer una forma eficiente y a la vez económica que satisfaga estas necesidades vitales de cada persona.

Mediante los datos obtenidos y el estudio realizado, se concluye que es necesario la implementación de un sistema ecológico, económico, e innovador para el calentamiento de agua, además que no utilice recursos energéticos renovales y derivados del petróleo.

Además según la ponderación de las alternativas para el calentamiento de agua podemos concluir que el sistema de calentamiento de agua mediante la utilización de colectores solares es el que más se ajusta a las necesidades, y condiciones de vida de la población seleccionada.



#### **4.8.1 Verificación de la hipótesis**

##### **Hipótesis**

Una forma de calentamiento de agua energéticamente eficiente, permitirá disminuir el costo.

Planteamiento lógico de la hipótesis

##### **Hipótesis nula ( $H_0$ )**

“Una forma de calentamiento de agua energéticamente eficiente, no permitirá disminuir el costo beneficio”.

##### **Hipótesis alternativa ( $H_1$ )**

Una forma de calentamiento de agua energéticamente eficiente, permitirá disminuir el costo beneficio.

#### **4.8.2 Especificaciones de la región de aceptación y rechazo**

Para la verificación de la hipótesis se utilizaran las preguntas 2 y 7. Los grados de libertad se calculan con la siguiente ecuación

$$(GL) = (f-1) (c-1) \qquad \text{Ecuación (4.2)}$$

$$GL = (2-1) (3-1)$$

$$GL = (1) (2)$$

$$GL = 2$$

Nivel de significancia: 5% (margen de error)

Con esta información se recurrió a la tabla de distribución Chi Cuadrado, para determinar el punto crítico, siendo este 5,99 Véase Anexo 14

### 4.8.3 Especificaciones estadísticas

Las especificaciones estadísticas consisten en la elaboración de un cuadro de contingencia de 2 filas por 3 columnas con la aplicación de la siguiente fórmula estadística:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad \text{Ecuación (4.3)}$$

Dónde:

$\chi^2$  = Ji cuadrado

$\sum$  = Sumatoria

O = Frecuencia observada

E = Frecuencia esperada

**Tabla 4. 30** Frecuencias observadas

PREGUNTA	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Subtotal
	CALEFON si	DUCHA no	LEÑA No sabe	
1. ¿Qué artefacto utiliza en su vivienda para ducharse?	77	99	5	181
2. ¿Cree usted que es importante realizar un estudio de costos, entre los sistemas de calentamiento de agua para mejorar su calidad de vida?	141	29	28	198
Subtotal	240	106	33	379

Sailema Edwin (2015)

La frecuencia esperada de cada celda, fue calculada mediante la siguiente fórmula aplicada a la tabla de frecuencias observadas.

$$f_e = \frac{(\text{Total de filas})(\text{Total de columnas})}{N} \quad \text{Ecuación (4.4)}$$

“N “es el total de frecuencias observadas

Aplicamos esta fórmula para cada una de los totales de filas y columnas:

$$E_{11} = \frac{240 \cdot 181}{379} \quad \text{Ecuación (4.5)}$$

**Tabla 4. 31** Frecuencias esperadas

PREGUNTA	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Subtotal
	CALEFON si	DUCHA no	LEÑA No sabe	
¿Qué artefacto utiliza en su vivienda para ducharse?	114,62	50,62	15,76	181
¿Cree usted que es importante realizar un estudio de costos, entre los sistemas de calentamiento de agua para mejorar su calidad de vida?	125,38	55,38	17,24	198
Subtotal	240	106	33	379

Sailema Edwin (2015)

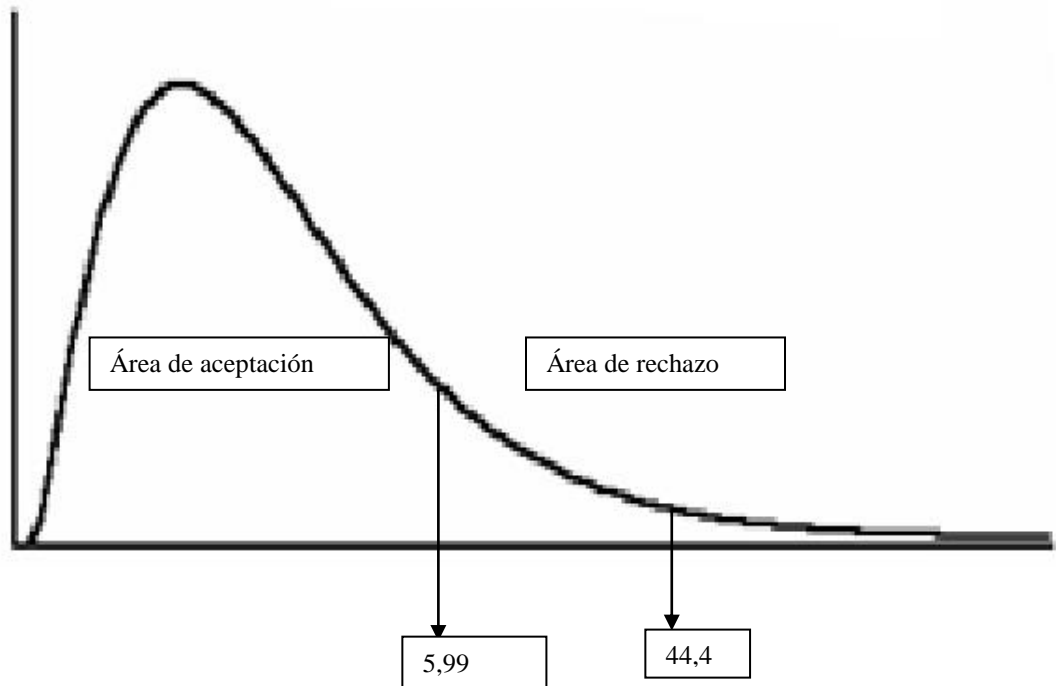
Con la información de las tablas anteriores se procede a la estimación de la Ji Cuadrado de esta investigación:

**Tabla 4. 302** Estimación del Ji cuadrado de la hipótesis.

	<i>O</i>	<i>E</i>	$(O - E)^2$	$(O - E)^2$	$(O - E)^2 / E$
Calefón	99	114,62	-15,61	243,90	2,12
Ducha	77	50,62	26,37	695,76	13,74
leña	5	15,76	-10,76	115,77	7,34
si	141	125,38	15,61	243,90	1,94
no	29	55,38	-26,37	695,76	12,56
No sabe	28	17,24	10,76	115,77	6,71
					44,44

Sailema Edwin (2015)

El valor de Chi Cuadrado Calculada es de 44,44 finalmente se procede a graficar mediante la curva de Chi Cuadrado para comprobar si se acepta o rechaza la hipótesis:



**Figura 4. 23** Representación gráfica del Chi cuadrado

En la figura podemos observar que el valor de Chi cuadrado estimado 44,4 es mayor que la Chi cuadrado establecido por la tabla, es decir 5,99.

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula “Una forma de calentamiento de agua energéticamente eficiente, no permitirá disminuir el costo”, y se acepta la hipótesis alternativa es decir “Una forma de calentamiento de agua energéticamente eficiente, permitirá disminuir el costo”.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Un 98% de la población encuestada utiliza agua caliente para el aseo personal, siendo este el motivo principal que impulsa la investigación de nuevas tecnologías que utilicen recursos energéticos alternativos para el calentamiento de agua de uso sanitario.
- El 57% de la población investigada utiliza electricidad para el calentamiento de agua, un 41 % utiliza gas doméstico para el mismo fin, sin embargo no se encontró ningún hogar que utilice energía solar térmica para el calentamiento de agua, siendo este un recurso térmico presente de forma constante en el medio ambiente.
- La demanda mensual de agua caliente para uso sanitario de una familia de 5 personas es alrededor de  $195 m^3$ .
- Se determinó que el costo mensual en dólares al utilizar energía eléctrica es mayor que al utilizar gas doméstico para el calentamiento de agua.
- Los calentadores solares siendo una tecnología innovadora y amigable con el medio ambiente, además que es un recurso energético, el cual no produce efecto invernadero, resultó ser el sistema más económico en comparación con los sistemas tradicionales ya existentes para el calentamiento de agua de uso domiciliario.
- El costo por instalación de los colectores solares resultó ser alto en comparación con la ducha y el calefón, pero este valor se amortiza a mediano plazo debido a que; los calentadores solares no consumen

combustible, al contrario consumen energía solar, además tiene una vida útil hasta de 20 años.

- El CAUE calculado de los calentadores solares, presentó un valor inferior al valor del CAUE de las otras dos alternativas de calentamiento de agua, concluyendo así; que la alternativa mediante calentadores solares es la mejor opción.
- Se utilizó la técnica del Chi cuadrado, para comprobar la validez de la hipótesis planteada en la investigación; por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa es decir: Una forma de calentamiento de agua energéticamente eficiente, permitirá disminuir el costo.
- Después de analizar diferentes sistemas de calentamiento de agua, se concluye que el sistema más adecuado y que se ajusta a las necesidades de la población seleccionada es la utilización de calentadores solares, para la obtención de agua caliente de uso sanitario.
- La temperatura del agua en el interior del tanque de almacenamiento de los calentadores alcanzaron valores de 60° C, en días soleados durante las pruebas realizadas por Salcedo Víctor (2011)

## **5.2 Recomendaciones:**

- Analizar los recursos energéticos alternativos como opción principal; para obtener agua caliente de uso sanitario; obteniendo así un ahorro económico y un aporte a la conservación del medio ambiente.
- Estudiar el aspecto económico, ambiental, y de seguridad al momento de escoger la mejor alternativa para el calentamiento de agua de uso domiciliario.
- Utilizar los accesorios y equipos adecuados para un mejor aprovechamiento del recurso energético solar térmico, por medio de colectores solares.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Datos Informativos:**

##### **TEMA:**

Utilización de calentadores solares de tubos al vacío, para la obtención de agua caliente de uso sanitario en viviendas unifamiliares con techo de hormigón.

El calentamiento de agua mediante colectores solares es un sistema innovador, el cual aprovecha la irradiación solar presente en el medio ambiente.

Es importante considerar que la implantación de colectores solares, tiene un costo de instalación alto en relación a los otros sistemas, pero es un costo que se amortiza en un corto plazo a partir de este periodo el agua caliente es gratis, debido a que la energía solar no tiene ningún costo de utilización.

En el país la energía solar es suficiente, para mantener la temperatura del agua en condiciones óptimas sin necesidad de utilizar energía eléctrica.

EL diseño de una red de suministro de agua caliente es un sistema necesario, para el correcto funcionamiento del calentador solar y de esta manera aprovechar de mejor manera el recurso energético solar térmico presente en la naturaleza.

#### **6.2 Antecedentes de la Propuesta**

La utilización de calentadores solares, es un sistema ecológico e innovador que actualmente en el país no es muy común su diseño e implantación.

En el país no existe un diseño bajo normas establecidas, para la instalación de calentadores solares; debido a que la utilización de la energía solar térmica es

muy limitada debido al desconocimiento y la falta de inversión por parte del gobierno que incentive la utilización de recursos renovables y de esta forma obtener un beneficio que utilice energía limpia.

La principal fuente bibliográfica en el cual se basa la presente investigación es del Ing. Salcedo Víctor con el tema: “Influencia del estudio de la tecnología de vacío en tubos sobre la eficiencia para el calentamiento de Agua usando la energía solar.” Trabajo investigativo que determina radiación solar y por lo tanto también temperaturas que alcanza el agua en el tanque de almacenamiento.

En nuestro país existe la norma: NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA NEC 11 CAP 16, Esta norma establece parámetros de seguridad para la correcta instalación de equipos sanitarios residenciales.

También se trabajó bajo estrictos parámetros de la norma: ENERGIA RENOVABLE PARTE 14-1 NEC 10. Establece parámetros de seguridad y confort para la instalación de calentadores solares y de esta forma aprovechar la eficiencia de estos sistemas.

### **6.3 Justificación**

Siendo los calentadores solares un sistema innovador, confiable y eficiente, resulta muy importante realizar el correcto diseño de una red de distribución de agua caliente de uso sanitario: de esta manera lograr una adecuada implementación de calentadores solares para el suministro de agua caliente logrando así un ahorro a corto plazo en la economía de las familias de la parroquia de Picaihua.

La principal razón por la que se debería realizar este diseño, es que en nuestro país no existe un adecuado sistema que determine la correcta instalación de calentadores solares, bajo normas hidrosanitarias.



## **6.4 Objetivo**

- Diseñar una red de suministro de agua caliente de uso sanitario, mediante la utilización de calentadores solares bajo normas hidrosanitarias.

### **6.4.1 Objetivos Específicos**

- Dimensionar y seleccionar tuberías para la red de suministro de agua caliente
- Calcular las pérdidas de calor en las tuberías primarias.

## **6.5 Análisis de factibilidad**

### **6.5.1 Análisis técnico**

La presente investigación determinó que la forma más económica y eficiente de obtener agua caliente de uso sanitario; es por medio de la instalación de calentadores solares en las viviendas de la parroquia de Picaihua. Aprovechando el recurso de la energía solar, que emite altas radiaciones capaz de abastecer la demanda de agua caliente determinada según el estudio realizado a los hogares encuestados.

Se realizará cálculos técnicos para determinar y dimensionar tuberías y accesorios para la correcta instalación de calentadores solares.

Con el diseño de red de distribución de agua caliente a partir de calentadores solares, se obtendrá un ahorro en la economía debido a que; se eliminará el consumo de GLP, además se ahorra energía eléctrica, debido que en un futuro se utilizará electricidad para la cocción de alimentos, de esta forma estamos destinando la energía ahorrada para la cocción de alimentos que es vital y de suma importancia y para cumplir con el plan del buen vivir establecido por el gobierno nacional. Los mismos que en el objetivo 3 establece ciertos indicadores como son: meta, ligados directamente al mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

El Plan define doce estrategias de cambio, a partir de estas propone doce grandes objetivos nacionales y consecuentemente la “Estrategia Territorial Nacional

EL Plan Nacional del Buen vivir 2013-2017 propone un cambio de la Matriz Energética. Estableciendo así los siguientes objetivos:

El Objetivo 4: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”.

Política 4.3: Diversificar la matriz energética nacional.

### **6.5.2 Análisis financiero**

El análisis financiero se lo realizó en el capítulo 4, en este capítulo se incluirá el costo total por el diseño de la red de suministro de agua caliente.

En el análisis financiero, se tomará en cuenta todos los accesorios y componentes que intervienen en el diseño de una red de agua caliente para viviendas unifamiliares.

## **6.6 Fundamentación**

### **6.6.1 Irradiación solar**

#### **6.6.1.1 Irradiación solar directa**

La Irradiación solar directa es la radiación que llega al cuerpo (en este caso a la superficie de la Tierra) en forma de rayos provenientes del sol sin cambios de dirección, sin reflexiones o refracciones intermedias.

#### **6.6.1.2 Irradiación solar difusa**

Es la radiación que proviene de otras direcciones debido a la reflexión, refracción y dispersión de la radiación solar al atravesar la atmósfera y las nubes.

Su dirección ha sido modificada por diversas circunstancias (densidad atmosférica, partículas u objetos con los que choca, remisiones de cuerpos, etc.).

Por sus características esta luz se considera venida de todas direcciones, por ello no es posible concentrarla.

### 6.6.1.3 Irradiación solar total incidente o irradiación global

Es la suma de las irradiaciones directa y difusa. La tasa de irradiación depende en cada instante del ángulo que forman la normal a la superficie en el punto considerado y la dirección de incidencia de los rayos solares. Por supuesto, dada la lejanía del sol respecto de nuestro planeta, podemos suponer, con muy buena aproximación, que los rayos del sol inciden esencialmente paralelos sobre el planeta.

Para el estudio de la presente investigación, se utiliza la irradiación solar global para posteriores cálculos de su incidencia en el calentamiento de agua mediante colectores solares.

**Tabla 6. 1** Irradiación promedio anual en kWh/m<sup>2</sup>.día

ZONAS	RADIACIÓN PROMEDIO ANUAL EN kWh/m <sup>2</sup> .día.
I	3200 a 3600 [Wh/m <sup>2</sup> /día]
II	3600 a 4000 [Wh/m <sup>2</sup> /día]
III	4000 a 4400 [Wh/m <sup>2</sup> /día]
IV	4400 a 4800 [Wh/m <sup>2</sup> /día]
V	4800 a 5200 [Wh/m <sup>2</sup> /día]

**Fuente** Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-10. Modificado, Erazo.2013.

### 6.6.1.4 Datos de irradiación solar en el Ecuador

Al estar atravesado por la línea equinoccial, el Ecuador tiene poca variabilidad en la posición del sol durante todo el año, lo cual favorece la aplicación de la energía solar para producir electricidad y calor, y a que en promedio hay 12 horas de sol durante el día.

**Tabla 6. 2.** Valores de radiación solar global de las provincias y ciudades del Ecuador.

PROVINCIA	CIUDAD	Wh/m <sup>2</sup> /día	ZONA
Carchi	Tulcán	4200	II
Esmeraldas	Esmeraldas	4350	II
Imbabura	Ibarra	5250	IV
Manabí	Portoviejo	4650	III
Pichincha	Quito	4800	IV
Tsáchilas	Santo Domingo	4650	III
Cotopaxi	Latacunga	4800	IV
Napo	Tena	4350	II
Santa Elena	Salinas	4350	II
Guayas	Guayaquil	4513	III
Los Ríos	Babahoyo	4650	III
Bolívar	Guaranda	4800	IV
Tungurahua	Ambato	4650	III
Chimborazo	Riobamba	4200	II
Pastaza	Puyo	4200	II
Cañar	Azogues	4500	III
Morona Santiago	Macas	4050	II
Azuay	Cuenca	4350	II
El Oro	Machala	4200	II
Loja	Loja	4350	II
Zamora Chinchipe	Zamora	4350	II
Galápagos	Puerto Ayora	5835	V

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-10. Modificado, Erazo.2013.

#### **6.6.1.5. Mediciones de irradiación realizadas en Ambato.**

Según Salcedo Cobo V,(2011). Se presenta los siguientes datos de radiación solar tomados con el cielo despejado con presencia de sol. Véase Anexo 12

La temperatura del agua almacenada en el termo tanque: se determinó en función de las horas de radiación solar durante todo el día.

A continuación se observa la temperatura que alcanza el agua almacenada en el interior del tanque en un día común.

**Tabla 6. 3 Irradiación en Ambato.**

<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Radiación solar (W/m2)</b>	<b>Temperatura media almacenada</b>
10:15	490,27	18,3
12:00	636,32	33,3
16:00	308,58	60,8

**Fuente:** Salcedo Cobo V, M (2011) Tesis

En cuanto a los días nublados, con presencia de lluvia se activará automáticamente el sistema auxiliar por un tiempo estimado de 1 a 2 horas que anteriormente ya se explico en el capítulo 4.

### 6.6.1.6 Eficiencia global de calentador

La determinar la eficiencia global del calentador se utilizo la siguiente formula,

$$\eta_{col} = \frac{Q_{util}}{A_{col} * G_{solar\ promedio}} \quad \text{Ecuacion(6.1)}$$

Donde :

$\eta_{col}$  Eficiencia del colector %

$Q_{util}$  Calor útil del colector [W]

$A_{col}$  Área del colector solar [ $m^2$ ]

$G_{solar\ promedio}$  Radiación solar incidente en el colector [ $W/m^2$ ]

El calor útil y demás parámetros fueron tomados de la investigación de Salcedo Cobo,V.M.(2011).

$$Q_{util} = 1854,61 \text{ W}$$

$$A_{col} = 4,48m^2$$

$$G_{solar\ promedio} = [W/m^2]$$

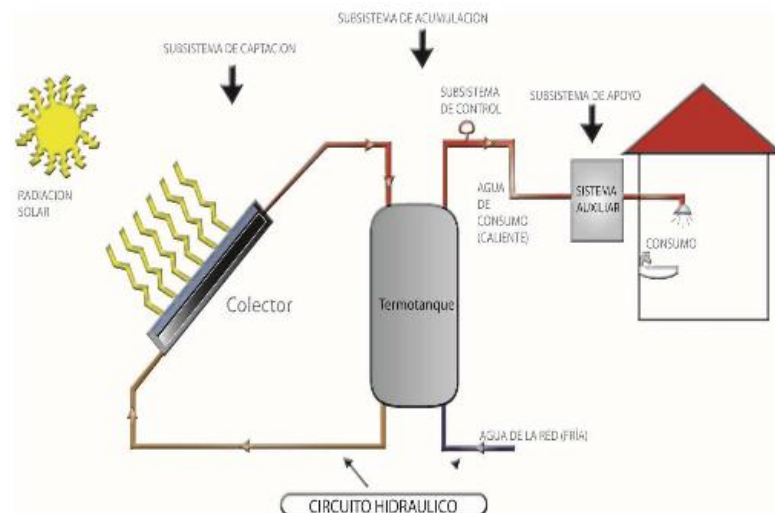
$$\eta_{col} = \frac{1854,61}{4,48 * 506}$$

$$\eta_{col} = 0,818$$

$$\eta_{col} = 81,8\%$$

### 6.6.2 Principios de funcionamiento

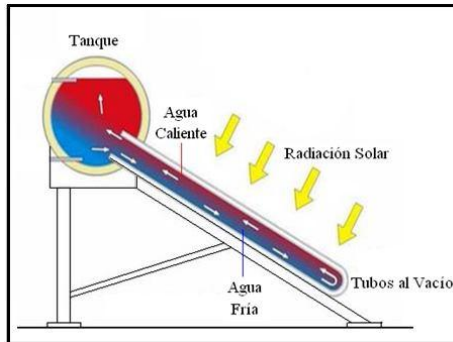
En la figura se observa un esquema del funcionamiento que tiene un sistema de calentamiento de agua mediante calentadores solares.



**Figura 6. 1** Principios de funcionamiento  
Fuente: ENERGIA RENOVABLE PARTE 14-1 NEC 10.

### 6.6.3 Efecto termosifón:

El efecto termosifón es el siguiente: el agua caliente en los tubos colectores empieza a circular hacia al tanque y paulatinamente calienta a todo el agua dentro del tanque de acumulación, Es decir a medida que el sol calienta el colector, el agua almacenada aumenta su temperatura, disminuye su peso específico, se dilata, y se vuelve más ligera; de este modo tiende a subir hasta la parte superior del tanque, mientras que el agua fría, que es más pesada, pasa a la parte baja del colector donde comienza a calentarse. La circulación del agua es totalmente natural por lo que no se requiere de una bomba.



**Figura 6. 2:** Efecto termosifón  
**Fuente:** Calentador-Solar-Para-Agua ([www.energetica.com](http://www.energetica.com))

#### 6.6.4 Calentador solar

El calentador se selecciona de acuerdo a la demanda de consumo diario de agua caliente en una vivienda unifamiliar, datos que fueron calculados en el capítulo 4. (Ec 4.1), partiendo de estos antecedentes El calentador solar que se observa en la figura 6.3, es el modelo INSTAMATIC 200lt que actualmente se encuentra en el mercado nacional, además cumple con las características de construcción que propone la tesis de Salcedo Víctor para un mejor aprovechamiento de la energía solar en la ciudad de Ambato.



**Figura 6. 3.** Calentador solar  
**Fuente:** [www.ec-energy.galeon.com](http://www.ec-energy.galeon.com)

#### 6.6.5 Componentes de una instalación solar térmica

- 1.-Un sistema de captación formado por los paneles solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica.
- 2.-Un sistema de acumulación que almacena el agua caliente hasta que se precise su uso.

3.-Un circuito hidráulico constituido por tuberías, válvulas, que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.

4.-Sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía térmica.

5.-Adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para completar la contribución solar, suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda calculada.

### 6.6.6 Requisitos del diseño:

#### 6.6.6.1 Tuberías y accesorios

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, polipropileno con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva o aislante térmico, además debe disponer de aislamiento térmico.

#### 6.6.6.2 Caudal, presión y diámetro en viviendas:

Para el funcionamiento adecuado de los aparatos sanitarios, se deberá dimensionar la red interior tal que, bajo condiciones normales de funcionamiento, provea los caudales instantáneos mínimos y a las presiones dadas en la siguiente tabla.

**Tabla 6. 4** Caudal, presión y diámetros en viviendas

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo(L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369(mm)
		Recomendada (m.c.a.)	Mínima (m.c.a.)	
Bañera/Tina	0,30	7.0	3.0	20
Bidet	0,10	7.0	3.0	16
Calentadores/ calderas	0,30	15.0	10.0	20
Ducha	0,20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0,20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0,10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0,20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0,10	7.0	3.0	16
Inodoro con Fluxor	1,25	15.0	10.0	25
Lavabo	0,10	5.0	2.0	16
Maquina de lavar ropa	0,20	7.0	3.0	16
Maquina Lavar vajilla	0,20	7.0	3.0	16



Urinario con fluxor	0,50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0,15	7.0	3.0	16
Sauna ,turco o hidromasaje doméstico	1,00	15.0	10.0	25

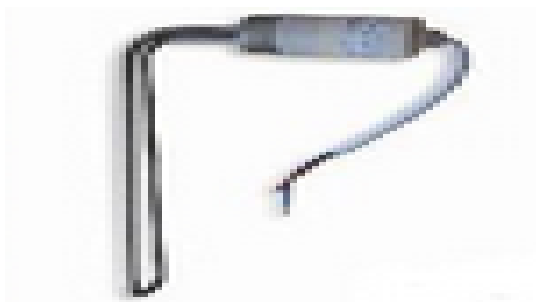
**Fuente:** NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA NEC 11 CAP 16,

Toda unidad de consumo y muebles sanitarios deberán proveerse por lo menos de una llave de corte. Deben instalarse las llaves de corte necesarias para facilitar las reparaciones en el sistema.

Para duchas y fregaderos se establece un diámetro de 16 mm según NTE INEC1369

#### **6.6.6.4 Dimensionamiento de sistemas de apoyo**

Debido a que tenemos días nublados y lluvia en los cuales la temperatura del agua almacenada, comienza paulatinamente a defender hasta llegar a temperaturas que no son idóneas para el uso sanitario, se requiere de un sistema auxiliar eléctrico el cual consiste en una resistencia eléctrica que se encuentra ubicada en el interior del termo tanque, además se enciende automáticamente cuando la temperatura.



**Figura 6. 4** Resistencia electrica  
**Fuente:** [www.ec-energy.galeon.com](http://www.ec-energy.galeon.com)

**Tabla 6. 5** Dimencionamineto del sistema de apoyo.

CAPACIDAD DE LOS S.S.T	POTENCIA DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA	VOLTAJE
140	1500w	110v
240	1500w	110 v
320	1500w	110v
450	3000w	220v
600	3000w	220v
720	3000w	220v

Fuente: ENERGIA Renovable PARTE 14-1 NEC 10

### 6.6.6.5 Diseño de la red de suministro de agua caliente

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo de acuerdo al siguiente procedimiento:

El caudal total requerido será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla 6. 6** Caudal instantáneo mínimos

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [ $dm^3/s$ ]	Caudal instantáneo mínimo de ACS
Lavamanos	0,05	0,03
lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40m o mas	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con Fluxor	1,25	-
Urinario con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadero doméstico	0,20	0,15
Lavadora Industrial (8Kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Fuente: Agua, desagües y gas para edificaciones– RAFAEL PEREZ CARMONA – Quinta edición

Por lo tanto los respectivos cálculos se realizan a partir de los siguientes puntos de consumo.

Ducha: 0.10 lt / s

Lavabo: 0.065 lt / s

Caudal requerido

Para determinar el caudal requerido es necesario sumar el caudal instantáneo de todos los puntos de consumo a los cuales se les suministra el agua caliente

$$Q = 0,10 + 0,065 = 0,165 \text{ lt / s}$$

Según la norma ecuatoriana de la construcción NEC CAP-16 “La velocidad de diseño del agua en las tuberías debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, valores mínimo y máximo, respectivamente. Se considera óptimo el valor de velocidad de 1.2 m/s.”

Por tanto a partir de esto datos, se dimensiona la tubería del circuito hidráulico.

Datos:

$$Q = 0,165 \frac{\text{lt}}{\text{s}} = 1,65 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = A * v$$

Ecuación (6.1)

Donde:

A= área

v = Velocidad del fluido

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(1,65 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(1,2 \text{ m/s}^2)}}$$

$$D = 0,0132m$$

$$D = 13,23mm$$

El diámetro superior al diámetro requerido es ½", según la tabla 6.5, con las siguientes características.

**Tabla 6. 7** Características para tuberías de polipropileno según norma IRAM 13479

Medida	ØEsp.Pared (mm)	ØEspesor (mm)	Ø Interior (mm)	Presión Nominal (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº Filetes(NPT)
½"	3,4	21,3	14,5	10	Max= 10min =8
¾"	3,9	26,9	19,1	10	Max= 10min =9
1"	4,9	33,7	23,9	10	Max= 8min =6
1 ¼"	5,7	42,2	30,8	10	Max= 9min =7
1 ½"	6,3	48,2	35,6	10	Max= 9min =7
2"	7,5	60,3	45,3	10	Max= 11min =9
2 ½"	9	76,1	58,1	10	Max= 10min =8
3"	10,3	88,9	68,3	10	Max= 11min =9
4"	12,7	114,3	88,9	10	Max= 12min =10

**Fuente:** Agua, desagües y gas para edificaciones – RAFAEL PEREZ CARMONA – Quinta edición

A continuación se calculó la velocidad interior del fluido a partir de la Ecuación 6.1.

$$\text{Ø interior} = 0,0145m$$

$$Q = A * v$$

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4(1,65 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,0145)^2}$$

$$v = 0,99 \text{ m/s}$$

Se trabaja con una temperatura del agua a 60 °C. Anexo 13

El número de Reynolds se calculó según la ecuación

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad \text{Ecuación (6.2)}$$

las propiedades del agua a 60 °C. Anexo 5

Donde:

$\rho$  = la densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) Anexo 5

$v$  = velocidad calculada (m/s)

$D$  = diámetro interior (m)

$\mu$  = viscosidad dinámica ( $4,63 \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{s}$ ) Anexo 5

$$Re = \frac{\frac{984 \text{kg}}{\text{m}^3} * 0,99 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,0145 \text{m}}{4,63 \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{s}}$$

$$Re = 30508,25 \quad \text{Flujo turbulento}$$

Rugosidad

$\varepsilon = 0,0015 \text{mm}$  véase Anexo 9.

La rugosidad relativa es:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015 \text{mm}}{14,5 \text{mm}}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = 1,03 \times 10^{-4}$$

Factor de fricción

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3,7 \left( \frac{D}{\varepsilon} \right) + \frac{5,74}{Re^{0,9}}} \right) \right]^2} \quad \text{Ecuación (6.3)}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{1}{3,7\left(\frac{14,5}{0,0015}\right)} + \frac{5,74}{231370,9}\right)\right]^2}$$

$$f = 0,025$$

La pérdida de carga por metro de tubería se determina mediante la ecuación:

$$Hf = f \frac{Lv^2}{D2g} \quad \text{Ecuación (6.4)}$$

Dónde:

$Hf$  = pérdida de carga

$f$  = Coeficiente de fricción

$L$  = longitud de la tubería

$D$  = diámetro interior

$g$  = gravedad

$$Hf = 0,025 \frac{1m * (0,99)^2}{0,0145m * 2(9,8m/s^2)}$$

$$Hf = 0,086 \text{ m.c.a}$$

$$Hf = \frac{86 \text{ mm. c. a}}{m \text{ lineal de tubería}}$$

Las pérdidas de carga por metro lineal de tubería deberán ser inferiores a 40 mm.c.a; por lo que no se acepta la elección de este tipo de tubería.

Por consiguiente se selecciona una tubería de ¾, se realiza los mismos cálculos:

A continuación se calculó la velocidad interior del fluido.

$\emptyset$  interior = 0,0191m

$$Q = A * v$$

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4(1,65 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,0191)^2}$$

$$v = 0,57 \text{ m/s}$$

El número de Reynolds se calcula según la ecuación

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

$$Re = \frac{\frac{984 \text{ kg}}{\text{m}^3} * 0,57 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,0191 \text{ m}}{4,63 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}}$$

$$Re = 23137,81 \quad \text{Flujo turbulento.}$$

Rugosidad

$\varepsilon = 0,0015 \text{ mm}$  véase Anexo 9

La rugosidad relativa es:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015 \text{ mm}}{14,5 \text{ mm}}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = 1,03 \times 10^{-4}$$

Factor de fricción

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{1}{3,7\left(\frac{D}{\varepsilon}\right)} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{1}{3,7\left(\frac{14,5}{0,0015}\right)} + \frac{5,74}{23137^{0,9}}\right)\right]^2}$$

$$f = 0,025$$

La pérdida de carga por metro de tubería se determina mediante la ecuación:

$$Hf = f \frac{Lv^2}{D2g}$$

$$Hf = 0,025 \frac{1m * (0,57)^2}{0,0191m * 2(9,8m/s^2)}$$

$$Hf = 0,021 \text{ m.c.a } \text{ metro de columna de agua}$$

$$Hf = \frac{21 \text{ mm.c.a}}{m \text{ lineal de tubería}}$$

Las pérdidas de carga por metro lineal de tubería deberán ser inferiores a 40 mm.c.a por lo que se acepta la elección de este tipo de tubería

#### **6.6.6.6 Selección del aislamiento térmico para la tubería de conducción.**

Los materiales aislantes utilizados en las instalaciones deberán tener valores de conductividad térmica igual o inferiores a 0,040 w/m<sup>2</sup> a los 20 °C y ser resistentes a temperaturas superiores a los 80° C.

Espesor mínimo para aislante térmico con conductividad de 0.040 W/ (m°C) a los 20°C, determinado en función del diámetro interior de la tubería



**Tabla 6. 8** Espesor de aislante térmico

	Øint (mm)	e(mm)
Tuberías interiores	D<50	10
	50<D	20

**Fuente:** Agua, desagües y gas para edificaciones– RAFAEL PEREZ CARMONA – Quinta edición

#### 6.6.6.7 Selección del aislamiento

Los materiales seleccionados deberán tener las siguientes especificaciones:

- 1.- Baja conductividad térmica.
- 2.- Resistencia al deterioro mecánico.
- 3.- Resistencia a la absorción de humedad.
- 4.-Baja inflamabilidad.
- 5.- No emisión de gases tóxicos a temperaturas de servicio.
- 6.- No toxicidad.
- 7.- Resistencia a las máximas temperaturas de servicio.

Mediante estas consideraciones se escogió el aislante con la denominación coquilla K FLEX ST 9-22 con las siguientes características tomados del catalogo del fabricante Thisa.

- Temperatura límite =116 °C
- No vulnerable a la corrosión.
- Flexibilidad excelente.
- Resistencia a U.V. y a la intemperie buena.
- Resistencia al aceite y agua buena.
- Comportamiento ante el fuego: auto extingible.
- Espesor del aislante = 9. mm
- Coeficiente de conductividad  $k= 0.037 \frac{w}{m^{\circ}C}$

El fluido interior que pasa por la tubería es agua a 60°C la que presenta las siguientes propiedades. Véase en el Anexo 5.

$$\text{Calor específico } C_p = 4185 \frac{J}{kg^{\circ}C}$$

$$\text{Coeficiente de conductividad térmica: } K = 653,6 \times 10^{-3} \frac{W}{m^{\circ}C}$$

$$\text{Densidad: } \rho = 984 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Viscosidad dinámica } \mu = 4,63 \times 10^{-4} Pa \cdot s$$

$$Pr = 2,99$$

Como se determinó anteriormente, para el fluido interior un Reynolds.

$$Re = 23137,81$$

$$n = 0,3$$

El fluido está en régimen turbulento, por lo tanto para determinar el número de Nusselt

$$Nu = 0,023 Re^{\frac{4}{5}} Pr^n \quad \text{Ecuación (6.5)}$$

Donde:

$$Nu = \text{Nusselt}$$

$$Pr = \text{Prandt}$$

$$Nu = 0,023(23137,81)^{\frac{4}{5}} 2,99^{0,3}$$

$$Nu = 98,41$$

Posteriormente se calculó el coeficiente de transferencia de calor

$$h = Nu \frac{k}{D}$$

Donde:

$h$  = Coeficiente de transferencia de calor

$Nu = Nusselt$

$k$  = Coeficiente de conductividad térmica

$D$  = Diámetro interior.

$$h = 98,41 \frac{653,1 \times 10^{-3} \text{ w/m}^\circ\text{C}}{0,0191\text{m}}$$

$$h = 3364,48 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

### 6.6.6.7 El calor perdido a través de las tuberías. Valides

El calor perdido a través de las tuberías se calcula de la siguiente manera.

$T_\infty = 15$  Temperatura ambiente       $K_{1-2} = 0,22 \frac{\text{w}}{\text{m}^\circ\text{k}}$  (de la tubería)

$T_0 = 60$  Temperatura del agua.

$r_1 = 0,0095\text{m}$        $K_{2-3} = 0,037 \frac{\text{w}}{\text{m}^\circ\text{k}}$  (del aislante)

$r_2 = 0,013\text{m}$

$r_3 = 0,022\text{m}$        $h_1 = 3364,48 \frac{\text{w}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{k}}$

$L = 12 \text{ m}$        $h_2 = 18 \frac{\text{w}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{k}}$

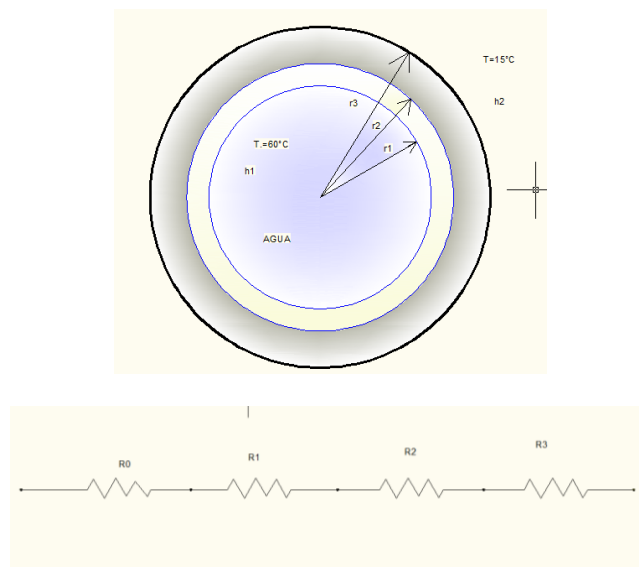


Figura 6. 5 Esquema de resistencia

$$R_0 = R_{conv1} = \frac{1}{h_1(2\pi r_1 L)}$$

$$R_1 = R_{tubo} = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi L K_{1-2}}$$

$$R_2 = R_{aislante} = \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2\pi L K_{2-3}}$$

$$R_3 = R_{conv2} = \frac{1}{h_2(2\pi r_3 L)}$$

$$Q = \frac{T_0 - T_\infty}{\frac{1}{h_1(2\pi r_1 L)} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi L K_{1-2}} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2\pi L K_{2-3}} + \frac{1}{h_2(2\pi r_3 L)}}$$

Ecuación (6.6)

Donde:

$T_0 =$  temperatura del agua

$T_\infty =$  temperatura ambiente

$r_1 =$  radio interior de la tubería

$r_2 =$  radio exterior de la tubería

$r_3 =$  radio exterior del aislante

Se reemplazó los valores en la ecuación:

$$Q = \frac{60^0 - 15^0}{\frac{1}{3364,48(2\pi 0,0095 * 12)} + \frac{\ln\left(\frac{0,013}{0,0095}\right)}{2\pi * 12 * 0,22} + \frac{\ln\left(\frac{0,022}{0,013}\right)}{2\pi * 12 * 0,037} + \frac{1}{18(2\pi 0,022 * 12)}}$$

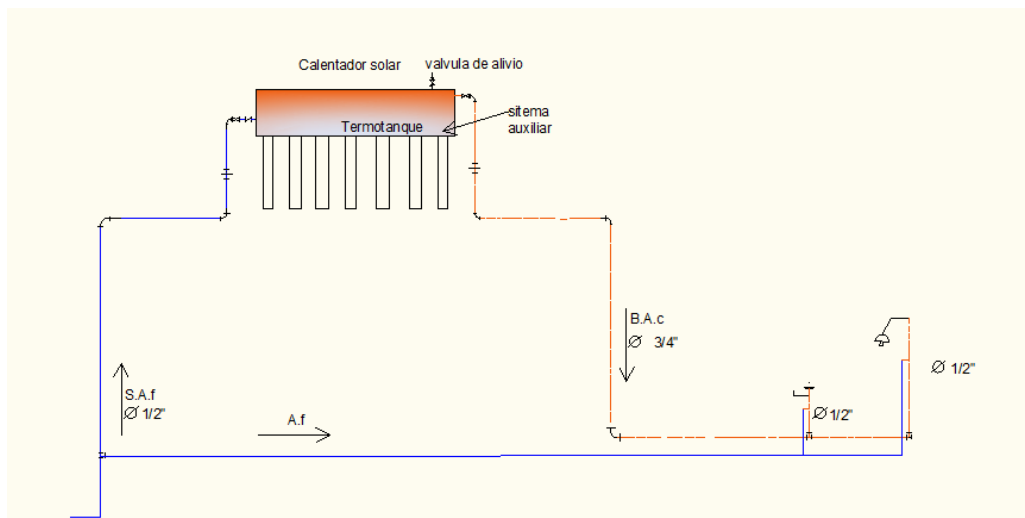
$$Q = 195,12 \text{ w}$$

## 6.7 Metodología

### 6.7.1 Esquema de distribución de ACS.

En base a los cálculos realizados anteriormente, se procede a realizar el diseño del circuito hidráulico del sistema de distribución de agua caliente de uso sanitario. Los detalles de equipos y accesorios para la instalación de la misma se encuentra en el la tabla 4.14.

Con los valores obtenidos, se diseñó un esquema de la distribución simple de agua caliente de usos sanitario, mediante colectores solares; para una vivienda unifamiliar de 5 personas con techo de hormigón.



**Figura 6. 6** Esquema de distribución de ACS

### 6.7.2 Instalación del calentador de tubos al vacío

- Ubicar y fijar la estructura del calentador en el techo de la vivienda con la orientación adecuada.
- colocar sobre la estructura el termostato y asentarlos para posteriormente ajustar los pernos.
- Colocar y fijar la placa reflectora en la estructura.
- Preparar una solución de agua con detergente en un recipiente grande.

- Mojar los agujeros del termotanque con la solución preparada, luego sumergir el tubo en el recipiente y rápidamente insertar en el agujero.
- Realizar las respectivas conexiones hidráulicas a la entrada y salida del tanque de almacenamiento
- Realizar las respectivas conexiones eléctricas para el controlador solar y el sistema auxiliar eléctrico.

### **6.8 Administración.**

Los calentadores solares se pueden instalar en cualquier vivienda con techo de hormigón, se deben instalar en un lugar donde haya luz solar permanente .

La selección del calentador solar así como también del tipo de tubería y aislamiento de la misma , deben cumplir con las características requeridas para la correcta instalación y suministro de agua caliente de uso sanitario.

### **6.9 Previsión de la evaluación.**

Una vez instalado el sistema de calentamiento solar térmico, requiere un mantenimiento cada dos años como mínimo. Con las nuevas tecnologías existentes en nuestro medio ,se mejorará la eficiencia de los colectores solares para un mejor desempeño de los mismos.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Baca Urbina, G. (2007). Fundamentos de Ingeniería Mecánica .*Cuarta edición (pp 82-163) México. Editorial Punta Santa Fe.*
2. Chacón Campoverde ,L.I. & Aguirre M.R, (2012) “Impacto en el bienestar de los hogares por una eliminación del subsidio al gas doméstico: caso Ecuador para el año 2012”.*Tesis Previa a la obtención del título de economista. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Carrera de Economía*
3. Comité Ejecutivo de la norma Ecuatoriana de la construcción, (6 de abril del 2011) NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC - 11. Capítulo 16 “Norma Hidrosanitaria NHE Agua” *Norma Ecuatoriana de la construcción, 1(39) 1-39.*
4. Comité Ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción, (julio del 1996) NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC -10. Parte 14-1 *Energía Renovable “Sistemas de calentamiento de agua energía solar para uso sanitario en el Ecuador 1(61).*
5. INEC (2013) .Pobreza en Ecuador cierra el 2013 con una caída de 1,76 puntos. *INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 1(1)*
6. Manzano L.E. (2014) .Estado actual de actual y perspectivas de la energía solar térmica en el Ecuador. *Director Nacional de energías Renovables .1(17), 9-17*
7. Martínez Maldonado. I, O. Diseño e instalación de un sistema de calentamiento solar de agua, para el sector rural. *Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Mecánica .Escuela de ingeniería mecánica.*
8. Peñafiel Saraguro, J. C. & Silva Manzano, C.H. ( 2012). Análisis, diseño e implementación de un sistema de energía auxiliar automatizado para colectores solares y calefones en el uso racional y eficiente de energía .*Tesis .Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Mecánica .Escuela de ingeniería mecánica.*
9. Ruiz Moya L. (2010 ) . Consumo energético en España. (TEHSA) *(Tecnologías Existentes para el ahorro de agua y energía en ACS Y AFCH de rápida amortización. 1(45).1-45*
10. Salcedo Cobo, E. V. (2011). Influencia del estudio de la tecnología de vacío en tubos sobre la eficiencia para el calentamiento de gua usando la

energía solar. Tesis. *Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Mecánica*

- II.** Secretaría general del departamento de planificación y estudios (16 de julio de 2011.) Análisis del consumo energético del sector residencial en España. (*IDEA*) *Instituto para la diversificación y ahorro de energía.* 1(76)

## **PAGINAS WEB**

- [www.monografias.com/trabajos97/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana.shtml](http://www.monografias.com/trabajos97/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana/analisis-matriz-energetica-ecuatoriana.shtml)
- [www.ecuadorencifras.gob.ec/pobreza-en-ecuador-cierra-el-2013-con-una-caida-de-176-puntos/](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/pobreza-en-ecuador-cierra-el-2013-con-una-caida-de-176-puntos/)
- [www.slideplayer.es/slide/311200/](http://www.slideplayer.es/slide/311200/)
- [www.ecuadoreconomica.com/2011/07/la-pobreza-en-ecuador-mas-alla-de-un.html](http://www.ecuadoreconomica.com/2011/07/la-pobreza-en-ecuador-mas-alla-de-un.html).



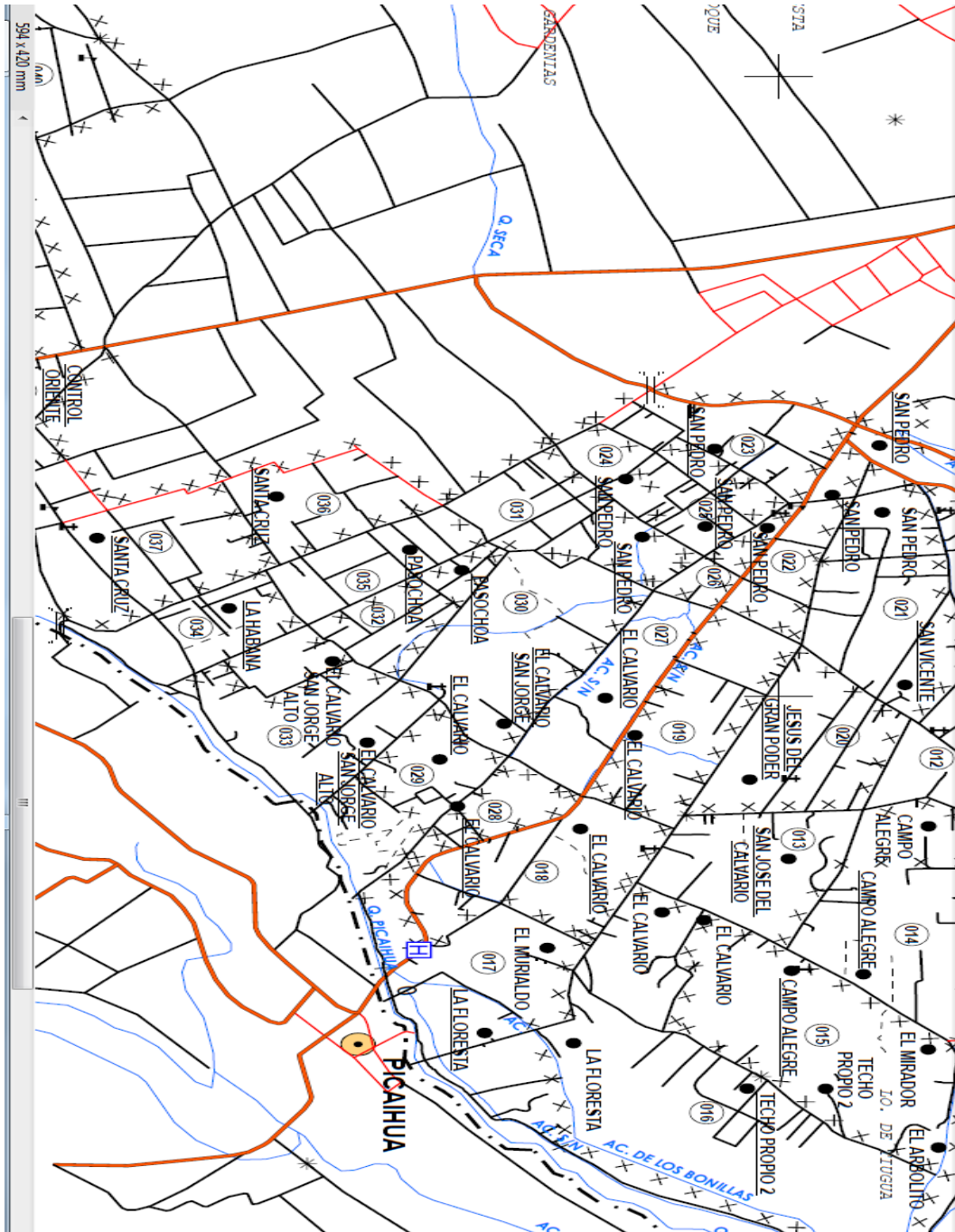
## ANEXO 1

*Encuestas realizadas en la parroquia de Picaihua*



## ANEXO 2

### Ampliación de los sectores encuestados



Fuente; Google Map.

### ANEXO 3

*Población de algunos sectores de Picaihua de acuerdo al número de miembros en el hogar*

**AREA # 180150999023                      36116**

Total de personas del Hogar	Casos	%	Acumulado %
1	18	26,09%	26,09%
2	14	20,29%	46,38%
3	14	20,29%	66,67%
4	4	5,80%	72,46%
5	3	4,35%	76,81%
6	2	2,90%	79,71%
7	12	17,39%	97,10%
12	1	1,45%	98,55%
14	1	1,45%	100,00%
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

**AREA # 180150999024                      36117**

Total de personas del Hogar	Casos	%	Acumulado %
1	7	25,93%	25,93%
2	4	14,81%	40,74%
3	6	22,22%	62,96%
4	2	7,41%	70,37%
5	3	11,11%	81,48%
7	4	14,81%	96,30%
12	1	3,70%	100,00%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

**AREA # 180150999025                      36118**

Total de personas del Hogar	Casos	%	Acumulado %
1	14	30,43%	30,43%
2	5	10,87%	41,30%
3	7	15,22%	56,52%
4	5	10,87%	67,39%
5	4	8,70%	76,09%
6	3	6,52%	82,61%
7	5	10,87%	93,48%
11	1	2,17%	95,65%
12	2	4,35%	100,00%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

**REA # 180150999026 36119**

<b>Total de personas del Hogar</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
1	5	10,87%	10,87%
2	12	26,09%	36,96%
3	9	19,57%	56,52%
4	6	13,04%	69,57%
5	5	10,87%	80,43%
7	7	15,22%	95,65%
11	1	2,17%	97,83%
12	1	2,17%	100,00%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

**AREA # 180150999027 36120**

<b>Total de personas del Hogar</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
1	14	28,57%	28,57%
2	11	22,45%	51,02%
3	5	10,20%	61,22%
4	4	8,16%	69,39%
5	6	12,24%	81,63%
6	2	4,08%	85,71%
7	5	10,20%	95,92%
12	2	4,08%	100,00%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** INEC/ Censo Población y Vivienda (CPV – 2010).Ing. Johana Mozo

## ANEXO 4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO - FACULTAD DE INGENIERÍA  
MECÁNICA

PARROQUIA : PICAIHUA

CANTÓN: AMBATO

PROVINCIA: TUNGURAHUA

### FACTORES DE IDENTIFICACIÓN

NOMBRE

¿Usted utiliza agua caliente para bañarse?

Si

No

¿Qué artefacto utiliza en su vivienda para ducharse?

Ducha eléctrica     Calefón a gas     Leña

¿Cuántas personas viven permanentemente en su hogar?

- 1 persona
- 2 a 5 personas
- De 6 personas en adelante

4 ¿Aproximadamente, ¿Cuántas minutos se demora en bañarse?

10min     15min     20 min

5 ¿Cuántas veces en una semana utiliza la ducha para bañarse?

- 4 días en una semana     5 días en una semana
- 6 días en una semana

6 ¿En caso de tener calefón con qué frecuencia cambia de cilindros de gas mensualmente?

1 vez

2 veces

3 veces.

7 ¿Cree usted que es importante realizar un estudio de costos, entre los sistemas de calentamiento de agua para mejorar su calidad de vida?

SI

NO

No sabe.

## ANEXO 5

### *Propiedades del agua*

Temperatura (°C)	Peso específico $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad dinámica $\eta$ (Pa·s)	Viscosidad cinemática $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
0	9.81	1000	$1.75 \times 10^{-3}$	$1.75 \times 10^{-6}$
5	9.81	1000	$1.52 \times 10^{-3}$	$1.52 \times 10^{-6}$
10	9.81	1000	$1.30 \times 10^{-3}$	$1.30 \times 10^{-6}$
15	9.81	1000	$1.15 \times 10^{-3}$	$1.15 \times 10^{-6}$
20	9.79	998	$1.02 \times 10^{-3}$	$1.02 \times 10^{-6}$
25	9.78	997	$8.91 \times 10^{-4}$	$8.94 \times 10^{-7}$
30	9.77	996	$8.00 \times 10^{-4}$	$8.03 \times 10^{-7}$
35	9.75	994	$7.18 \times 10^{-4}$	$7.22 \times 10^{-7}$
40	9.73	992	$6.51 \times 10^{-4}$	$6.56 \times 10^{-7}$
45	9.71	990	$5.94 \times 10^{-4}$	$6.00 \times 10^{-7}$
50	9.69	988	$5.41 \times 10^{-4}$	$5.48 \times 10^{-7}$
55	9.67	986	$4.98 \times 10^{-4}$	$5.05 \times 10^{-7}$
60	9.65	984	$4.60 \times 10^{-4}$	$4.67 \times 10^{-7}$
65	9.62	981	$4.31 \times 10^{-4}$	$4.39 \times 10^{-7}$
70	9.59	978	$4.02 \times 10^{-4}$	$4.11 \times 10^{-7}$
75	9.56	975	$3.73 \times 10^{-4}$	$3.83 \times 10^{-7}$
80	9.53	971	$3.50 \times 10^{-4}$	$3.60 \times 10^{-7}$
85	9.50	968	$3.30 \times 10^{-4}$	$3.41 \times 10^{-7}$
90	9.47	965	$3.11 \times 10^{-4}$	$3.22 \times 10^{-7}$
95	9.44	962	$2.92 \times 10^{-4}$	$3.04 \times 10^{-7}$
100	9.40	958	$2.82 \times 10^{-4}$	$2.94 \times 10^{-7}$

Fuente :Mott Rober mecánica de fluidos

## ANEXO 6

### Inflación en el Ecuador

Buscar
RADIO RAGE™
Last.fm Latinoamérica
Música en línea
Noticias de música
Letras
Videos musicales

Seleccione otro indicador ▼

**Datos Comparables**

Selección dato a comparar ▼

Fecha Inicial 1990 ▼ Enero ▼

1 ▼

Fecha Inicial 1990 ▼ Enero ▼

1 ▼

FECHA	VALOR
Febrero-28-2015	4.05 %
Enero-31-2015	3.53 %
Diciembre-31-2014	3.67 %
Noviembre-30-2014	3.76 %
Octubre-31-2014	3.98 %
Septiembre-30-2014	4.19 %
Agosto-31-2014	4.15 %
Julio-31-2014	4.11 %
Junio-30-2014	3.67 %
Mayo-31-2014	3.41 %
Abril-30-2014	3.23 %
Marzo-31-2014	3.11 %
Febrero-28-2014	2.85 %
Enero-31-2014	2.92 %
Diciembre-31-2013	2.70 %
Noviembre-30-2013	2.30 %
Octubre-31-2013	2.04 %
Septiembre-30-2013	1.71 %
Agosto-31-2013	2.27 %
Julio-31-2013	2.39 %
Junio-30-2013	2.68 %
Mayo-31-2013	3.01 %
Abril-30-2013	3.03 %
Marzo-31-2013	3.01 %

La inflación es medida estadísticamente a través del Índice de Precios al Consumidor del Área Urbana (IPCU), a partir de una canasta de bienes y servicios demandados por los consumidores de estratos medios y bajos, establecida a través de una encuesta de hogares.

Es posible calcular las tasas de variación mensual, acumuladas y anuales; estas últimas pueden ser promedio o en deslizamiento.

Desde la perspectiva teórica, el origen del fenómeno inflacionario ha dado lugar a polémicas inconclusas entre las diferentes escuelas de pensamiento económico. La existencia de teorías monetarias-fiscales, en sus diversas variantes; la inflación de costos, que explica la formación de precios de los bienes a partir del costo de los factores; los esquemas de pugna distributiva, en los que los precios se establecen como resultado de un conflicto social (capital-trabajo); el enfoque estructural, según el cual la inflación depende de las características

**Indicadores Relacionados**

**Fuente :** [http://contenido.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=inflación](http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflación)



## ANEXO 7

### Tabla de depreciación de equipos

**RESUELVE**

I

Aprobar la tabla de depreciación de equipos eléctricos descrita de la siguiente manera:

**TABLA DE DEPRECIACION DE EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DEPRECIACION ANUAL	AÑOS
ABANICO EXTRACTOR	20%	5
ABANICOS	20%	5
AIRES ACONDICIONADO UNIDADES CENTRALES	10%	10
AIRES ACONDICIONADO VENTANA	10%	10
AIRES ACONDICIONADO SPLIT	10%	10
ALUMBRADO RESIDENCIAL	20%	5
ASPIRADORAS	20%	5
CACEROLA FREIDORA	20%	5
CAFETERAS	20%	5
CALENTADORES DE AGUA	20%	5
COCINAS	20%	5
LICUADORAS	20%	5
MICROWAVE	20%	5
ROSTIZADOR	20%	5
REVERBERO	20%	5
TOSTADOR	20%	5
LAVADORAS DE PLATO Y ROPA	20%	5
PLANCHA DE ROPA	20%	5
MANTENEDORAS	20%	5
REFRIGERADORAS	10%	10
DUCHAS	20%	5
EQUIPOS DE SONIDO	20%	5
MINICOMPONENTES	20%	5
RADIOS	20%	5
TELEVISORES	20%	5
VIDEO GRABADORA	20%	5
CONGELADORES DE USO RESIDENCIAL	20%	5
CONGELADORES DE USO COMERCIAL	20%	5
LAMPARAS DE SODIO	20%	5

Fuente : [www.ine.gov.ni/DAC/consultas/Res\\_Tabla\\_Depreciación\\_Equipos.pdf](http://www.ine.gov.ni/DAC/consultas/Res_Tabla_Depreciación_Equipos.pdf)

## ANEXO 8

Tabla 4.14 Valores de Irradiancia promedio para medio día por fecha de medición.

Fuente: Autor.

No.	DÍA / FECHA	IRRADIANCIA PROMEDIO MEDIO DÍA [W/m <sup>2</sup> ]
1	23/09/2010	392.34
2	24/09/2010	469.86
3	28/09/2010	377.84
4	30/09/2010	355.88
5	05/10/2010	687.08
6	07/10/2010	661.59
7	08/10/2010	216.63
8	12/10/2010	298.83
9	14/10/2010	275.52
10	15/10/2010	458.37
11	21/10/2010	698.58
12	22/10/2010	627.62
13	26/10/2010	516.70
14	28/10/2010	528.60
15	29/10/2010	528.71
16	04/11/2010	631.60
17	05/11/2010	630.47
18	09/11/2010	553.71
19	16/11/2010	306.23
20	23/11/2010	541.51
21	26/11/2010	620.31
22	30/11/2010	334.28
23	21/03/2011	325.67
24	22/03/2011	468.36
25	24/03/2011	688.60

Fuente: Toalombo Rojas B. M (2011)

## ANEXO 9

### *Rugosidad absoluta de Materiales*

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	$\epsilon$ (mm)		$\epsilon$ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015		Fundición asfaltada
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01		Fundición
Tubos estirados de acero	0,0024		Acero comercial y soldado
Tubos de latón o cobre	0,0015		Hierro forjado
Fundición revestida de cemento	0,0024		Hierro galvanizado
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024		Madera
Fundición centrifugada	0,003		Hormigón

Para el cálculo de "f" existen múltiples ecuaciones. a continuación se exponen las más importantes para el cálculo de

### **Fuente:**

[www.miliarium.com/Prontuario/MedioAmbiente/aguas/pérdidasCargaasp](http://www.miliarium.com/Prontuario/MedioAmbiente/aguas/pérdidasCargaasp).

## ANEXO 10

### *Características técnicas polipropileno*

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIPROPILENO (PP)
Alargamiento a la rotura	%	DIN 53455	650
Conductividad térmica	W/Km	DIN 52612	0,22
Coefficiente de dilatación térmica de 20°C a 50°C	m/m K		150·10 <sup>-6</sup>
Coefficiente de Fricción			0,4
Densidad	g/cm <sup>2</sup>	DIN 53479	0,91
Dureza a la bola	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53456	
Dureza "Shore"		DIN 53505	D73
Módulo de elasticidad	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53457	1.300
Punto de fusión	°C	ASTM D789	164
Resistencia Superficial		DIN 53482	5·1013
Resistencia al impacto	KJ/m <sup>2</sup>	DIN 53453	10
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455	33
Temperatura máxima de uso	°C	NORMAL	100
	°C	CON PUNTAS	140
Temperatura mínima de uso	°C		-10

**Fuente :** [wwwplasticbages.comcaracterísticaspolipropileno.html](http://wwwplasticbages.comcaracterísticaspolipropileno.html)

## ANEXO 11

*Tabla orientativa de vida útil de los bienes*

	DESCRIPCION	OTRA DESCRIPCION	VIDA UTIL (AÑOS )
1	ABLANDADORA DE AGUA		10
2	ABRIDORA P/SOBRES		5
3	ACEITERA		10
4	ACONDICIONADOR DE AIRE		10
5	ACOPLADO TANQUE		10
6	ACOPLADO TOLVA		10
7	AFILADORA		20
8	AGITADOR DUAL		10
9	AGITADOR MAGNETICO		10
10	AGITADOR ORBITAL		10
11	AGUJEREADORA DE PIE		10
12	AGUJEREADORA MANUAL		5
13	ALACENA		10
14	ALARMA		10
15	ALISADORA		10
16	ALTAVOZ		3
17	ALTOPARLANTE		3
18	ALZADA		10
19	AMOLADORA ANGULAR		10
20	AMOLADORA DE BANCO		20
21	AMOLADORA DE PIE		20
22	AMPLIFICADOR AUDIO		5
23	AMPLIFICADOR P/TRANSMISOR/REC.		5
24	ANAFAE A GAS		10

109	CAJA P/DOCUMENTOS		10
110	CAJA P/ELECTRICIDAD EXTERIOR		20
111	CAJA P/HERRAMIENTAS		10
112	CAJA REGISTRADORA		5
113	CAJONERA		10
114	CAJONERA		10
115	CALCULADORA ELECTRONICA		5
116	CALDERA DE VAPOR		10
117	CALDERA DE VAPOR P/TINTORERIA		15
118	CALDERA P/CALEFACCION		15
119	CALEFACTOR ELECTRICO	Estufa Quarzo	3
120	CALEFACTOR ELECTRICO		3
121	CALEFON		7
122	CALENTADOR FLUIDO TERMICO		20
123	CAMA HOSPITALARIA		5

**Fuente:** [http://www.ttn.gov.ar/normas/norma\\_11\\_3.htm](http://www.ttn.gov.ar/normas/norma_11_3.htm)

## ANEXO 12

### *Calentamiento de agua.*

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			
Temperatura del agua de entrada (° C): 17,5		Velocidad del Viento (m/s): 2,1	
Humedad Relativa: 33,77		Hora de inicio: 10:00	
Condiciones Atmosférica: Cielo despejado con presencia de sol.			
CALENTADOR SOLAR CON TUBOS AL VACIO			
Tiempo	Temperatura agua	Incremento de	Energia
Horas (h)	almacenada (° C)	energia (KJ)	Almacenada (KJ)
10:00	17,5	0	0
10:15	19	1379,4	1379,4
10:30	22	2758,8	4138,2
10:45	24	1839,2	5977,4
11:00	26	1839,2	7816,6
11:15	27,5	1379,4	9196
11:30	30,5	2758,8	11954,8
11:45	32,5	1839,2	13794
12:00	34	1379,4	15173,4
12:15	36	1839,2	17012,6
12:30	37,5	1379,4	18392
12:45	40,5	2758,8	21150,8
13:00	41,5	919,6	22070,4
13:15	44	2299	24369,4
13:30	45,5	1379,4	25748,8
13:45	47	1379,4	27128,2
14:00	49	1839,2	28967,4
14:15	50,5	1379,4	30346,8
14:30	52	1379,4	31726,2
14:45	54	1839,2	33565,4
15:00	56	1839,2	35404,6
15:15	57	919,6	36324,2
15:30	58	919,6	37243,8
15:45	60,5	2299	39542,8
16:00	61,17	616,132	40158,9

**Fuente:** Salcedo Cobo, E. V. (2011). *Tesis*

## ANEXO 13

*Eficiencia instantanea.*

**Tabla 4-3** Eficiencia instantánea.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA MECANICA					
Temperatura del agua de entrada (° C): 17,5			Velocidad del Viento (m/s): 2,1		
Humedad Relativa: 33,77			Hora de inicio: 10:00		
Condiciones Atmosférica: Cielo despejado con presencia de sol					
CALENTADOR SOLAR CON TUBOS AL VACIO					
Tiempo Horas (h)	Radiación solar (W/m <sup>2</sup> )	Temperatura Ambiente (° C)	Temperatura agua almacenada (° C)	T. media agua Almacenada (° C)	Eficiencia instantánea
10:00	457,95	22,9	17,5		
10:15	490,27	23,2	19	18,3	
10:30	526,83	23,5	22	20,5	
10:45	551,25	24,0	24	23,0	0,862
11:00	569,73	24,4	26	25,0	0,859
11:15	596,28	24,6	27,5	26,8	0,857
11:30	609,82	25,1	30,5	29,0	0,854
11:45	625,08	25,5	32,5	31,5	0,851
12:00	636,32	26,0	34	33,3	0,849
12:15	633,22	26,4	36	35,0	0,847
12:30	620,1	27,0	37,5	36,8	0,845
12:45	604,43	27,3	40,5	39,0	0,842
13:00	583,07	27,0	41,5	41,0	0,837
13:15	565,1	26,5	44	42,8	0,833
13:30	545,4	26,0	45,5	44,8	0,827
13:45	517,47	25,6	47	46,3	0,822
14:00	492,47	25,2	49	48,0	0,816
14:15	465,07	24,6	50,5	49,8	0,809
14:30	435,05	24,1	52	51,3	0,801
14:45	407,7	23,5	54	53,0	0,791
15:00	379,85	23,1	56	55,0	0,780
15:15	357,3	22,8	57	56,5	0,770
15:30	341,63	22,5	58	57,5	0,763

49

15:45	322,85	22,1	60,5	59,3	0,751
16:00	308,58	21,6	61,17	60,8	0,739

**Fuente:** Salcedo Cobo, E. V. (2011). *Tesis*

## ANEXO 14

Ji cuadrada/ chi cuadrada / $\chi^2$

<b>Grados libertad</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>0,025</b>	<b>0,01</b>	<b>0,005</b>
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30
13	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82
14	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32
15	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80
16	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27
17	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72
18	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16
19	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58
20	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00
21	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40
22	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80
23	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18
24	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56
25	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93
26	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29
27	36,74	40,11	43,19	46,96	49,65
28	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99
29	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34
30	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67
40	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77
50	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49
60	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95
70	85,53	90,53	95,02	100,43	104,21
80	96,58	101,88	106,63	112,33	116,32
90	107,57	113,15	118,14	124,12	128,30
100	118,50	124,34	129,56	135,81	140,17

Fuente:<http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Series/MBE04/5266>



## ANEXO 15

### Calentador de agua solar

[EC-ENERGY](#)  
[Calentador de agua solar](#)  
[Calentador presurizado](#)  
[Paneles solares foto voltaicos](#)

[Galería Fotográfica](#)

#### Sistemas de caída de gravedad

Descargar Ahora

Descargar



Calentadores de agua por medio de energía solar

Este sistema es el más económico y de más alto rendimiento del mercado en la mejor marca. Con este sistema usted puede tener agua caliente las 24 horas del día.

200 litros máximo 5 personas 750.00  
250 litros máximo 7 personas 850.00  
300 litros máximo 9 personas 950.00

#### EC-ENERGY

**Lenin Gavilanez**  
[ec-energy@hotmail.com](mailto:ec-energy@hotmail.com)

**Cell Movi 0995379025**  
**Cell Claro 0992409929**

**Dirección Cantón Mocha Barrio El Rey Av. El Rey**  
**Cubrimos todo el país, para un mejor servicio**

**Fuente:** [energy.galeon.com](http://energy.galeon.com)

## ANEXO 16



Por las diferentes condiciones climáticas en ECUADOR este equipo cuenta con un controlador digital que monitoriza constantemente la generación de calor del panel solar, controla la cantidad de agua acumulada, activa una resistencia eléctrica en caso de que no haya tenido sol suficiente para generar el agua caliente. Este controlador viene con un sensor de volumen y de temperatura una electro valvula para el control de llenado

Controlador solar 110 Vca consumo menor a 5 Wh

Resistencia eléctrica 110 Vca consumo 1500 Wh (5 VECES MENOR QUE LA DUCHA ELÉCTRICA)



Garantía

1 año en instalación y accesorios

20 a 30 Años de vida Útil

- \*Precio incluido instalación
- \*Mantenimiento de por vida
- \*Repuestos

Fuente: [energy.galeon.com](http://energy.galeon.com)

## Anexo 17

### 6.7.1 Tubos al vacío

El tubo consiste de 2 tubos, uno exterior y uno interior en donde se encuentra el vacío. El exterior está hecho de vidrio de borosilicato transparente de alta resistencia, el tubo interior tiene una excelente absorción de la energía solar. Está también hecho de vidrio de borosilicato y recubierto de nitrato de aluminio, con mínimas propiedades de reflexión.

### 6.7.2 Construcción

#### 6.7.2.1 Termotanque

Aquí se acumulará el agua, el termotanque fue construido con diferentes tipos de materiales: el tanque interior está construido de acero inoxidable AISI 316 de espesor de 0,5 mm, para evitar efectos corrosivos. El mismo está cubierto con poliuretano para reducir las pérdidas de calor en un gran porcentaje porque su coeficiente de conductividad térmica es bajo y posteriormente se lo recubrió con acero galvanizado ASTM A 653 CS.

Tabla 6-11 Datos del termotanque

TERMOTANQUE	
Diámetro externo	472 mm
Diámetro interno	37 mm
Capacidad	170 lt
Materiales	Acero inoxidable AISI 316, Poliuretano, Acero galvanizado ASTM 653 CS

**Fuente:** Salcedo Cobo, E. V. (2011). *Tesis*

## ANEXO 18



**Datos Comparables**

Selección dato a comparar:

Fecha Inicial:

Fecha Inicial:

Seleccione otro indicador ▼

FECHA	VALOR
Marzo-31-2015	3.76 %
Febrero-28-2015	4.05 %
Enero-31-2015	3.53 %
Diciembre-31-2014	3.67 %
Noviembre-30-2014	3.76 %
Octubre-31-2014	3.98 %
Septiembre-30-2014	4.19 %
Agosto-31-2014	4.15 %
Julio-31-2014	4.11 %
Junio-30-2014	3.67 %
Mayo-31-2014	3.41 %
Abril-30-2014	3.23 %
Marzo-31-2014	3.11 %
Febrero-28-2014	2.85 %
Enero-31-2014	2.92 %
Diciembre-31-2013	2.70 %
Noviembre-30-2013	2.30 %
Octubre-31-2013	2.04 %
Septiembre-30-2013	1.71 %
Agosto-31-2013	2.27 %
Julio-31-2013	2.39 %
Junio-30-2013	2.68 %
Mayo-31-2013	3.01 %
Abril-30-2013	2.02 %

La inflación es medida estadísticamente a través del Índice de Precios al Consumidor del Área Urbana (IPCU), a partir de una canasta de bienes y servicios demandados por los consumidores de estratos medios y bajos, establecida a través de una encuesta de hogares.

Es posible calcular las tasas de variación mensual, acumuladas y anuales; estas últimas pueden ser promedio o en deslizamiento.

Desde la perspectiva teórica, el origen del fenómeno inflacionario ha dado lugar a polémicas inconclusas entre las diferentes escuelas de pensamiento económico. La existencia de teorías monetarias-fiscales, en sus diversas variantes; la inflación de costos, que explica la formación

Fuente: [http://contenido.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=inflacion](http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion)