



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD, PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, COMO
ALTERNATIVA ENERGÉTICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE
AGUA CALIENTE SANITARIA, EN CENTROS DE SALUD TIPO
B, SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS.**

Angel Estuardo De Leon Navarro

Asesorado por la Inga. Maria del Rosario Colmenares Samayoa

Guatemala, marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD, PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, COMO
ALTERNATIVA ENERGÉTICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE
AGUA CALIENTE SANITARIA, EN CENTROS DE SALUD TIPO
B, SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR:

**ANGEL ESTUARDO DE LEON NAVARRO
ASESORADO POR LA INGA. MARIA DEL ROSARIO
COLMENARES SAMAYOA**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de Lòpez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Jose Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejia
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de De León
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B, SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 11 de agosto de 2008.



Angel Eduardo De Leon Navarro



Guatemala, 7 de julio de 2008

Ingeniera: Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería, USAC
Presenta

Respetable Ingeniera Norma Sarmiento:

Por este medio le informo que he revisado el informe final del proyecto de ejercicio profesional supervisado E.P.S. llamado "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD, PARA LA IMPLENETACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B, SAN MIGUEL IXTAHUCÁN, SAN MARCOS", del estudiante ANGEL ESTUARDO DE LEON NAVARRO, de la carrera de Ingeniería Industrial.

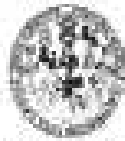
Estando de acuerdo con el contenido del mismo.

Atentamente,

Inga. María del Rosario Colmenares Samayoa
Asesora
Colegiado No 2706



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 20 de noviembre de 2008.
Ref EPS-D-691, 11.08.

Inga. Norma Elena Samayoa Zecbo de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Firmada Ingeniera Samayoa Zecbo

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (EPS) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, ANGELO ESTUARDO DE LEON NAVARRO, procedí a revisar el informe final, cuyo título es "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B, SAN MIGUEL INTAHUACÁN, SAN MARCOS".

En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, subscindiéndole desde el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato saludarme.

Atentamente,

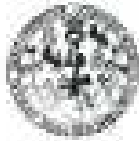
"Dios y Libertad o Justicia"

Inga. Sigrid Astor Calderón De León de Torres
Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHSC/01

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 30 de noviembre de 2008.
Ref:EPS/D.691.11.08.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Gómez Rivera,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B, SAN MIGUEL INTAHUACÁN, SAN MARCOS" que fue desarrollado por el estudiante universitario, ANGEL ESTUARDO DE LEON NAVARRO quien fue debidamente asesorado por la Inga. María del Rosario Colmenares y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de De León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora y de la Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darme el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente,

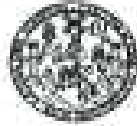
"Ver y Escuchar es Justicia"


Inga. Norma Elena Sarmiento Zucchi de Sarmiento
Directora Ejecutiva de EPS



NISX/m


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B, SAN MIGUEL INTAHUACÁN, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario Angel Estuardo De Leon Navarro, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

¡D Y ENSEÑAD A TODOS!

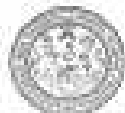

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2009.

ingp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.041-09

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B, SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario Angel Estuardo De León Navarro autoriza la impresión del mismo.

IMPRIMASE.

Ing. Murphy Olimario Peiz Recinos
DECANO



Guatemala, marzo de 2009

icc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1 GENERALIDADES DEL “MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL”	1
1.1 Actividades operativas	1
1.2 Visión	3
1.3 Misión	3
1.4 Estructura organizacional	3
1.5 Funciones	5
1.6 Metas	5
2 MARCO TEÓRICO	7
2.1 Fuentes de energía	7
2.1.1 Energía renovable	8
2.1.2 Energía no renovable	8
2.2 Energía solar	9
2.2.1 Captación térmica	10
2.2.2 Energía solar térmica	11
2.3 Instalaciones solares térmicas	11
2.3.1 Instalaciones por termosifón	12
2.3.2 Instalaciones por circulación forzada.	13
2.4 Captador solar plano	15
2.5 Captador por tubos al vacío	16

3	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL SOBRE PROYECTOS NUEVOS, DEL MINISTERIO DE SALUD Y ASISTENCIA SOCIAL, Y SITUACIÓN ACTUAL ENERGÉTICA EN GUATEMALA.	17
3.1	Diagnóstico FODA de la situación actual.	19
3.2	Unidad de Planificación Estratégica Ministerio de Salud.	21
3.2.1	Organigrama institucional.	22
3.3	Información del Distrito de Salud de San Miguel Ixtahuacan, San Marcos	22
3.3.1	Características de la población.	23
3.3.2	Situación de los edificios.	24
3.3.3	Situación de salud del distrito de salud de San Miguel Ixtahuacán.	27
3.4	Análisis de atención a la población.	28
3.5	Situación actual, energética en Guatemala	32
3.5.1	Costos actuales de energía en Guatemala.	39
3.6	Definición de problemas en el equipo solar térmico.	41
4	PROPUESTA DE USO DE ENERGIA SOLAR COMO ALTERNATIVA ENERGETICA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B.	44
4.1	Estudio de mercado	44
4.1.1	El área de mercado.	44
4.1.2	Comportamiento de la demanda.	53
4.1.3	Comportamiento de la oferta.	69
4.1.4	Comportamiento de los precios.	70
4.2	Estudio técnico.	72
4.2.1	Dimensionamiento del equipo.	72
4.2.2	Diseño del equipo.	92
4.2.3	Distribución del equipo en el edificio:	103
4.3	Estudio de Impacto Ambiental	113
4.3.1	Ubicación geográfica del proyecto.	113

4.3.2	Origen y fuentes de la demanda de energía.	118
4.3.3	Descripción técnica.	120
4.3.4	Utilización de recursos naturales.	129
4.3.5	Situación ambiental del área	131
4.3.6	Identificación de riesgos y amenazas.	135
4.3.7	Plan de seguridad ambiental.	136
4.4	Estudio económico.	137
4.4.1	Determinación de ingresos (ahorro energético).	138
4.4.2	Análisis de costos.	150
4.4.3	Depreciación del equipo.	153
4.4.4	Flujo de efectivo.	154
4.4.5	Índices financieros.	159
4.4.6	Período de recuperación.	165
4.4.7	Propuesta de inversión	170

5 IMPLEMENTACION DE PROPUESTA DE USO DE CAPTADORES SOLARES COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B, DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL.

		172
5.1	Idea de implementación del proyecto	172
5.2	Procedimiento de instalación del equipo.	173
5.2.1	Forma de instalación.	173
5.2.2	Recomendaciones generales.	180
5.2.3	Recomendaciones generales de transporte.	181
5.2.4	Medidas de seguridad.	181
5.3	Manual de mantenimiento y uso de equipo.	182
5.3.1	Recomendaciones de uso del equipo.	183
5.3.2	Indicaciones de mantenimiento.	184
5.4	Capacitaciones de los usuarios del equipo.	185
5.5	Información de resultados.	193

CONCLUSIONES	200
RECOMENDACIONES	202
BIBLIOGRAFÍA	204
APÉNDICE	207

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1	Estructura organizacional MSPAS	4
2	Instalación térmica por termosifón	13
3	Instalación térmica por circulación forzada	13
4	Captador solar plano	15
5	Captador solar por tubos al vacío	16
6	Diagrama <i>Ishi- Kawa</i> , análisis mal estado de centros de salud	26
7	Análisis de árbol, mala atención a la población	29
8	Porcentaje de tasa de crecimiento de Guatemala %	50
9	Tasa de crecimiento poblacional, San Miguel Ixtahuacán	51
10	Formulario visitas centros de salud tipo B.	56
11	Crecimiento poblacional, San Miguel Ixtahuacán	60
12	Estufa de tres piedras	33
13	Consumo de leña (1990-1999)	35
14	Sistema por termosifón	73
15	Sistema CHROMAGEN	92
16	Diseño del equipo	Error! Bookmark not defined.
17	Diseño de acumulador	95
18	Diseño captador solar plano	96
19	Componentes de la estructura de soporte (vista lateral)	99
20	Componentes de la estructura de soporte (vista trasera)	99
21	Inclinación del equipo	101
22	Plano centro de salud tipo B(1) San Miguel Ixtahuacán	103
23	Plano centro de salud tipo B (2) San Miguel Ixtahuacán	104
24	Sección A ubicación de equipo	106
25	Sección B, ubicación de equipo	107
26	Sección C, ubicación de equipo	108
27	Equipo solar térmico (EST)	109

28	Área de ocupación sección A	110
29	Área de ocupación sección B	111
30	Área de ocupación sección C	112
31	Mapa de Guatemala	113
32	Nor-Occidente de Guatemala	114
33	Mapa del departamento de San Marcos	117
34	Requisitos exigidos en las Especificaciones técnicas a los captadores solares	121
35	Intercambiadores de calor	123
36	Funcionamiento básico de una Instalación solar	126
37	Instalación por termosifón	127
38	Zonas climatológicas Guatemala	140
39	Estructura montada.	174
40	Detalle 1	176
41	Detalle 2	177
42	Detalle 3	178
43	Detalle 4	178
44	Detalle 5	179
45	Detalle 6	179

TABLAS

I	Diagnóstico FODA situación actual	20
II	Registro de partos en el distrito de salud	28
III	Características de la población de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos	47
IV	Grupos etarios de la población de San Miguel Ixtahuacán	48
V	Proyecciones de población	48
VI	Causas de morbilidad en el Centro de Salud de San Miguel Ixtahuacán	52
VII	Atención de pacientes en el año 2004	54
VIII	Registro de partos en el distrito de salud	55
IX	Proyecciones de población de San Miguel Ixtahuacán	59
X	Índices de crecimiento poblacional Miguel Ixtahuacán	60
XI	Consumo de ACS trabajadores Centro de Salud	62
XII	Consumo de ACS	63
XIII	Consumo de ACS atención de partos	63
XIV	Demanda energética mensual	66
XV	Proyección demanda energética mensual	67
XVI	Recursos para generación de energía Guatemala	33
XVII	Consumo estimado de leña, 1985-1999	35
XVIII	Costos actuales de energía en Guatemala.	40
XIX	Proveedores colectores térmicos solares, Guatemala.	70
XX	Análisis de precios	71
XXI	Demanda diaria de ACS año 2027	75
XXII	Dimensionamiento de acumuladores	77
XXIII	Dimensionamiento de acumuladores (2)	78
XXIV	Combinación de acumuladores	79
XXV	Combinaciones de modelos por costos	84
XXVI	Combinación acumuladora óptima.	86

XXVII	Eficiencias de los captadores solares	89
XXVIII	Análisis eficiencias de las alternativas	90
XXIX	Características de sistemas térmicos solares	92
XXX	Especificaciones técnicas del equipo	93
XXXI	Especificaciones técnicas del acumulador	95
XXXII	Características colector solar plano	97
XXXIII	Componentes de la estructura de soporte	98
XXXIV	Riesgos y amenazas ambientales	135
XXXV	Demanda anual	139
XXXVI	Temperatura media °C estación E37	141
XXXVII	Cálculo demanda anual Kwh	143
XXXVIII	Ahorro energético, energía eléctrica	144
XXXIX	Ahorro energético, gas propano	146
XL	Ahorro energético, gas propano	149
XLI	Costos de inversión	151
XLII	Depreciación del equipo	153
XLIII	Flujo de efectivo (energía eléctrica)	154
XLIV	Flujo de efectivo (energía gas propano)	156
XLV	Flujo de efectivo (energía biomasa)	158
XLVI	Período de recuperación (energía eléctrica)	166
XLVII	Período de recuperación (gas propano)	167
XLVIII	Período de recuperación (biomasa)	169
XLIX	Costos de Inversión	170
L	Resumen índices financieros	171

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
UPRISAL	Unidad Ejecutora de Infraestructura de Proyectos en Salud.
ACS	Agua caliente sanitaria.
UPE	Unidad de planificación estratégica.
CEE	Coefficiente de eficiencia energética
COP	Coefficiente de operación
CO ₂	Dióxido de carbono
Cp	Calor específico
dB	Decibel
GLP	Gas licuado del petróleo
Hrs.	Horas
J	Joul
Kg.	Kilogramo
kWh	Kilowatt hora
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
Q.	Quetzal (moneda Guatemala)
W	Watt
W / m ² K	Transmitancia
°C	Grados centígrados
°K	Grados kelvin

RESUMEN

El siguiente trabajo consta de cinco capítulos, los cuales tienen como finalidad la presentación del proyecto denominado, estudio de prefactibilidad, para la implementación de energía solar, como alternativa energética, para la producción de agua caliente sanitaria, en centros de salud tipo B, aplicado al centro de salud tipo B, de San Miguel Ixtahuacán en el departamento de San Marcos.

Esta investigación tiene como fin analizar, y crear un marco de referencia para la utilización de energía, para uso de centros de salud tipo B, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el cual servirá como muestra de los beneficios de la utilización de este tipo de energía.

Con este proyecto, se propone la utilización de captadores solares, para la utilización de agua caliente sanitaria, con el fin de apoyar a la población, brindando un mejor servicio en las instalaciones de los centros de salud del país, sin necesidad de utilizar leña, gas, electricidad, etc., El beneficio económico verá a largo plazo, en un tiempo aproximado de año y medio, ya que los costos de operación y mantenimiento serán mínimos y podrán ser absorbidos por la unidad de salud, que cuenta con un presupuesto reducido para su funcionamiento.

El cambio sustancial en la producción de energía está íntimamente ligado con la introducción masiva de las energías renovables. Por sus propias características, ellas están asociadas a un desarrollo industrial y social más autóctono y menos sujeto a los vaivenes de la economía global. El uso de la energía solar térmica ya tiene la madurez tecnológica suficiente como para ocupar un nicho importante dentro del sistema energético, especialmente en el sector residencial.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de prefactibilidad, sobre la implementación de energía solar, para la producción de agua caliente sanitaria, en centros de salud tipo B, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Específicos:

1. Establecer un estudio que sirva de referencia, para normalizar el uso de captadores solares, para calentamiento de agua, en centros de salud tipo B.
2. Determinar la cantidad de demanda de agua caliente, en cada centro de atención de salud, a través de un estudio de mercado, así como las posibles variaciones que puedan existir de éstas, o imprevistos con el paso de los años.
3. Realizar un estudio técnico para implementar captadores solares, en el Centro de atención Materno Infantil, en San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, para el uso de agua caliente, y que éste sirva como referencia para utilizar en otras unidades de salud que tengan las mismas características.
4. Establecer los beneficios ambientales de este proyecto, a través de un estudio de impacto ambiental, haciendo conciencia a la sociedad de la misma, en este caso la utilización del sol como fuente alterna de energía.
5. Definir mediante un estudio financiero, los beneficios que se obtienen a largo plazo implantando nuevas fuentes de energía.
6. Hacer un programa para crear un sistema de control y mantenimiento de los captadores solares, para la duración y la perfecta eficiencia del mismo.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consolida la planificación del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) que se realizó en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en la Unidad de Planificación Estratégica, la cual está encargada de los distintos centros de salud del país, así como para la instalación, control y seguimiento de los mismos.

El capítulo número uno, generalidades del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, hace mención de la estructura en global del Ministerio, mencionando las funciones, actividades, operaciones, misión y visión, del mismo, así como el papel que tiene ante la sociedad.

El capítulo número dos, marco teórico, en esta sección se presenta una introducción para el lector de toda la temática teórica, la cual sirve para la comprensión de los capítulos siguientes, ahondando en el uso de fuentes de energía renovable, en este caso particular la energía solar térmica, como uso para agua caliente sanitaria, definiendo todas las características técnicas, que tiene el equipo y el diseño del equipo, así como el funcionamiento del mismo.

El capítulo número tres, diagnóstico de la situación de proyectos nuevos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, y situación energética en Guatemala, define el problema a tratar en el proyecto, y su aplicación al Ministerio de Salud de Salud Pública y Asistencia Social, el funcionamiento de la sección encargada de la planificación de las construcciones nuevas en los servicios de salud, así como el estado en que se encuentran éstos.

El capítulo cuatro propuesta de uso de energía solar como alternativa energética en centros de salud tipo B, tiene como finalidad, definir las generalidades para la implementación de captadores solares, por medio de:

Estudio de mercado, sobre cantidad de demanda energética en los centros de salud tipo B; estudio técnico, para la implementación de captadores solares, en centros de salud tipo B; estudio de Impacto Ambiental, sobre el uso de captadores solares, en centros de salud; estudio financiero, sobre los beneficios de uso de esta alternativa energética.

El capítulo cinco, implementación de propuesta de uso de captadores solares como alternativa energética, en centros de salud tipo b, consta de la realización de manual de usuario y de mantenimiento del equipo a implementar, así como de las medidas de seguridad para la instalación del mismo.

1 GENERALIDADES DEL “MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL”

En el siguiente capítulo se mencionan las generalidades del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, enfatizando la planificación estratégica.

1.1 Actividades operativas

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en sus diferentes actividades incluye en el programa de transición de gobierno del año 2008, según el lineamiento estratégico, las siguientes:

- Desarrollar un Sistema Nacional de Salud, en el cual se ejerza de manera efectiva las funciones de regulación, financiamiento y provisión de servicios de salud.
- Mejorar los indicadores básicos de salud para reducir la mortalidad a efecto de lograr las metas de salud establecidas en los Objetivos de desarrollo del milenio, con énfasis en la reducción de la mortalidad materna e infantil.
- Fortalecer la red de servicios de Salud: para mejorar el acceso de los servicios de salud. Mejorar la capacidad de respuesta de los establecimientos públicos de salud, a fin que se pueda lograr una atención de calidad, y se garantice la continuidad del proceso asistencial.
- Desarrollar un marco institucional coordinado para el financiamiento de la salud, con el fin de mejorar la protección social y financiera de las familias, así como la efectividad y equidad en el uso de

recursos dentro del sistema, que establezca los mecanismos de asignación, que procure el incremento de los recursos financieros para inversión en salud

- Reorientar el modelo de atención hacia la promoción de estilos de vida saludables, la prevención de enfermedades y la prestación de servicios efectivos y satisfactorios para la recuperación y rehabilitación de la salud.
- Desarrollar el recurso humano en salud para que responda, en disponibilidad, competencias e identidad cultural, a las necesidades de salud y su distribución territorial, a las orientaciones del modelo de atención y a las regulaciones e incentivos del sistema de salud.
- Organizar un sistema de gestión territorial de la salud que dé respuesta específica a las necesidades de los habitantes, y sea coordinado por las formas participativas del gobierno local.

Las actividades pendientes, en el programa de transición de gobierno 2008, según el lineamiento estratégico son las siguientes:

- Asegurar e incrementar el financiamiento al sector salud.
- Promover la aprobación de la ley general de salud.
- Crear el sistema coordinado de salud.
- Avanzar en el cumplimiento de las metas del milenio.
- Lograr el acceso universal a servicios de salud.
- Implementación de la reorganización del MSPAS.
- Ampliación de la infraestructura sanitaria.

1.2 Visión ¹

Para el año 2007:

El sector de salud trabaja coordinadamente con énfasis en la salud preventiva, recibe recursos que se utilizan con equidad, calidad, eficiencia, y transparencia.

Para el año 2011:

El sector de salud ha consolidado un modelo de atención integral en la salud de la población con equidad, calidad, eficiencia y transparencia.

Para el año 2015:

La población guatemalteca posee y tiene acceso a un sistema de prevención y atención de la salud, con criterios de solidaridad, subsidiaridad, equidad, calidad, eficiencias y transparencia.

1.3 Misión²

En el plan estratégico de salud 2004-2008, se establece que la misión es conducir, regular, promover y garantizar la salud de la población.

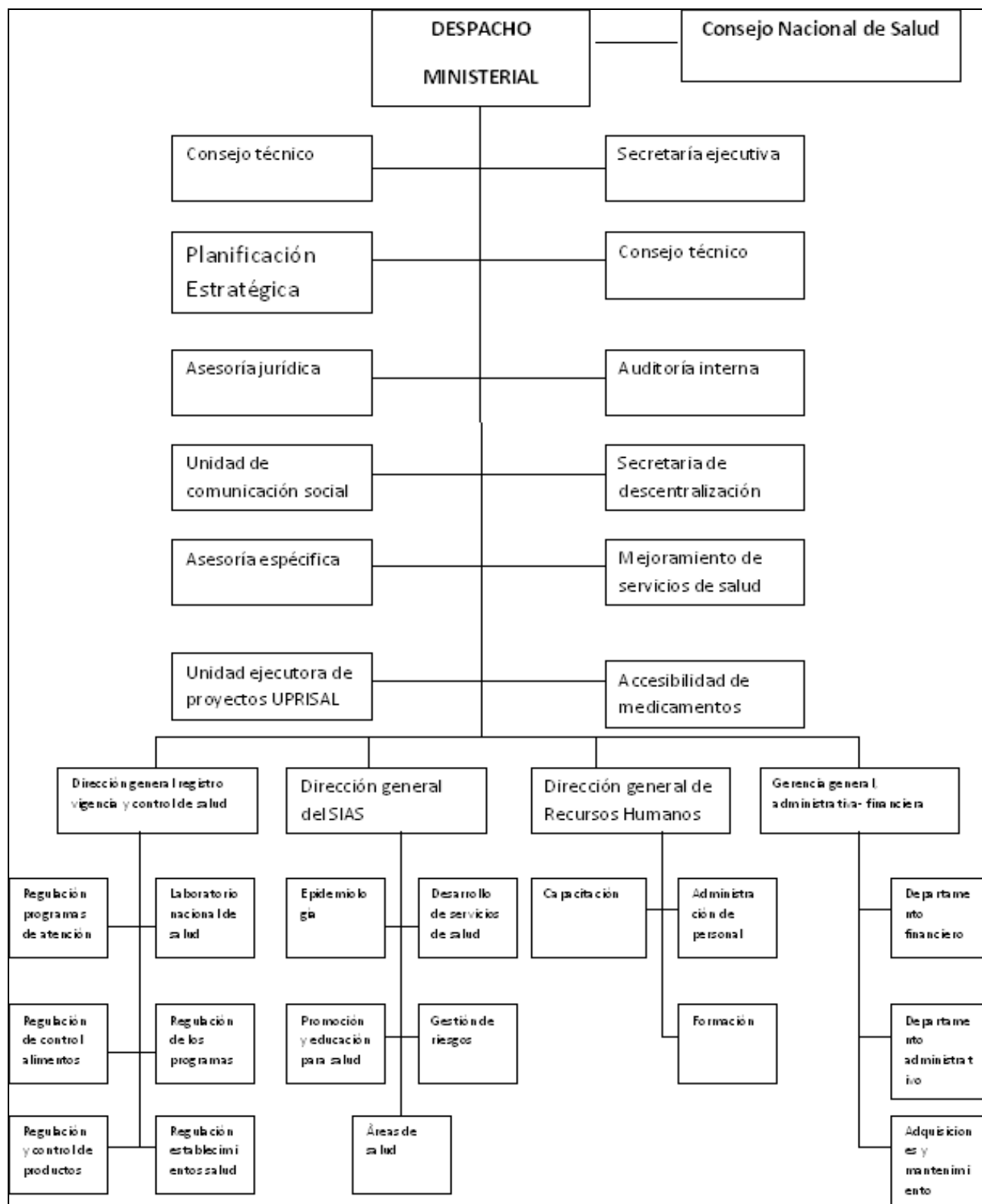
1.4 Estructura organizacional

La estructura organizacional del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social se muestra en la figura 1.

¹ *La visión:* Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, plan estratégico, administración 2008,2012

² *La misión:* Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Figura 1. Estructura organizacional MSPAS



Fuente: MSPAS

1.5 Funciones

Las funciones del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social son formular las políticas y hacer cumplir el régimen jurídico relativo a la salud preventiva y curativa a las acciones de protección, promoción, recuperación y rehabilitación de la salud física y mental de los habitantes del país y a la preservación higiénica del medio ambiente, a la orientación y coordinación de la cooperación técnica y financiera en salud y a velar por el cumplimiento de los tratados y convenios internacionales relacionados con la salud en caso de emergencia por epidemias y desastres naturales y, a dirigir en forma descentralizada el sistema de capacitación y formación de los recursos humanos del sector salud

1.6 “Metas”³

Como parte del programa de transición de gobierno de 2008, los principales desafíos institucionales, que se plantean como metas para el siguiente gobierno son los siguientes:

- Garantizar a la población de menores recursos una atención en salud gratuita, universal y de calidad.
- Reducir las tasas de mortalidad materna e infantil.
- Contribuir a la reducción de la desnutrición infantil.

³ **Metas:** Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, plan estratégico, administración 2008-2012

- Reducir la incidencia de enfermedades infecciosas (prevalentes, emergentes y reemergentes), transmitidas por vectores, zoonóticas y crónicas degenerativas.
- Garantizar la accesibilidad a medicamentos de calidad, seguros y eficaces.
- Ampliar y fortalecer la infraestructura, equipamiento básico y dotación de insumos a la red de servicios de salud.
- Incrementar la proporción del gasto fiscal en salud como parte del presupuesto general de la República.
- Desarrollo de los recursos humanos en salud.
- Reforma del sector salud.
- Modernización institucional.
- Desconcentración y descentralización política de la salud.

2 MARCO TEÓRICO

Este capítulo contiene toda la información necesaria, sobre los diferentes tipos de energía que existen, enfatizando sobre la utilización y aprovechamiento de la energía solar térmica.

2.1 Fuentes de energía

Las fuentes de energía son elaboraciones naturales complejas de las que el hombre puede extraer energía para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad.

Las fuentes de energía principalmente usadas, desde la revolución industrial hasta estos días, han sido los combustibles fósiles; por un lado el carbón para alimentar las máquinas de vapor industriales y de tracción ferrocarril así como los hogares, y por otro, el petróleo y sus derivados en la industria y el transporte (principalmente el automóvil), si bien éstas convivieron con aprovechamientos a menor escala de la energía eólica, hidráulica, la biomasa, etc.

Dicho modelo de desarrollo, sin embargo, está abocado al agotamiento de los recursos fósiles, sin posible reposición pues serían necesarios períodos de millones de años para su formación.

A finales del siglo XX se comenzó a cuestionar el modelo energético imperante por dos motivos:

- Los problemas medioambientales suscitados por la combustión de combustibles fósiles, como los episodios de smog de grandes urbes como Londres o Los Ángeles, o el calentamiento global del planeta.

- Los riesgos del uso de la energía nuclear, puestos de manifiesto en accidentes como Chernóbil.

Se propone entonces el uso de energías limpias, es decir, aquellas que reducen drásticamente los impactos ambientales producidos.

2.1.1 Energía renovable

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes. Entre las primeras:

- El Sol: energía solar.
- El viento: energía eólica.
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica.
- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El calor de la Tierra: energía geotérmica.
- Las olas: energía undimotriz.

Las contaminantes (que son las realmente renovables, es decir, que se renuevan) se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), bien convertida en bioetanol o biogás, mediante procesos de fermentación orgánica o en biodiésel, mediante reacciones de transesterificación.

2.1.2 Energía no renovable

Se denomina energías no renovables, temporales o agotables, a todas aquellas fuentes de energía, que su utilización, es superior a su ritmo de formación.

Entre estas fuentes de energía se menciona:

- Energía fósil.
- Energía extraída de árboles (leña).
- Gas, etc.

2.2 Energía solar

La energía solar es obtenida directamente del Sol. La radiación solar incidente en la Tierra puede aprovecharse por su capacidad para calentar o directamente a través del aprovechamiento de la radiación en dispositivos ópticos o de otro tipo. Es un tipo de energía renovable y limpia, lo que se conoce como energía verde.

La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es superior a los 1000 W/m^2 en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia.

La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones.

2.2.1 Captación térmica

Se entiende por captación térmica de la energía solar al procedimiento de transformación de la energía radiante del sol en calor o energía térmica, nos referimos a aplicaciones de la energía solar a baja temperatura cuando la energía térmica que se obtiene se utiliza para temperaturas inferiores a 80 °C.

Se pretende de esta forma obtener a partir del sol una energía que podemos utilizar en aplicaciones térmicas: calentar agua sanitaria, usos industriales, calefacción de espacios, calentamiento de piscinas, secaderos, etc.

- *Principio de funcionamiento*

Cuando se expone una placa metálica al sol, se calienta, pero si además esta placa es negra, la energía radiante del sol es absorbida en mayor medida. Cuando se calienta la placa negra ésta aumenta su temperatura con lo cual empieza a perder calor por los distintos mecanismos: por conducción a través de los soportes que lo sujetan, por convección a través del aire que le rodea y por radiación.

Al colocar un cristal entre la placa absorbedor y el sol ocurre que, como el cristal es transparente a la radiación solar pero es opaco a la radiación infrarroja, no deja pasar la radiación de mayor longitud de onda que emite la placa al calentarse.

De esta forma se produce una “trampa energética de radiaciones” que impide que la energía radiante que ha atravesado el vidrio vuelva a salir; esta trampa constituye el denominado efecto invernadero. El vidrio también evita el

contacto directo de la placa con el aire ambiente con lo que, además, se evitarán las pérdidas por convección antes referidas.

2.2.2 Energía solar térmica

La energía solar térmica o energía termosolar consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor que puede aprovecharse para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, calefacción o para producción de energía mecánica y a partir de ella, de electricidad. Adicionalmente puede emplearse para alimentar una máquina de refrigeración por absorción, que emplea calor en lugar de electricidad para producir frío con el que se puede acondicionar el aire de los locales.

- *Producción de agua caliente*

En cuanto a la generación de agua caliente para usos sanitarios, hay dos tipos de instalaciones: las de circuito abierto y las de circuito cerrado. En las primeras, el agua de consumo pasa directamente por los colectores solares. Este sistema reduce costos y es más eficiente (energéticamente hablando), pero presenta problemas en zonas con temperaturas por debajo del punto de congelación del agua, así como en zonas con alta concentración de sales que acaban obstruyendo los paneles.

2.3 Instalaciones solares térmicas

Es una instalación que aprovecha la energía solar, para la producción de agua caliente.

La importancia de este tipo de instalaciones, radica en que el potencial energético es enorme, al ser una energía limpia en su producción y consumo, pero además de ello dicho consumo es gratuito.

2.3.1 Instalaciones por termosifón

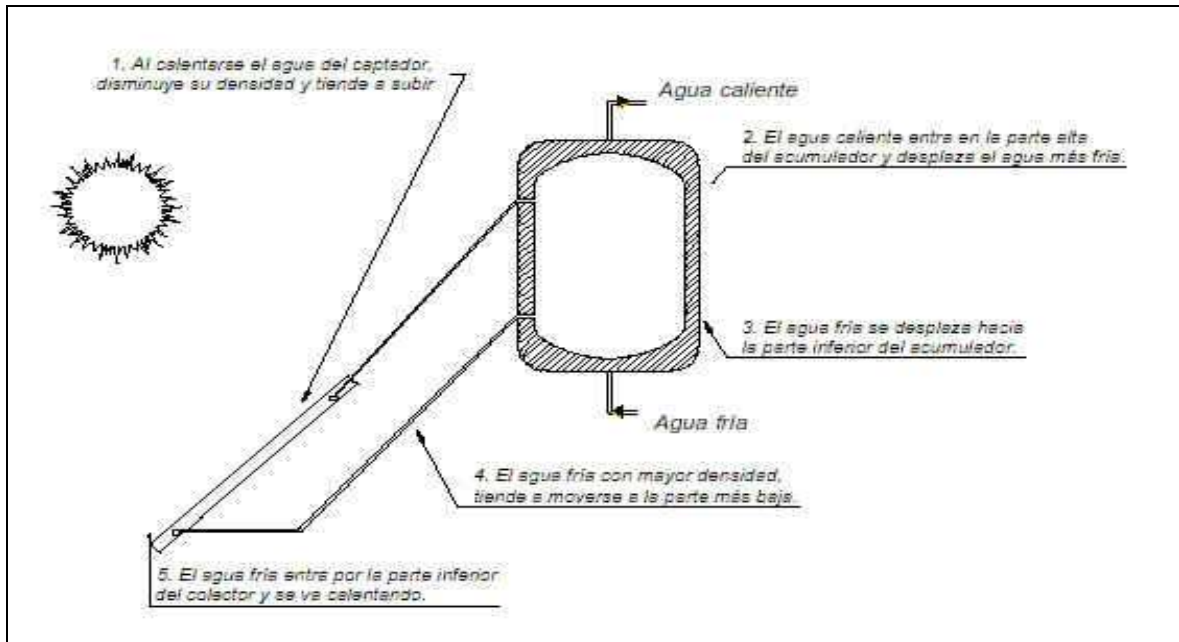
Estas funciones se pueden complementar con la producción de energía térmica mediante un sistema convencional. En cualquier instalación solar térmica se denomina circuito primario al circuito hidráulico formado por los colectores y las tuberías que los unen al acumulador, y es el encargado de recoger la energía térmica del colector y transferirla al acumulador solar directamente o a través de un intercambiador de calor. Por el circuito secundario siempre circula agua de consumo.

La transferencia de energía solar al agua del acumulador se realiza por la circulación del fluido contenido en el circuito primario. Este se calienta a su paso por los colectores y se enfría cuando pasa a través del sistema de intercambio, al transmitir el calor al agua del consumo. El agua caliente del sistema de acumulación queda almacenada y dispuesta para ser consumida.

Cuando la temperatura del agua caliente solar es inferior a la del consumo, sobre unos 45°, el sistema de energía auxiliar se encarga de realizar el calentamiento adicional hasta alcanzar la temperatura deseada.

En la figura 2 se demuestra el trabajo de un sistema de instalación térmica por termosifón, en el cual al calentarse el agua en el captador, disminuye su densidad y tiende a subir, en la parte alta, el agua caliente desplaza al agua fría, desplazando esta a la parte inferior del acumulador, a su vez el agua fría con mayor densidad, baja por el captador solar, y entra por la parte inferior del colector completado el ciclo.

Figura 2. Instalación térmica por termosifón

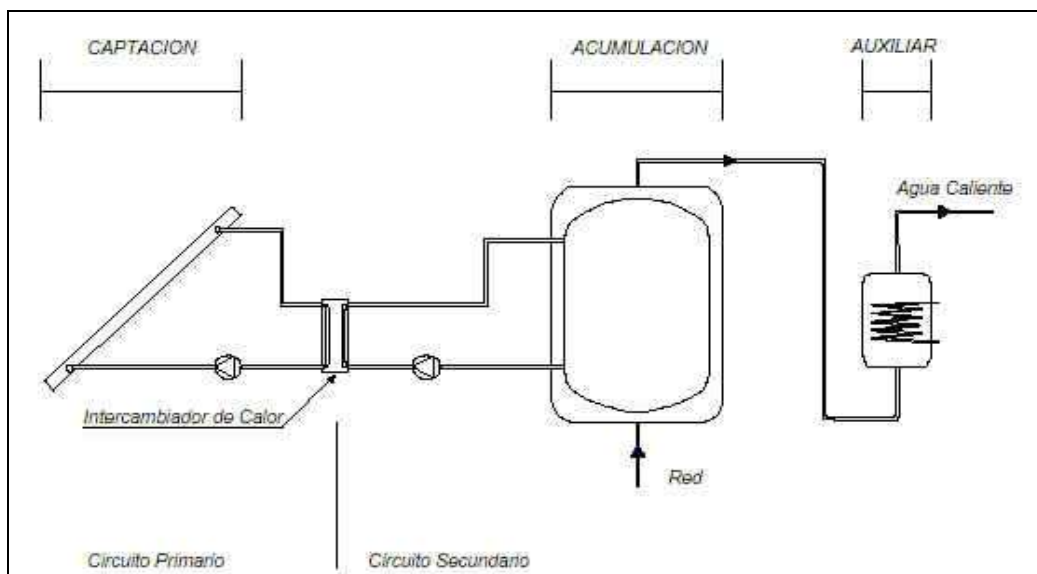


Fuente: Fernández José M, Manual energía solar, página 25

2.3.2 Instalaciones por circulación forzada.

En la figura 3, se muestra el diagrama de una instalación para acs, por circulación forzada, el cual se divide en tres partes, un circuito primario un circuito secundario y un sistema auxiliar.

Figura 3. Instalación térmica por circulación forzada



Fuente: Fernández José M, Manual energía solar, página 30.

En las instalaciones por circulación forzada, es necesario un sistema de intercambio, y un sistema de bombeo, para por medio de fricción calentar el agua, y poder hacerla circular por medio del bombeo, este tipo de sistema trabaja de la siguiente manera:

El circuito primario, principalmente, está formado por el colector, y un intercambiador de calor, su funcionamiento es el de captar la energía recibida del sol, y a su vez, calentar un calo portador, el cual circula de manera cerrada, por todo el circuito primario, hasta llegar al intercambiador de calor, este calo portador, puede ser glicol, o cualquier otro tipo de material liquido, que pueda conducir el calor captado por el captador.

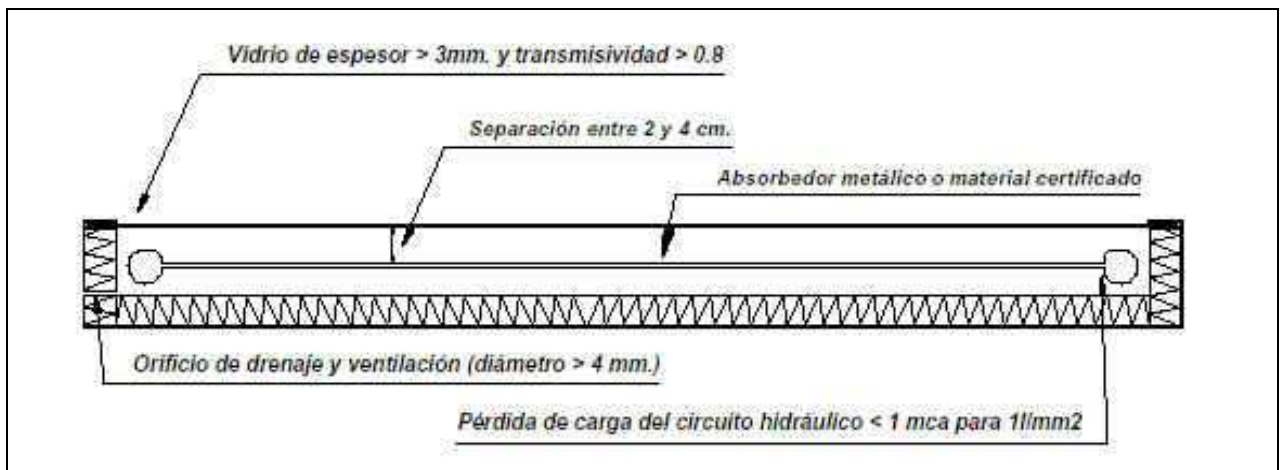
El circuito secundario está formado por el acumulador, el cual varia dependiendo a la cantidad de demanda energética que pueda existir, y el intercambiador de calor. En este circuito el agua fluye sale de la parte baja del acumulador, fluyendo por las tuberías hasta llegar al intercambiador este recibe en la parte baja el agua fría. Esta al hacer el contacto con el calor portador, se calienta, saliendo por la parte alta del intercambiador de calor agua caliente, que fluye hasta el acumulador. Aquí, por diferencia de densidades, el agua caliente se mantiene en la parte alta, por lo que la salida de agua caliente queda en la parte alta del acumulador, lista para ser utilizada.

El sistema auxiliar es cualquier otro sistema para temporadas muy bajas de temperatura, el cual puede ser eléctrico o de gas. Para el caso de Guatemala, no es necesario, ya que en este país, no se sufre de temporadas de temperaturas muy bajas, o cambios de temperatura demasiados grandes, por lo que, un sistema por circulación forzada, o un sistema por termosifón no requieren de un sistema auxiliar.

2.4 Captador solar plano

Si se completa el conjunto de la placa absorbedora con el vidrio aislándolo por la parte posterior y por los laterales se consigue que la placa pierda menos calor y, por tanto, aumente su temperatura. Si a la placa se adhiere un serpentín o un circuito de tubos por la que se pueda circular un fluido se habrá conseguido que el fluido aumente su temperatura al circular por la placa con lo que se estará evacuando la energía térmica de la placa. El fluido caliente se podrá conducir a través de un circuito hidráulico hasta donde se quiera. Si todo el conjunto anterior se encierra en una caja para sujetar todos los componentes y evitar que se deterioren por los agentes exteriores se habrá realizado el denominado captador solar plano.

Figura 4. Captador solar plano.



Fuente: Fernández José M, Manual energía solar, página 32.

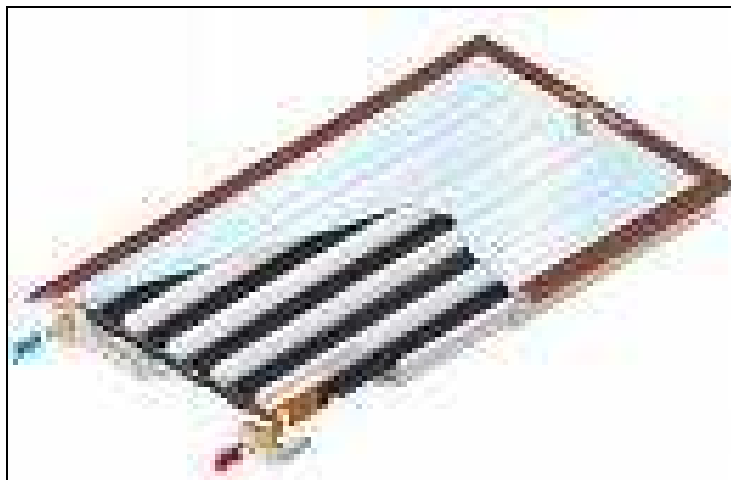
En la figura 4, se muestra el diagrama de un captador solar plano, así como sus dimensiones básicas y sus partes.

2.5 Captador por tubos al vacío

Estos captadores difieren, de los captadores planos, en que estos comprenden unos tubos al vacío, que pasan por todo el colector solar, tomando el calor, o energía calorífica, que se encuentra en el mismo.

No son muy recomendables, ya que estos, son de difícil manejo, y transporte, ya que son más frágiles, y delicados, lo cual puede provocar pérdidas monetarias.

Figura 5. Captador solar por tubos al vacío



Fuente: Fernández José M, Manual energía solar, página 32.

En la figura 5, se muestra la forma de un captador solar plano, por tubos al vacío, difiriendo del captador solar, por la forma de transmitir el calor, por el colector.

3 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL SOBRE PROYECTOS NUEVOS, DEL MINISTERIO DE SALUD Y ASISTENCIA SOCIAL, Y SITUACIÓN ACTUAL ENERGÉTICA EN GUATEMALA.

Este diagnóstico tiene como propósito definir la situación actual de la Unidad de Planificación Estratégica del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, tomando en cuenta el tema de ahorro energético en nuevas construcciones, así como, labora esta unidad, como se encuentra organizada y cuales son sus funciones.

Por otra parte, se analiza la situación del municipio de San Miguel Ixtahuacan, para establecer el estado, de cómo se encuentra este municipio y en si su centro de salud tipo B.

3.1 Diagnóstico FODA de la situación actual.

El análisis FODA⁴ se enfoca en la utilización de energía renovable, en este caso energía solar, para uso de agua caliente sanitaria, en centros de atención de salud, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Las fortalezas se definen, como la aceptación del proyecto por la población y los usuarios del mismo, así como los beneficios económicos, y las debilidades se definen, como la negativa de la unidad de planificación estratégica, o la falta de flexibilidad hacia este tipo de proyectos.

Las oportunidades se definen como la visión de crecimiento del proyecto, y los beneficios económicos a largo plazo, y las amenazas, se definen por el entorno en que actúa el proyecto, y los riesgos que pueda tener.

⁴ *Analisis FODA*: Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas

Tabla I Diagnóstico FODA situación actual

<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>La preocupación por las autoridades de uso de tecnología, para obtención de nuevas fuentes de energía.</i> • <i>Una de las fortalezas del país es su ubicación geográfica en el globo terráqueo, ya que posee un clima tropical, con lo que reduce la utilización de energía durante el invierno.</i> 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ahorro económico con el paso del tiempo, el cual puede ser utilizado para otros proyectos, así como beneficios ambientales, para la sociedad.</i> • <i>Al tener éxito la implementación, se propone estandarización del proyecto, para edificaciones utilizadas en el MSPAS, en este caso, para centros de salud.</i> • <i>Reconocimiento de la sociedad sobre el avance en términos de ahorro de energético o nuevas fuentes de energía.</i> • <i>El uso de energía renovable, es un tema del cual la mayoría de la población mundial muestra preocupación, y no es la excepción Guatemala, ya que define beneficios para toda la población.</i>
<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Falta de flexibilidad de la unidad de planificación estratégica del Ministerio de Salud Pública, en términos de nuevas técnicas de construcción.</i> • <i>Pérdida de apoyo económico por parte de las entidades encargadas de la planificación estratégica de proyectos.</i> • <i>Alto precio de los captadores solares, pueden detener la inversión si no se analiza debidamente la propuesta.</i> 	<p>AMENZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>El deterioro del equipo utilizado en el centro de salud aplicado, por la falta de limpieza del mismo, o falta de atención de las personas que lo utilizaran, puede bajar el rendimiento del mismo.</i> • <i>Los posibles cambios climáticos que surjan a nivel mundial, que modifiquen las características ambientales del territorio guatemalteco.</i> • <i>El uso desmedido de la cantidad de agua sanitaria necesaria en el centro de salud, el cual podría disminuir la utilización de la misma, debilitaría los cálculos del proyecto.</i> • <i>Desconfianza en nuevas tecnologías, y falta de apoyo de las autoridades correspondientes.</i>

Fuente: Datos propios

El anterior análisis FODA, genera una idea, de cómo las nuevas técnicas para el aprovechamiento de diversas fuentes de energía, puede ser aceptada o negada por el Ministerio de Salud Pública, en la implementación para sus centros de atención de salud, así como el impacto que este pueda tener para la sociedad, y los beneficios tanto económicos como ambientales del mismo.

3.2 Unidad de Planificación Estratégica Ministerio de Salud.

La Unidad de Planificación Estratégica del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, es una entidad que depende del Despacho Ministerial del MSAPAS. Esta unidad cuenta con el departamento de proyectos y evaluación, quienes son los encargados, de autorizar la creación de toda la infraestructura que se va a construir a nivel nacional.

El departamento de proyectos tiene a su cargo diseñar, evaluar y autorizar todos los proyectos, que puedan presentarse, siendo estos, hospitales de región, hospitales de distrito, maternidades cantorales, clínicas periféricas, hospitales de área, hospitales de referencia nacional, hospitales especializados, puestos de salud, centros de salud tipo A, y centros de salud tipo B.

Esta unidad tiene a su cargo, darle seguimiento a todos los proyectos realizados por el Ministerio de Salud Pública y otras instituciones como FONAPAZ, para velar por ellos, y que se administre el presupuesto de la mejor manera, para que cada uno de las infraestructuras realizadas, funcionen de la mejor manera.

En la Unidad de Planificación Estratégica, se manejan muchos proyectos, pero no todos los que se planean, se ponen en marcha, ya que tienen que pasar por varios escalones para ser aprobados, esto causa atrasos,

e inclusive, pérdidas de grandes ideas que podrían ser aplicadas en el proyecto.

La flexibilidad es una de las características que no cuenta la mayoría de organizaciones institucionales publicas y esta no es la excepción, ya que para la realización de un proyecto el tiempo para la aprobación del mismo es bastante largo, y cada período o cambio de gobierno, los proyectos no se terminan o quedan al olvido.

3.2.1 Organigrama institucional.

La Unidad de Planificación Estratégica, del Ministerio de Salud Pública, se encuentra de acuerdo al organigrama del MSPAS localizada como se muestra en la figura 1, estructura organizacional MSPAS, página 4.

Problema detectado: La unidad de planificación estratégica, en su función de control, equipamiento y construcción de nuevas edificaciones para el servicio de salud, no es flexible, en la parte de desarrollo, tanto tecnológico, como de servicio, lo cual genera perdidas económicas a largo plazo, perdidas que podrían ser destinadas a cualquier otro tipo de proyecto de salud, o enfocarse a la calidad de servicio, que necesita la población guatemalteca.

3.3 ⁵Información del Distrito de Salud de San Miguel Ixtahuacan, San Marcos

El Municipio de San Miguel Ixtahuacán fue fundado aproximadamente el 8 de agosto de 1200, municipio del departamento de San Marcos, su municipalidad de 3a. categoría. Área aproximada 184 km².

⁵ **Información del distrito de salud:** INE, Instituto Nacional de Estadística.

Colinda al norte con Concepción Tutuapa (S. M.: San Gaspar Ixchil e Ixtahuacán (Hue.); al este con Santa Bárbara (Hue.); al sur con Tejutla y Comitancillo (S. M.); al oeste con Concepción Tutuapa (S. M.).

Se encuentra ubicado a 64 kilómetros al norte de la Cabecera Departamental, y a 314 kilómetros de la Capital. Etimológicamente hablando, el nombre del Municipio se deriva de "Extacán", que significa "Se fue el Agua de las Culebras", ya que al parecer, en la antigüedad, en la Cabecera Municipal, había una laguna donde habitaban muchas serpientes. Un día los pobladores abrieron zanjas y el agua corrió hacia lugares más bajos y las serpientes tuvieron que irse porque ya no fue un lugar adecuado para vivir.

El Municipio de San Miguel Ixtahuacán se ha desarrollado mucho en la actualidad, después del descubrimiento de tierras productoras de minerales ricos, y ha mejorado su comercio, carreteras, salud, trabajo, etc.

La cabecera municipal se comunica con la Cabecera Departamental de San Marcos, por medio de una carretera de terracería que se mantiene en la actualidad transitable para vehículos de doble tracción. Por el lado norte de la cabecera municipal se comunica con los Municipios de San Gaspar Ixchil, Malacatancito y la cabecera departamental de Huehuetenango, por medio de una brecha donde transitan vehículos de doble tracción, es especial.

3.3.1 Características de la población.

El municipio de San Miguel Ixtahuacán, del departamento de San Marcos, dista de 69 kilómetros, de la cabecera departamental, San Marcos, la carretera es de terracería, la cual se encuentra en malas condiciones. Para llegar a la población resulta de manera más fácil, y cómodo realizarlo por el departamento de Huhuetenango.

3.3.2 Situación de los edificios.

Las imágenes de las condiciones de los centros de salud tipo B, de region de occidente, se muestran en el Anexo 4, *instalaciones de centro de salud tipo b, región occidente.*

(ver anexo 4, instalaciones de centro de salud tipo B)

El Centro de Salud, de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos fue construido por la Municipalidad de este municipio, (siendo este terminado en el mes de noviembre del año 2002), diseñado y supervisado por la Unidad Ejecutora de Infraestructura de Proyectos en Salud – UPRISAL –. No obstante lo reciente de la construcción el edificio, presenta rajaduras en las paredes y filtraciones en la losa lo que ha contribuido a su deterioro.

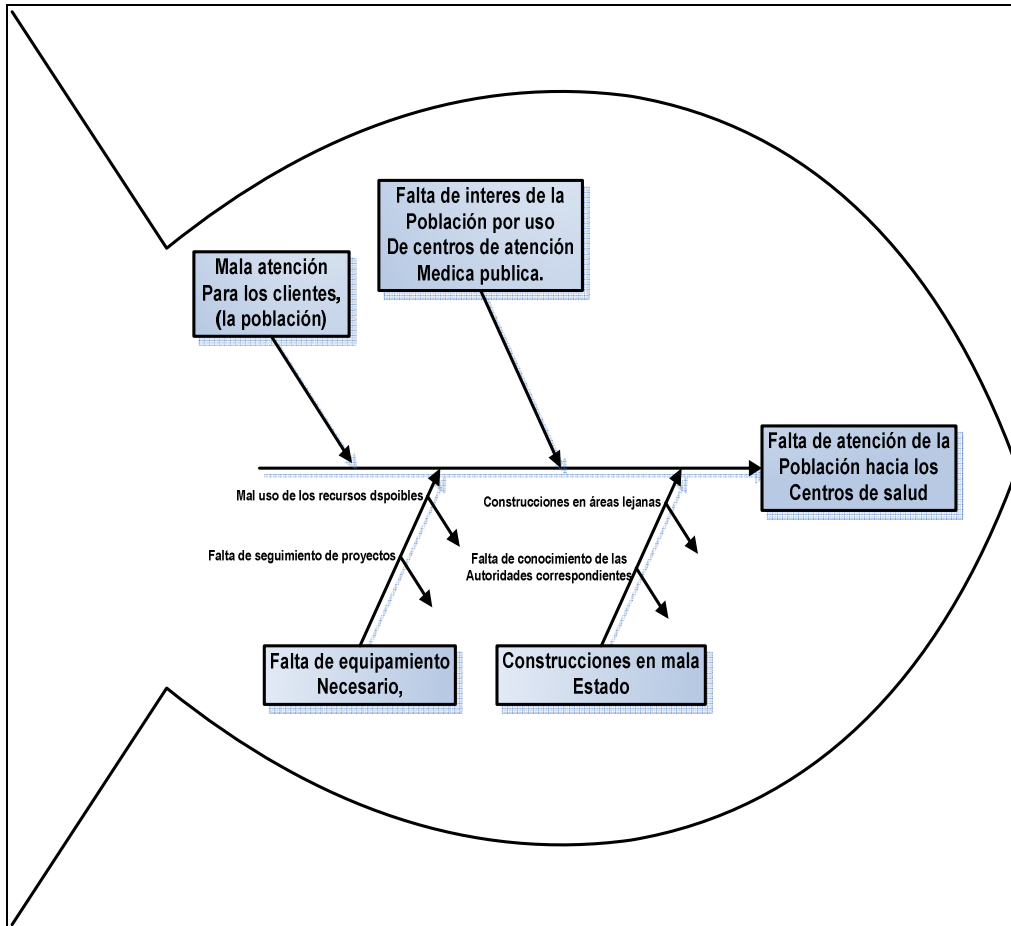
El Centro de Salud funciona, con personal, mobiliario, y equipo de un puesto de salud, por lo cual limita la calidad de atención de la población del municipio.

Actualmente, el centro de salud se encuentra en un proyecto de ampliación del mismo, de ser un centro de salud tipo B, a ser un Centro de atención Materno Infantil, CAIMI, el cual, por iniciativa de la compañía Montana, que labora en esta región, y será financiado por el mismo, como parte de un programa de apoyo a la población de este municipio, ha ofrecido ayuda monetaria para el mejoramiento de este Centro de Salud.

Para el desarrollo del proyecto, existen diversas limitantes, que hacen difícil la implementación del mismo debido a distintos factores, siendo estos:

- Lejana accesibilidad de la región.
- Problema de transporte.
- Costumbres distintas.
- Problemas de comunicación
- Accesibilidad de la tecnología.
- Transporte de equipamiento.
- Diversidad cultural.
- Falta de educación.
- Falta de conocimiento de las autoridades correspondientes.

Figura 6. Diagrama Ishi- Kawa, análisis mal estado de centros de salud



Fuente: Datos propios

El análisis anterior, señala las causas y los efectos, que tienen como problema principal, la ausencia de la población en el uso de los centros de atención de salud del gobierno.

Entre las causas se mencionan:

- El mal manejo del uso de los recursos disponibles.
- Falta de seguimiento de los proyectos.
- Las construcciones muy alejadas.
- Y la falta de conocimiento de las autoridades, sobre la situación y las necesidades de la población.

3.3.3 Situación de salud del distrito de salud de San Miguel Ixtahuacán.

Al año 2004 tienen registrado en el Centro de Salud una población de 36,974 habitantes, distribuidas en 86 comunidades (al año 2002, de acuerdo a un censo nacional eran de 29,658 habitantes), con una producción al año 2004 de: 9,386 pacientes nuevos, 13,891 pacientes para primeras consultas, 2,961 pacientes para reconsultas, 182 pacientes para emergencias, para un total de 26,420 pacientes en el año 2,004.

3.3.3.1 Atención de partos.

Los partos para el año 2004, con relación al año 2003, aumentaron en un 17.2%. Se considera que los partos sin intervención son considerables (17.4%). Las referencias a los hospitales solo se dieron en 9 casos (0.6%), 5 al Hospital de Huehuetenango y 4 a Hospital de San Marcos.

Tabla II Registro de partos en el distrito de salud, *San Miguel Ixtahuacan*.

No.	Tipo de atención	Número de partos	
		2003	2004
1	En el centro de salud	8	7
2	Comadrona	902	1130
3	Empírica	69	51
4	Sin intervención	257	252
5	Referencia:		
6	Hospital de Huhuetenango		5
7	Hospital de San Marcos		4
	TOTAL	1236	1449

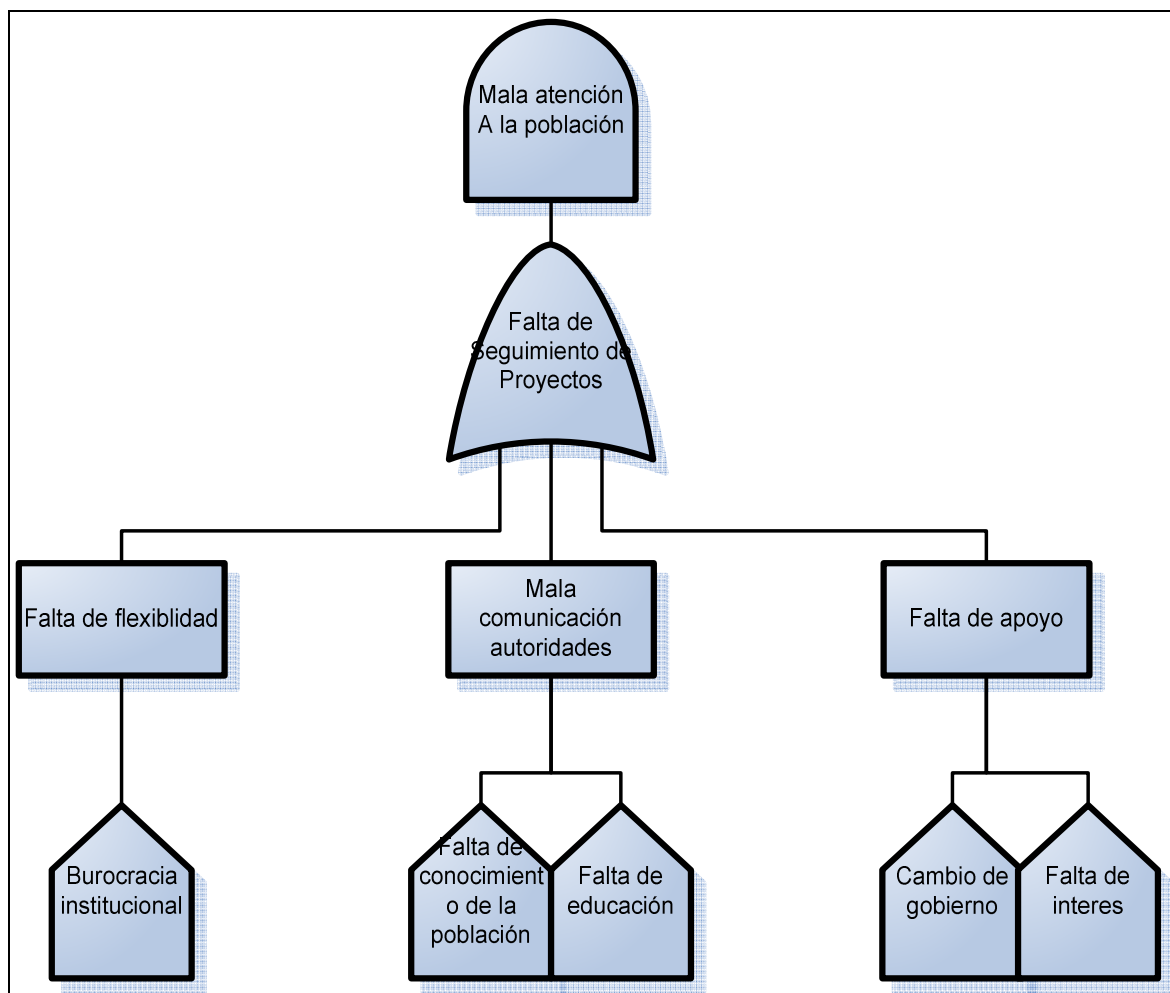
Fuente: Distrito de salud de San Miguel Ixtahuacan.

Analizando la Tabla II, se denota, la falta de confianza de la población por el uso de los servicios de salud, en este caso para la atención de partos, aunque podría darse este fenómeno por las costumbres que pueda tener la población, el propósito de los proyectos de desarrollo para este tipo de instalaciones de servicio de salud, es incrementar la llegada de clientes y pacientes, y poder brindarles un mejor servicio.

3.4 Análisis de atención a la población.

En la figura 8 se analiza por medio del diagrama de árbol, las situaciones que definen, la mala atención que siente la población que se acerca a los centros de atención de salud, definida de la siguiente manera:

Figura 7. Análisis de árbol, mala atención a la población



Fuente: datos propios

Lo analizado con anterioridad se determinó de la siguiente forma:

- **Mala atención a la población:** esta se determina a través de preguntas a los pacientes, por medio de encuestas a la población que atiende a los centros de salud (ver apéndice AP-1, encuesta centros de salud), que cuenta el Ministerio de Salud Pública, que en su mayoría, presentan quejas sobre la atención brindada.

De la encuesta realizada a 50 personas, los resultados hacia la pregunta sobre la atención brindada en los centros de salud es la siguiente:

- 32 personas malo
- 13 personas bueno
- 5 personas excelente

Esta encuesta fue realizada en centro de salud tipo B, del área de occidente.

- Falta de seguimiento de proyectos: esta rama del análisis de árbol se determina por medio de revisiones a proyectos anteriores, y el seguimiento que han tenido cada uno de estos, los cuales en su gran mayoría pierden un seguimiento.
- Falta de flexibilidad: la falta de flexibilidad, se identifica por medio de los comentarios de los trabajadores del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, así como las demostraciones realizadas en los centros de salud, sobre la falta de flexibilidad de la institución hacia nuevos proyectos.
- Mala comunicación hacia las autoridades: según encuestas (Apéndice AP-1 encuestas centros de salud) realizadas a la población es el sentir por la mayoría de los asistentes a centros de atención de salud pública.

A la pregunta realizada sobre la población comunica a las autoridades su desacuerdo o acuerdo a la atención brindada en los

centros de atención de salud, o las mejoras que podrían realizarse de 50 personas entrevistadas 45 personas respondieron que no y 5 que si.

- Falta de apoyo: esto se debe al cambio de gobierno que se realiza cada cuatro años, históricamente, siempre el apoyo se limita hacia proyectos nuevos.

Entre los factores iniciales que causan una mala atención a la población se menciona:

- Burocracia institucional, este factor se encuentra por experiencias de la población interna de los centros de atención de salud a la población ya que para realizar cualquier procedimiento, se deben de seguir demasiados pasos.
- Falta de conocimiento de la población, la población no esta comunicada de sus deberes y de sus responsabilidades en temas de salud.
- Falta de educación, es difícil especialmente en el área rural, lograr comunicarse con personas que no saben leer o no hablan español, sobre temas de salud.
- Cambios de gobierno, estos se realizan cada 4 años, y cada cambio se pierden proyectos.
- Falta de interés de las autoridades.

Todo esto genera mala atención hacia los proyectos, que pueden generar desarrollo tanto para las comunidades como para las instituciones.

3.5 Situación actual, energética en Guatemala

Guatemala es un país que cuenta con una gran cantidad de recursos naturales de tipo renovable, los cuales tienen un gran potencial energético. La fuente energética de mayor demanda en el país es la leña; se estima que la cobertura forestal del país alcanza los 37.000 km², o sea, un 34% de la superficie nacional, con una tasa de deforestación de 2,1% anual

En Guatemala se utiliza la biomasa en diversas formas, tal es el caso de la leña, cogeneración con bagazo de caña, biodigestión y otras.

⁶El balance energético nacional muestra que en el consumo nacional de energía, la leña constituye el 63% del consumo final de energía. Le sigue en importancia el diesel con el 12%; las gasolinas representan el 8%; seguidamente están el fuel oíl y la electricidad con el 4% respectivamente, y finalmente el bagazo de caña y el gas licuado de petróleo (gas propano) con el 3%.

El alto consumo de leña obedece a que la mayor parte de la población vive en el área rural, siendo en su mayoría de escasos recursos económicos, lo que les impide tener acceso y disponibilidad a otras fuentes energéticas.

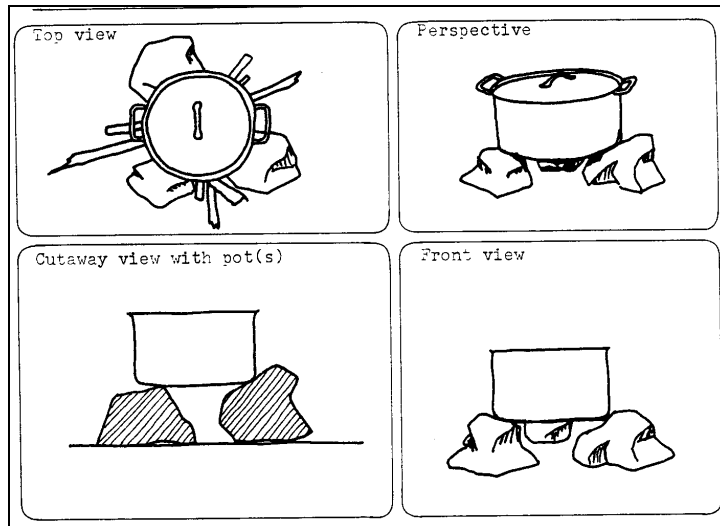
Además, existe una tradición cultural que se refleja en los hábitos alimenticios: la utilización del tipo de estufa denominada "Tres Piedras" para cocinar, las ollas de barro adecuadas para este fuego abierto, el sabor de los alimentos y la relativa disponibilidad del recurso.

La leña como combustible es utilizada en forma ineficiente, por cuanto el 81% de los hogares que la consumen, utilizan la estufa de "Tres Piedras", la cual desaprovecha casi el 90% de la energía consumida. Cabe mencionar en este punto que en los poblados con bajas temperaturas, el calor que

⁶ MEM: Ministerio de Energía y MINas

desaprovecha este tipo de estufa, es aprovechado para mantener una temperatura confortable en el interior de las viviendas.

Figura 8. Estufa de tres piedras



Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Se estima que los recursos naturales del país para la generación de energía eléctrica son los siguientes, mostrados en la tabla III.

Tabla III Recursos para generación de energía Guatemala

Recurso	Disponible	Aprovechado
Hidroeléctrico	10.890 MW	424,6 MW
Geotérmico	700 MW	0 MW
Bagazo de caña	3×10^6 t	7×10^5 t
Alcohol carburante	12×10^6 gal	0 gal

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

- Energía eléctrica:

Guatemala depende en un 80% de la energía eléctrica que le provee el sector público, el Instituto Guatemalteco de Electrificación INDE y la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. EEGSA, que suministra en conjunto alrededor de 653 MW. Por otro lado, el sector privado colabora con el restante 20%, que son 170 MW en este año, totalizando 820 MW de potencia disponible para el país.

En Guatemala la electricidad se genera básicamente por medio de las centrales hidroeléctricas, con un porcentaje de capacidad instalada del 52%, las centrales térmicas con un 40% y los cogeneradores con el restante 8%.

El servicio eléctrico ha alcanzado una cobertura del 42%, siendo una de las más bajas de Latinoamérica. El consumo per cápita es de 205 kilovatios-hora anuales.

- BIOMASA (LEÑA)

Una gran parte de leña en el país está siendo comercializada en forma cada vez más creciente. La leña es consumida fundamentalmente para la cocción de alimentos y calefacción de hogares, aunque también se utiliza en industrias tales como ladrilleras, caleras y carboneras, también en agroindustrias como beneficios de café.

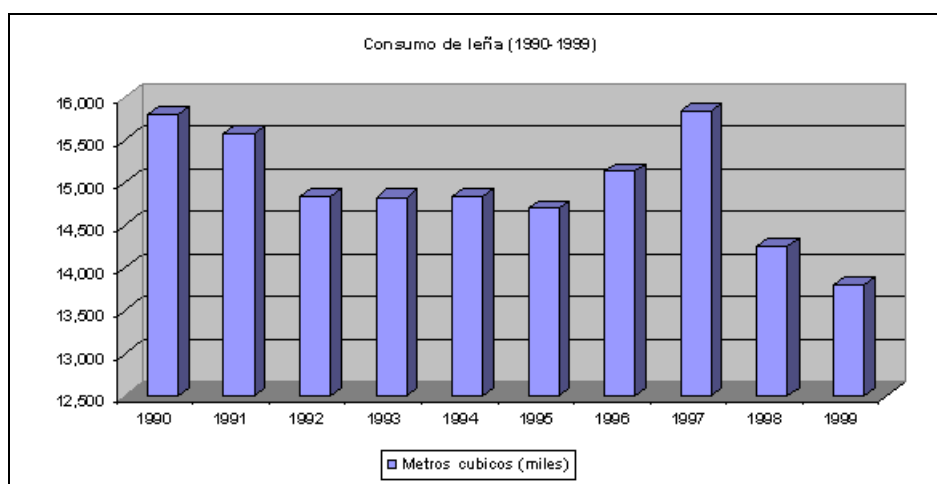
Diversos estudios estiman un 78% de hogares consumen leña a nivel nacional. Datos recolectados demuestran que existe una tendencia a una disminución del porcentaje de la población que consume leña, en términos relativos, puesto que, de un 85% de la población que reportaba la leña como energético en 1964, ha descendido a un 78.6% según los últimos reportes.

Tabla IV Consumo estimado de leña, 1985-1999

Volumen Estimado m. cúbicos	Año
12875	1990
15400	1995
14700	1997
13300	1997

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Figura 9. Consumo de leña (1990-1999)



Fuente: Ministerio de Energía y Minas

La obtención de leña en Guatemala se presenta básicamente dentro de la economía informal, lo cual queda de manifiesto a través del número de autorizaciones (manejo forestal y permisos) que se otorgan por parte autoridad forestal para tal fin, de los 13,8 millones de m³ reportados como consumo de energéticos para 1999, sólo un 2.4%, entra dentro del régimen de legalidad formal.

La demanda de leña como energético está directamente ligada a la cantidad de población, a través de métodos indirectos se ha llegado a estimar la distribución del consumo entre la población urbana y la rural, sin embargo se corre el riesgo de seguir utilizando indicadores que han variado.

El comportamiento de la demanda varía si es área rural o urbana, entre 3.85 y 2.2 kg/persona/día respectivamente o bien si el usuario utiliza una estufa mejorada, se ha reportado que el uso de este tipo de estufa, podría disminuir hasta en un 43% el uso de los energéticos.

- **Gas propano:**

Un análisis del consumo de GLP durante el período 1992-1999, demuestra que el mayor destino es hacia el sector residencial (75%), el sector industrial pareciera ser un fuerte demandante de tipo de combustible (13%), pareciera que el sector de comercio (5%) no se tabuló debidamente para el período 1995-1996, ya que no aparece en los registros, el sector transporte se presenta muy incipiente al principio de los 90, con un repunte fuerte para 1999, el sector agropecuario tuvo una pequeña participación a principios de los 90's, para luego desaparecer de los reportes.

Para dar una idea, de la situación de la energía obtenida por el gas propano, se hace mención al siguiente artículo de Prensa Libre, publicado con fecha de 30 de octubre de 2007:

⁷ARTÍCULO PRENSA LIBRE, CONSUMO ENERGÉTICO GAS

Varios analistas económicos instaron al Gobierno a ejercer presión para evitar especulaciones, debido al impacto que el alza del gas tiene en el gasto de los guatemaltecos y del comercio.

El cilindro del gas propano registró un alza de entre Q10 y Q15 al consumidor final en la última semana, como resultado del aumento del petróleo, que cerró ayer en cifra récord de US\$93.53 por barril en el mercado internacional. Tanto los importadores como el Gobierno coinciden en que el aumento actual es justificable, y que no es posible predecir la tendencia para los próximos meses.

Según el Ministerio de Energía y Minas (Mem), el 29 de octubre de 2007, el cilindro de 25 libras se cotizó en Q110. En algunos expendios cotizados por Prensa Libre, alcanzó los Q115. Hace unas semanas se pagaba Q100 por ese tamaño.

El precio del de 35 libras fluctuó entre Q154 y Q154.6. El cilindro de 40 libras varió entre Q176 y Q177, mientras que el de 60 libras se cotizó entre Q264 y Q265.79. El aumento promedio fue de Q10 en estos tamaños.

Quienes compraron cilindros de 100 libras desembolsaron ayer entre Q440 y Q440.51, según la marca. En este caso, al preguntar por esta medida algunos expendedores llegaron a ofrecerla en Q470.

Varios analistas económicos instaron al Gobierno a ejercer presión para evitar especulaciones, debido al impacto que el alza del gas tiene en el gasto de los guatemaltecos y del comercio, especialmente.

⁷ Prensa libre 30 de octubre de 2007

Petróleo, el culpable

Importadores, analistas y el Gobierno coincidieron en que el incremento internacional del petróleo comenzó a afectar la economía.

El llamado “oro negro” rebasó (29 de octubre de 2007) por primera vez la marca de los US\$93, el crudo estadounidense West Texas Intermediate (WTI), para entrega en diciembre, en Nueva York, en US\$93.68 por barril.

Con estas nuevas marcas, desde mediados de agosto el petróleo se encareció en más de US\$20. Desde principios de año, la subida supera el 50 por ciento.

Los combustibles también han comenzado a registrar aumentos en Guatemala. La semana del 20 al 27 de octubre de 2007, el diésel subió hasta Q1 por galón.

Tanto el diésel como el gas propano impactan directamente actividades industriales, comerciales y la economía familiar del guatemalteco.

Sergio Cervantes, director de Z Gas, comentó que los precios en el mercado internacional no dependen de las importadoras, sino de aspectos como el consumo de gas para calefacción en Estados Unidos que comienza a subir por la llegada del otoño, caracterizado por bajas temperaturas.

En opinión del empresario, no se observarán reducciones hasta que transcurra el primer trimestre del 2008. Cualquier cambio afectará a Guatemala, reiteró.

Agregó que en esta época del año, el precio siempre sube en Guatemala. Aseguró que el suministro está garantizado, pues sólo su compañía tiene capacidad para almacenar 18 millones de barriles

Pedro Prado, analista de la Asociación de Investigación y Estudios Sociales, prevé que el alza en el gas propano impactará negativamente la economía familiar. De igual manera, las empresas, en donde el consumo del gas es insumo importante, encarecerán sus costos, lo que podría repercutir en el aumento de precios de otros productos alimenticios, explicó.

Jaime Díaz, economista del Centro de Investigaciones Económicas Nacionales (Asíes), explicó que si sube el precio del petróleo todos sus derivados también aumentarán.

Agregó que la demanda de un país industrializado, como Estados Unidos, seguramente generará más aumentos en el precio del gas propano.

Al igual que el analista del Asíes, Díaz manifestó su temor porque el impacto más fuerte se dé en la economía familiar y que se incremente el consumo de leña.

En cifras

10,900 barriles de gas propano se consume en promedio cada día en Guatemala.

Con lo anterior, se denota como es la situación actual de uso de gas propano, y como afecta a la economía de Guatemala.

3.5.1 Costos actuales de energía en Guatemala.

En la tabla siguiente, se muestran los costos actuales de fuente de energía, para uso de ACS, en Guatemala.

Tabla V Costos actuales de energía en Guatemala.

COSTOS DE ENERGIA GUATEMALA (2007)			
Fuente de energía	Distribuidor	Unidad de venta	Precio Q.
Energía Eléctrica	DEOCSA	KW – hora (generación y transporte)	1.1326
		Carga fija (distribución)	8.406
Gas propano	Proveedores varios	Cilindro (35 lbs)	160
		Cilindro (100 lbs)	490
Biomasa leña	Aleatorios	Tarea (4 cuarto)	200
		Cuarto o carga (1 metro)	50

Fuente: Datos propios

Los datos obtenidos con anterioridad en la tabla V, se utilizan en la sección 4.5 estudio económico.

En la tabla anterior se muestran los costos actuales de la oferta, los cuales se obtienen, en base, a cotizaciones realizadas, en las cercanías de centros de salud, de occidente.

En el caso de la energía eléctrica, se determina a partir de un recibo de luz, en el cual indica, el costo por Kwh., que se cobra a los usuarios del servicio eléctrico.

Para el caso del gas propano, se realizan cotizaciones con diferentes distribuidores del mismo.

Y para la biomasa o leña, se cotiza con distribuidores o vendedores de los municipios.

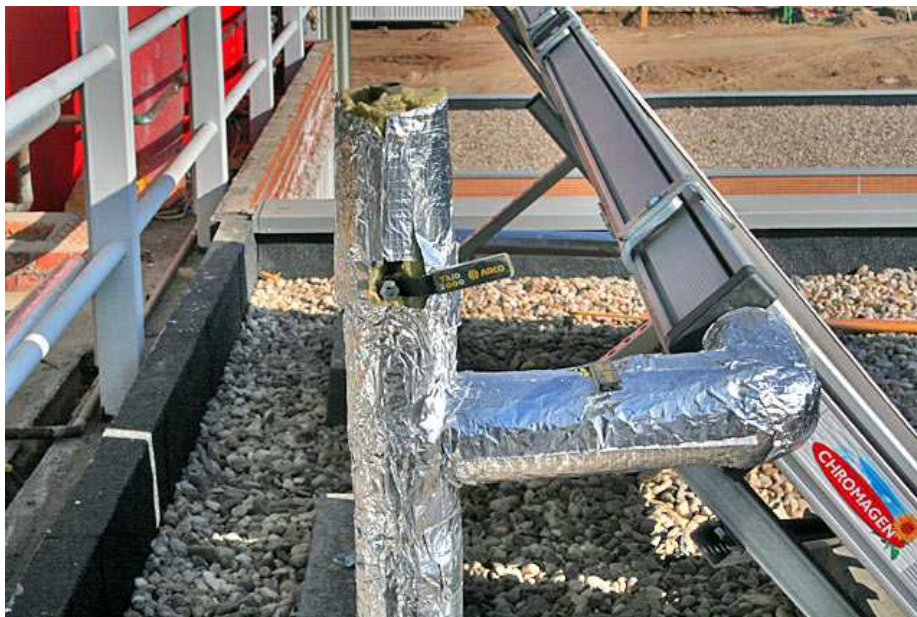
3.6 Definición de problemas en el equipo solar térmico.

Los problemas encontrados en el equipo solar térmico, según manuales de uso de equipo solar térmico, utilizados en regiones del área centroamericana MAERCA⁸, definen el funcionamiento del equipo, por lo cual es importante tener en cuenta cada uno de los puntos que lo afectan.

Los principales problemas encontrados en el funcionamiento de los depósitos son:

- Pérdidas de rendimiento por excesivas pérdidas de calor, generadas por un aislamiento defectuoso o por flujo inverso durante la noche.

Figura 10. Mal aislamiento térmico

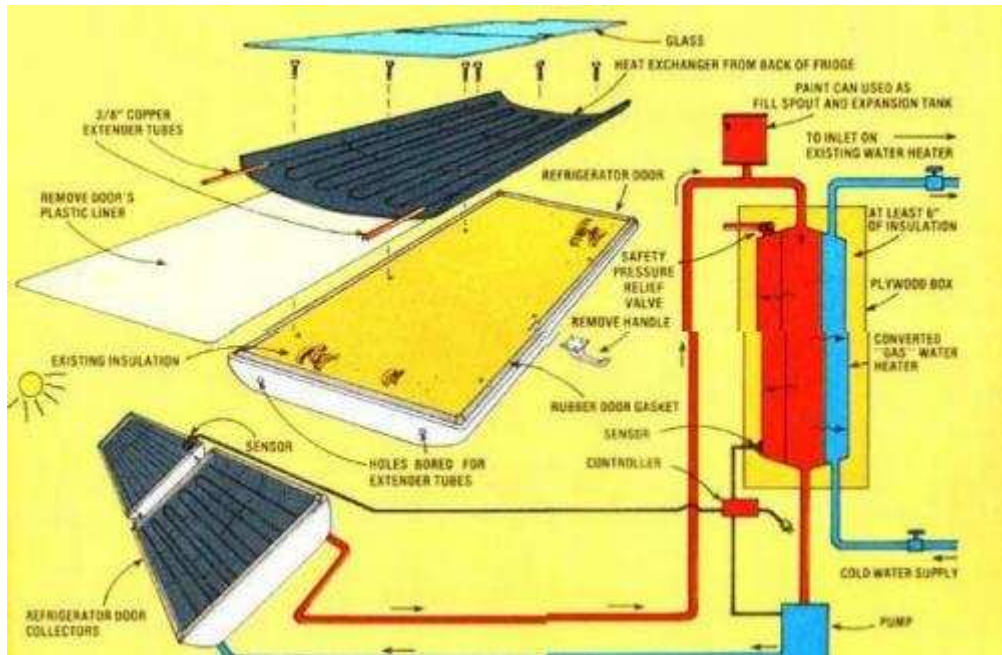


Fuente: MAERCA

⁸ MAERCA: Manual de uso de energía renovable, aplicable a países del área centro americana.

- Pérdidas de rendimiento por la aparición de caminos preferentes del fluido, motivadas por un diseño defectuoso de las conexiones de entrada y salida.

Figura 11. Pérdida de rendimiento por mala instalación



Fuete: MAERCA

- Degradación del tratamiento de protección interior y perforación del tanque por corrosiones de las paredes internas.

Figura 12. Degradación interior



Datos: MAERCA

Los principales problemas de corrosión se producen por efecto del exceso de temperatura, la aparición de pares galvánicos y por el oxígeno y sales disueltos en el agua.

El exceso de temperatura es difícil de prever en instalaciones por termosifón, por lo que se recomienda utilizar diseños superiores a 70 u 80 litros por metro cuadrado de captador.

Figura 13. Daño por exceso de temperatura



Fuente: datos propios.

4 PROPUESTA DE USO DE ENERGÍA SOLAR COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B.

Este estudio tiene como fin, definir las generalidades, para la implementación de captadores solares, este se realiza por medio de los siguientes estudios:

- Estudio de mercado.
- Estudio técnico
- Estudio de impacto ambiental.
- Estudio socio-económico

4.1 Estudio de mercado

El presente estudio de mercado se realiza en distintos centros de salud tipo B, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el cual tiene como finalidad determinar la cantidad de demanda energética, que se utiliza, para calentar agua y el consumo de la misma, el cual servirá como referencia, para la implementación de captadores solares, en el centro de salud tipo B, de San Miguel Ixtahuacán.

4.1.1 El área de mercado.

El área de mercado, se refiere, a la población a la cual es destinada la implementación del proyecto, es decir los beneficiarios, y consumidores, del servicio que el proyecto puede brindar.

- Centros de salud tipo B.

Los centros de salud tipo B son servicios de asistencia médica general, ubicados en cabeceras municipales o departamentales. Tienen la responsabilidad de supervisar, dirigir y controlar los puestos de salud ubicados dentro de su jurisdicción.

Estos centros de salud se denominan de asistencia intermedia que refieren a centros de salud tipo B, o a hospitales de distrito de área, región, o referencia nacional, dependiendo de la complejidad de la patología que se trate.

Existen algunos que cuentan con encamamiento, aunque limitado (de 4 a 6 camas). Algunos otros tienen sala especial para atención de partos normales y procedimientos quirúrgicos simples.

Las actividades que se realizan en dichos centros son de promoción, protección y recuperación de la salud, con énfasis en programas preventivos.

La hora de atención de dichos centros es en horas hábiles, pero en casos de desastres o emergencias pueden prestar atención permanente, organizando al personal en turnos adecuados.

4.1.1.1 Población consumidora, contingente actual y futuro.

Esta sección trata de dar una idea, de hacia quien está dirigido el proyecto y los usuarios del mismo, tanto para los lectores, como también para la implementación del mismo, y por último como uso de marco de referencia, para cualquier otro tipo de proyecto.

- Población consumidora:

La población consumidora se refiere a personas a las que va dirigido el proyecto, es decir, las que necesitan agua caliente sanitaria, en centro de salud tipo B, por lo que es necesario algunos datos de centro de salud de este tipo de centro, siendo estos:

- Cobertura:

Un centro de salud tipo B, puede tener un rango de cobertura de entre 10,000 y 20,000 habitantes en cabeceras municipales, y 20,000 a 40,000 en cabeceras departamentales.

- Recurso humano:

Los centros de salud tipo B, cuentan con recurso humano capacitado a nivel profesional, técnico y operativo, siendo estos: medico director, médico, enfermera profesional, auxiliar de enfermería, inspector de saneamiento, técnico en vectores, técnico de laboratorio, trabajadora social, conserjes y personal administrativo de apoyo. El número de personal depende de la productividad y oferta de los servicios que presta.

Con lo anterior se divide la población consumidora en tres grupos, para un centro de atención de salud tipo B, quedando definido como:

- Pacientes: Todo tipo de personas que hacen uso de las actividades y áreas que ofrece el centro de salud.
- Personal: Se refiere a todos los trabajadores que laboren en un centro de salud tipo B, desde los doctores hasta el personal de limpieza.
- Otras personas: Personas que acompañan a los pacientes y hacen uso de las instalaciones.

- Contingente actual:

El contingente actual es la población actual del municipio de San Miguel Ixtahuacán del departamento de San Marcos, el cual nos da una idea de cómo impactará el proyecto, debido a las costumbres y características de la población.

En la tabla III, se definen las características de la población mencionada con anterioridad.

Tabla IV Características de la población de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos.

Variables	Total	Hombres	Mujeres	Urbana	Rural	Indígena	No indígena
Población	29658	14757	2559	27099	27099	29036	622
%	100	49.7	50.3	8.6	91.4	98	2

Fuente: Censo población 2002 y cálculos MSPAS.

Según la tabla anterior, se denota que la mayoría de la población es de origen rural e indígena, como lo es en general, en la mayor parte del altiplano guatemalteco, por lo que las costumbres de uso de servicios de salud, no forma una parte principal dentro de la población

La siguiente tabla muestra los grupos etáreos⁹ de la región de San Miguel Ixtahuacán.

⁹ **Grupo etáreo:** Clasificación por edades de la población.

Tabla VII Grupos etarios de la población de San Miguel Ixtahuacá

De 0 a 6 años	De 7 a 14 años	De 15 a 17 años	De 18 a 59 años	De 60 a 64 años	De 65 y más
7788	7755	1922	10615	527	1251
26.20%	25.50%	6.50%	35.80%	1.80%	4.20%

Fuente: Censo población 2002

Como se puede ver en la tabla anterior la mayoría de la población es población adulta, seguida por los menores de 14 años, por lo que es la población mas propensa a necesitar servicios de salud, en los años venideros, lo cual da rentabilidad al proyecto.

- Contingente futuro:

El contingente futuro, da una idea de cómo se encontrara definida la población con el paso de los años para definir, que tipo de población es la que podrá hacer uso de el proyecto.

Tabla VIII Proyecciones de población

PROYECCIONES CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS.							
Años	Total	Hombres	Mujeres	Urbana	Rural	Indígena	No indígena
2007	34215	17025	17191	2952	31263	33498	718
2008	35207	17518	17689	3038	32170	34469	738
2009	36228	18026	18202	3126	33103	35469	760
2010	37279	18549	18730	3217	34063	36497	782

Fuente: censo población 2002 y cálculos del ministerio de salud.

Como se observa en la tabla . V, la población se mantiene con la misma tendencia que en la actualidad, teniendo un predominio de la población indígena rural, la cual es la que tiene más arraigada sus costumbres.

4.1.1.2 Estructura de la población afectada.

La estructura de la población afectada, se refiere a como está constituida la población a la que se encuentra dirigido este proyecto, es decir al tipo de población a la que se denomina consumidor final.

Como el proyecto se dirige para la población del municipio de San Miguel Ixtahuacán, en el departamento de San Marcos, por lo que son necesarias las características principales de este departamento, siendo estas:

- El Departamento de San Marcos se encuentra situado en la región sur occidental de Guatemala. Limita al norte con **Huehuetenango**, al sur con el **Océano Pacífico** y **Retalhuleu**, al este con **Quetzaltenango**; y al oeste con los Estados Unidos Mexicanos. La cabecera departamental se encuentra a una distancia de 252 kilómetros de la Ciudad Capital de Guatemala.
- El departamento de San Marcos se encuentra dividido en 29 municipios que son: San Marcos, San Pedro Sacatepequez, Malacatan, Tacana, San Rafael Pie de la Cuesta, y el mencionado San Miguel Ixtahuacán.
- Cabecera departamental: San Marcos
- Población: 794,951 habitantes
- Extensión territorial: 3791 Km.
- Latitud: 14° 57'40" N

- Longitud: 91°47'44" O
- Altitud 2398 metros sobre el nivel del mar.
- Clima: frío.

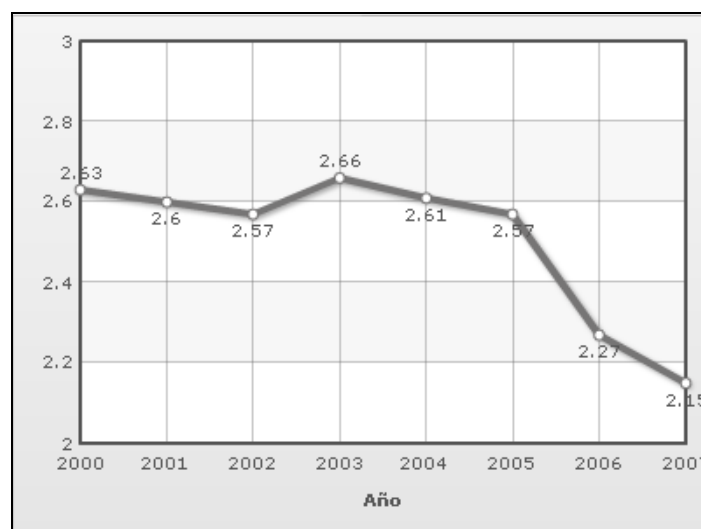
Las anteriores características del departamento de San Marcos, serán útiles, para cálculos en secciones posteriores del presente trabajo, en especial, la latitud, longitud, y altitud del departamento.

4.1.1.3 Tasas de crecimiento de la población afectada.

Las tasas de crecimiento de la población afectada, son necesarias, para anticipar el aumento de la población consumidora, y con ella poder determinar una demanda de consumo de ACS, para los años posteriores.

En la figura 10, se muestra la tasa de crecimiento para nuestro país, en los años anteriores.

Figura 14. Tasa de crecimiento de Guatemala %

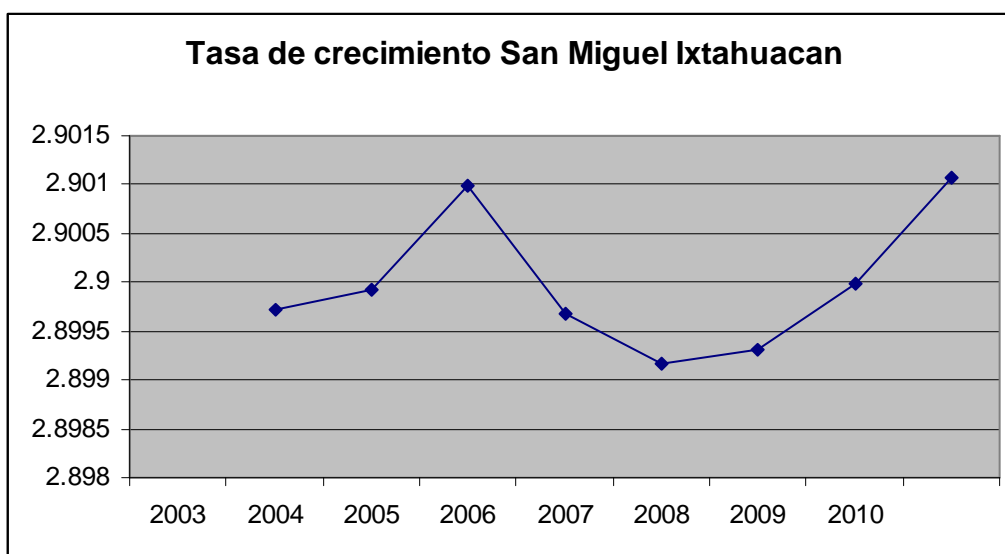


Fuente: CIA World Factbook, enero 2007

Con los datos de la figura 10 se define que la tasa de crecimiento poblacional para la población guatemalteca para el año 2007 es de 2,152 %, Para determinar la tasa de crecimiento poblacional, para el municipio de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, se hace con base, de las tablas IV, V y VI

De acuerdo a los datos de la tabla IV , V y VI, realiza la siguiente gráfica:

Figura 15. Tasa de crecimiento poblacional, San Miguel Ixtahuacán



Fuente: Datos propios

De esta gráfica, se puede definir la tabla de crecimiento poblacional para los próximos años en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, de San Marcos, es un valor aproximad del 2.9% anual, definiendo este, ya que sufre pequeños cambios a lo largo de los próximos años.

Al realizar una comparativa entre la figura 10 y la figura 11, se puede denotar, que los datos obtenidos del municipio de San Miguel Ixtahuacán, comparados con los de nivel nacional, son parecidos en el porcentaje, teniendo variaciones, que se pueden considerar, por la cultura, el nivel de vida, la educación, y otros factores, que dependen de cada región, por lo que se puede decir que son datos aceptables, definiendo entonces una tasa de crecimiento poblacional para el municipio de 2.9% anual.

4.1.1.4 Estratos actuales

Se define, cuáles son las principales atenciones del centro de salud, con lo cual se podrá determinar el beneficio que puede llegar a tener el proyecto.

Tabla IX Causas de morbilidad en el Centro de Salud de San Miguel Ixtahuacán

Diez primeras causas de morbilidad general de enfermedades transmisibles y no transmisibles del municipio de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, 2004						
Enfermedades transmisibles		Frecuencia masculinos	%	Frecuencia femeninos	%	TOTAL
1	Resfriado común	1141	19.8919	1400	17.167	2541
2	Diarreas	760	13.2497	731	8.9638	1491
3	Neumonías	677	11.8026	708	8.6818	1385
4	Enfermedades de la piel	518	9.03068	674	8.2649	1192
5	Amigdalitis	315	5.49163	340	4.1692	655
6	Conjuntivitis	167	2.91144	143	1.7535	310
7	Flujo vaginal		0	182	2.2318	182
8	Monoliasis oral	74	1.2901	63	0.7725	137
9	Infección genital del embarazo		0	81	0.9933	81
10			0		0	0
	Resto Causas	2084	36.3319	3833	47.002	5917
	Total causas	5736	100	8155	100	13891
Enfermedades no transmisibles						
1	Anemia	354	16.9866	715	18.268	1069
2	Parasitismo intestinal	433	20.7774	579	14.793	1012
3	Gastritis	182	8.73321	457	11.676	639
4	Artritis	125	5.99808	241	6.1574	366
5	Desnutrición	97	4.65451	191	4.8799	288
6	Otitis	140	6.71785	147	3.7557	287
7	Cefaleas	68	3.26296	217	5.5442	285
8	Infección urinaria	69	3.31094	206	5.2632	275
9	Otros abdominales	43	2.06334	70	1.7885	113
10	Lumbago	31	1.48752	79	2.0184	110
	Resto causas	542	26.0077	1012	25.856	1554
	Total Causas	2084	100	3914	100	5998
	Gran Total	7820		12069		19889

Fuente: Memoria Anual Epidemiológica 2004

El número de casos diagnósticos de las enfermedades listadas en el cuadro anterior fueron 19,889 que representa el 2.8% de todo el departamento de San Marcos. El 70% corresponde a las enfermedades transmisibles y el resto a las no transmisibles. De acuerdo al cuadro anterior, fueron las mujeres a las que se les diagnosticó el mayor impacto en cuanto enfermedades, porque son quienes más frecuentan el servicio de salud, los hombres por el trabajo en el campo, acuden en menor cantidad.

4.1.2 Comportamiento de la demanda.

Este apartado se dirige, en términos de determinar, la cantidad de demanda energética, que se utiliza en los centros de salud, para uso de agua caliente sanitaria, tanto del Occidente del país como de la región central, la cual será de gran ayuda para la distribución y el dimensionamiento de la propuesta de uso de captadores solares.

4.1.2.1 Situación actual; series estadísticas básicas y topología del consumidor.

- *Situación actual del edificio (San Miguel Ixtahuacán):*

El centro de salud de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, fue construido por la municipalidad, siendo este terminado en el mes de noviembre de 2002, diseñado y supervisado por la Unidad Ejecutora de Infraestructura de Proyectos en Salud –UPRISAL- .

El personal del centro se trasladó al edificio en marzo del 2003, el Centro de Salud funciona con personal, mobiliario y equipo de un puesto de salud, por lo cual limita la calidad de atención.

- Situación de salud del distrito de salud de San Miguel Ixtahuacán

Al año 2004, tienen registrado en el Centro de Salud una población 36,974 habitantes distribuidas en 86 comunidades (al año 2002, de acuerdo al censo nacional eran 29,658 habitantes), con una producción al año de 2004 de:

En la siguiente tabla, se muestra como está distribuida la atención de pacientes, según las estadísticas que se tienen por parte del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Tabla X Atención de pacientes en el año 2004
Centro de salud de San Miguel Ixtahuacán

No.	Concepto	No. consultas	%
1	Pacientes nuevos	9386	35.5
2	Primeras consultas	13891	52.6
3	Re consultas	2961	11.2
4	Emergencias	182	0.7
	<i>Total</i>	<i>26420</i>	<i>100</i>

Fuente: Registro del distrito.

Como se observa en la tabla VII, siempre existe una mayoría en las primeras consultas, por lo que la población siempre tiene la conciencia de hacer uso de los servicios de salud, para consultas, y atención médica.

- Atención de partos

El centro de salud de San Miguel Ixtahuacán cuenta con información de los años 2003 y 2004, de las características de atención de los partos, con la observación que no existe cesárea, todos los casos registrados son normales, como se ven en la siguiente tabla:

Tabla XI Registro de partos en el distrito de salud San Miguel Ixtahuacán.

No.	Tipo de Atención	Numero de partos	
		2003	2004
1	En el centro de salud	8	7
2	Comadrona	902	1130
3	Empírica	69	51
4	Sin intervención	257	252
5	Referencia:		
6	Hospital de Huhuetenango		5
7	Hospital de San Marcos		4
	TOTAL	1236	1449

Fuente: Distrito de salud de San Miguel Ixtahuacán.

Los partos para el año 2004, con relación al año 2003, aumentaron un 17,2%. Se considera que los partos sin intervención son considerables (17.4%).

- Estimación de la demanda actual y topología del consumidor.

Para obtener datos puntuales de centros de salud tipo B, se determinaran por medio de visitas y preguntas puntuales de las necesidades básicas de estos, que puedan llegar a influir en los centros de salud en cuestión de demanda energética.

Las visitas se realizan con ayuda del siguiente formulario:

Figura 16. Formulario visitas centros de salud tipo B.

VISITA CENTROS DE SALUD TIPO B.

Datos Generales:
Centro de Salud tipo B: _____
Ubicación: _____
Municipio: _____ Departamento: _____
Teléfono: _____ Año de construcción: _____

Datos Específicos:
Actividades que realizan: _____

No. de personas que trabajan: _____
Áreas: _____
No. de atención diaria: _____
No. de habitaciones: _____ No. de baños: _____
Cuentan con agua caliente si o no: _____
¿Como calientan el agua? : _____
Quien es el proveedor? : _____
Cuentan con encamamiento si o no?: _____
Para cuantas personas?: _____
Esterilizan los materiales si o no? _____
De que forma?: _____
Pacientes aproximados diarios?: _____
Pacientes aproximados encamamiento? _____
Tiene partos si o no? _____
Aproximado de partos? _____
Tiempo aprox. lavarse las manos? _____
Tiempo aprox. esterilizar? _____
Tiempo aprox. baño ACS? _____
Medida de gasto energético: _____
Recibo luz? _____
Usan gas? _____ Consumo mensual? _____
Precio? _____

Observaciones:

Fuente: Datos propios.

A partir de las visitas realizadas y las observaciones realizadas, tomando como referencia, el centro de salud de San Pedro Sacatepequez, San Marcos, y el centro de salud de la colonia Centro América, zona 7 de la ciudad capital, como los principales puntos de muestra, ya que las características son bastante similares, en relación al clima, población, región, y capacidad de atención al cliente, así como cantidad de trabajadores. al de San Miguel Ixtahuacan.

Por cuestiones de altura, latitud y posición, con respecto al hemisferio, distancia con respecto a los rayos solares, población, tipo de sociedad y estructura de la comunidad, se tomara como referencia para área occidental para centros de salud tipo B, las observaciones realizadas en el centro de salud tipo B, de San Pedro Sacatepequez, San Marcos.

- Estadísticas básicas.

Las estadísticas básicas se obtienen a partir de las entrevistas utilizando el formulario de la figura 13, y de información brindada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de los datos obtenidos, de las visitas realizadas al centro de Salud tipo b, de San Pedro Sacatepequez del departamento de San Marcos.

Los datos obtenidos sobre consumo de demanda energética, para el consumo de agua caliente sanitaria son los siguientes:

- Actividades que realizan: promoción, protección y recuperación de la salud, con énfasis en programas preventivos. Funcionan en horas hábiles, pero en casos de desastres o emergencias pueden prestar atención permanente, organizando al personal en turnos adecuados.

- Número de personas que trabajan en el centro: 30 personas
- Número aproximado de atención diaria: 100 personas
- Número de habitaciones: 6 clínicas, 1 odontología, 6 atención.
- Número. de baños: 1 personal, 2 para público, 2 para médicos.
- Cuentan con agua caliente: No
- Quien es el proveedor: Gas natural, leña.
- Encamamiento: La mayoría de centros de salud no cuentan con el, pero se considera para futuras construcciones.
- Esterilizan los materiales: Si.
- Como los esterilizan: Estufa
- Atiende partos: No, esporádicamente.
- Medida de gasto energético: uso de gas 1 tambo de 100 libras al mes.
- Esterilización: Olla de presión.
- Uso de iluminación: 25 luminarias.

Con los datos obtenidos, y mostrados con anterioridad, se procede a realizar el calculo de la demanda energética para el consumo de ACS, en un centro de salud tipo B, de la región occidental.

4.1.2.2 Características teóricas de la demanda; coeficientes de crecimiento histórico, índices básicos.

En la siguiente sección se presentan las generalidades básicas que se utilizan para el cálculo de la demanda energética.

- Características teóricas de la demanda:

La demanda que se estima, para implementar captadores solares, en centros de salud tipo B, se determina con base a intercambio de energía, es

decir, la cantidad de agua caliente necesaria en un centro de salud tipo B, este a su vez, puede ser determinada, por la cantidad de personas que hacen uso de la instalación, con estos datos se podrá manejar la demanda en términos de unidades energéticas.

Para definir la demanda se utilizan los siguientes términos:

Atención de personas: Número de personas

Consumo de agua caliente: Volumen, litro, galón, etc..

Consumo energético: Energía, kilowatio-hora, joule, etc

- Coeficientes de crecimiento histórico, índices básicos

Los coeficientes de crecimiento históricos, se obtienen por medio de datos estadísticos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Para el municipio de San Miguel Ixtahuacan, se muestran en la tabla No. IX, de la siguiente manera:

Tabla XII Proyecciones de población de San Miguel Ixtahuacan

Años	Total	Hombres	Mujeres	Urbana	Rural	Indígena	No indígena
2007	34215	17025	17191	2952	31263	33498	718
2008	35207	17518	17689	3038	32170	34469	738
2009	36228	18026	18202	3126	33103	35469	760
2010	37279	18549	18730	3217	34063	36497	782

Fuente: Cálculos del Ministerio de Salud.

Con los datos de la tabla anterior, se proceda a calcular los índices de crecimiento poblacional para los años venideros, y se muestran en la tabla XIII, de la siguiente forma:

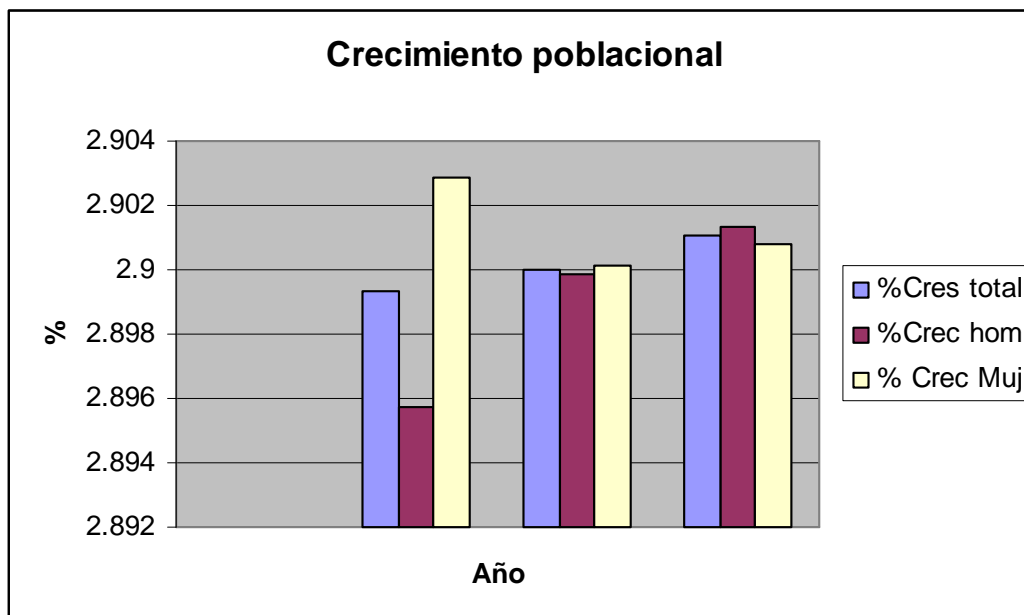
Tabla XIII Índices de crecimiento poblacional Miguel Ixtahuacán

Año	Total	%Crec total	%Crec hom	% Crec Muj
2007	34215			
2008	35207	2.89931317	2.89574156	2.90285049
2009	36228	2.89999148	2.89987441	2.90010741
2010	37279	2.90107099	2.9013647	2.90078013

Fuente: Datos propios.

Con lo visto en la tabla anterior, muestra el índice de crecimiento poblacional para los siguientes años, para el municipio de San Miguel Ixtahuacan, para una mejor representación, y comprensión de lo anterior, los datos de la tabla X, se muestran de manera gráfica en la figura Número 13

Figura 17. Crecimiento Poblacional, San Miguel Ixtahuacán



Fuente: Datos propios.

Con las gráficas y tablas anteriores, se puede denotar el índice de crecimiento poblacional, en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, el cual se encuentra dado por ICP: 2.9%, el cual concuerda con los datos obtenidos con el INE de crecimiento poblacional a nivel nacional de ICP: 2.6 % teniendo leves variaciones.

El dato de crecimiento poblacional ICP¹⁰, se toma en consideración para futuras proyecciones de aumento de consumo a nivel rural de la región occidental, específicamente del municipio de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, para considerar exactitud, es necesario hacer un análisis por cada región, de lo contrario se puede utilizar el índice promedio de nivel nacional, para poder realizar cálculos futuros.

4.1.2.3 Estimación de la demanda energética.

La demanda energética, para su comprensión y para un mejor manejo de cálculo, se estima, en valores de volumen, de consumo de agua, siendo la unidad de medida de litros.

Se divide por áreas de consumo energético para así designar el consumo de agua para cada una de estas, en un centro de salud tipo B, en este caso de la región occidental.

Se divide por los diferentes tipos de usos que puede tener el agua caliente sanitaria en un centro de salud tipo B.

¹⁰ *ICP: Índice de crecimiento poblacional, INDE*

Tabla XIV Consumo de ACS, trabajadores centro de salud

CONSUMO DE ACS TRABAJADORES CENTRO DE SALUD (Occidente)							
Personal	Descripción uso acs	Uso p/persona	Cantidad(litros)	Total (litros)	Total p/persona	Perso nas	TOTAL LITROS
Médico	Lavado de manos	10	3	30	30.25	1	30.25
	Higiene dental	1	0.25	0.25			
Enfermera profesional	Lavado de manos	8	3	24	24.25	1	24.25
	Higiene dental	1	0.25	0.25			
Enfermera Aux.	Lavado de manos	10	3	30	30.25	6	181.5
	Higiene dental	1	0.25	0.25			
Lavandera	Lavado de manos	3	3	9	9	1	9
Operario Servicio Alimentos	Lavado de manos	4	3	12	12	1	12
Secretaria	Lavado de manos	3	3	9	9	1	9
Laboratorista	Lavado de manos	10	3	30	30.25	1	30.25
	Higiene dental	1	0.25	0.25			
Técnico Salud Rural	Lavado de manos	2	3	6	6	1	6
					TOTAL LITROS DIA		302.25

Fuente: datos propios

Tabla XV Consumo ACS visitantes centro de salud.

CONSUMO DE ACS VISITANTES CENTRO DE SALUD (Occidente)					
Servicio	Descripción de usos	Personas	Cantidad (litros)	Repeticiones	Total (litros)
Atención población	Lavado de manos	100	3	1	300
Encamamient	Ducha de pacientes	5	35	1	175
	Higiene dental pacientes	5	0.25	3	3.75
					478.75

Fuente: datos propios.

Tabla XVI Consumo ACS atención de partos.

CONSUMO DE ACS ATENCIÓN DE PARTOS		
No Partos (mes)	Cantidad Agua (Litros)	Total Litros
10	15	150

Fuente: datos propios

- Consumo de agua caliente sanitaria (ACS) trabajadores Centro de Salud tipo B, (occidente) (tabla XII)

¹¹Lavado de manos: El uso recomendado para la limpieza de las manos es de 3 litros por persona, este podría ser variable, dependiendo de cada persona, pero se estandariza la cantidad para poder determinar la demanda.

¹¹ **Lavado de manos:** Según la organización mundial de salud, OMS, 3 litros es la cantidad necesaria para desinfectar.

Higiene dental: El uso de agua para higiene dental recomendado es de un vaso, siendo este 0.25 litros, el cual, se determina para personas q laboran 8 horas en el centro de salud tipo B.

El centro de salud tipo B, cuenta con 1 medico, 1 enfermera profesional, 6 enfermeras auxiliares, 1 lavandera, 1 operario de servicio de alimentos, 1 secretaria, 1 laboratorista, y 1 técnico de salud rural.

El médico, debe de mantener las manos limpias y desinfectadas, por lo que se recomienda el lavado de las manos, por lo menos 10 veces al día mas el uso de higiene dental, por lo que consume 30.25 litros.

La enfermera profesional, promedio se debería de lavar las manos unas 8 veces al día, contando también con el higiene dental hace uso de 24.25 litros de acs.

Las enfermeras auxiliares, al estar mas en contacto con los pacientes, deben de mantener limpias las manos, lavando unas 10 veces al día las mismas, teniendo 6 enfermeras auxiliares, e higiene dental, teniendo uso de 181.5 litros.

La lavandera, el operario de servicios, la secretaria y el técnico de salud rural, solo hacen uso del lavado de manos, haciendo uso de 9,12,9 y 6 litros de agua al día respectivamente.

El o la laboratorista se deben de lavar las manos en promedio 10 veces mas higiene dental, consumiendo unos 30.25 litros de acs.

En total el consumo de acs, en un centro de salud tipo B, de occidente es de 302.25 litros al dia.

- Consumo de agua caliente sanitaria (ACS) visitantes centro de salud tipo B, (occidente) (tabla XIII)

El consumo de acs, para las distintas tareas, son igual a los de la tabla VIII y se incluye la ducha de pacientes, la ducha de un paciente, tiene un gasto de 175 litros.

Se estima, una asistencia al centro de salud de 100 personas, dato que sirve para considerar el lavado de manos, ya que se debe de pensar en la mayor capacidad de uso que se pueda tener, para que dejar corto el uso de acs, generando 300 litros de acs al día.

Para las duchas de los pacientes, la capacidad máxima de encamamiento de un centro de salud tipo B, es para 5 personas cada una con un consumo de 175 litros, se determinan 175 litros y 3. 75 litros de higiene dental.

El consumo de acs para visitantes de centro de salud tipo b, es de 478.75 litros por día.

- Consumo de agua caliente sanitaria (ACS) atención de partos por mes centro de salud tipo B, occidente (Tabla. XIV)

La finalidad de el uso de captadores solares, es dar un mejor servicio a la población y con ello, se considera incrementar la atención de partos al mes, sobrestimando este de 10 partos por mes, haciendo uso de 15 litros de acs, se hace uso de 150 litros de acs, al mes.

Tabla XVII Demanda energética mensual.

DEMANDA ENERGETICA MENSUAL POR CONSUMO DE ACS		
Destino	Consumo diario	Consumo Mensual
Trabajadores Centro de salud	302.25	9067.5
Visitantes Centro de Salud	478.75	14362.5
Atención de partos		150
	Total demanda	23580

Fuente: Datos propios

La **demanda energética** mensual en un centro de salud tipo B de occidente, para uso de agua caliente sanitaria, es de **23580 litros al mes**, la cual se toma en cuenta para dimensionar el equipo.

4.1.2.4 Situación futura proyección de la demanda.

El dimensionamiento del equipo, se debe de planificar para los distintos cambios poblacionales que puedan llegar a surgir, con esto cambia la afluencia que llegada población a un centro de salud tipo B, en cualquier parte del occidente del país, por lo que en este caso, para la muestra se realiza con el crecimiento a nivel del municipio de San Miguel Ixtahuacán, usando los datos de crecimiento poblacional, como los de crecimiento del municipio.

Tabla XVIII Proyección demanda energética mensual

PROYECCION DE CONSUMO DE DEMANDA DE ACS CENTRO DE SALUD TIPO B (OCCIDENTE)						
Año	Cantidad(litros) día	Dem. Visitantes mes	Encamamiento mes	Dem. Trab. mes	Dem. parto mes	Dem. Ener. mes ACS
2007	3	9000.00	5362.50	9067.50	150.00	23580.00
2008	3	9261.00	5362.50	9067.50	150.00	23841.00
2010	3	9805.93	5362.50	9067.50	150.00	24385.93
2011	3	10090.30	5362.50	9067.50	150.00	24670.30
2012	3	10382.92	5362.50	9067.50	150.00	24962.92
2013	3	10684.02	5362.50	9067.50	150.00	25264.02
2014	3	10993.86	5362.50	9067.50	150.00	25573.86
2015	3	11312.68	5362.50	9067.50	150.00	25892.68
2016	3	11640.75	5362.50	9067.50	150.00	26220.75
2018	3	12325.70	5362.50	9067.50	150.00	26905.70
2019	3	12683.15	5362.50	9067.50	150.00	27263.15
2020	3	13050.96	5362.50	9067.50	150.00	27630.96
2021	3	13429.44	5362.50	9067.50	150.00	28009.44
2022	3	13818.89	5362.50	9067.50	150.00	28398.89
2023	3	14219.64	5362.50	9067.50	150.00	28799.64
2024	3	14632.01	5362.50	9067.50	150.00	29212.01
2025	3	15056.33	5362.50	9067.50	150.00	29636.33
2026	3	15492.97	5362.50	9067.50	150.00	30072.97
2027	3	15942.26	5362.50	9067.50	150.00	30522.26

Fuente: Datos propios

- Proyección de la demanda energética mensual

El período de vida de los captadores solares es un aproximado de 25 años, por lo que se concreta el incremento de la demanda energética en acs, a partir del año 2007 hasta el año 2027.

Por la capacidad instalada, el área de encamamiento en un centro de salud tipo B, permanece constante a lo largo de los años, por lo que la demanda destinada para el encamamiento permanece constante, siendo esta la demanda diaria de 175 litros de ducha de 5 pacientes, más los 3.75 litros para higiene dental, con lo cual se determinan 178.5 litros diarios, por 30 días del mes, se obtienen 5362.50 litros de agua durante un mes, para todos los años siguientes.

La cantidad de personas que laboran en un centro de salud tipo B, no puede incrementarse, ya que se estimó esta, con la capacidad máxima de empleados del mismo, por lo que, el consumo de acs de los trabajadores de un centro de salud tipo B de occidente, permanece constante durante los años posteriores.

Las atenciones de partos, se mantienen constantes ya que por cultura de la población de occidente, los partos son mayoritariamente atendidos por las denominadas "comadronas" por lo que los datos utilizados en la tabla X, han sido sobrestimados, ya que la intención del proyecto, es incrementar la atención de partos entre otros, para tratar de crear una mejor cultura en la población.

El incremento poblacional, según datos estadísticos de la población de San Miguel Ixtahuacán, es del 2.9%, por lo que el incremento de visitantes al centro de salud, será proporcional a este dato, por lo que con estos datos incrementara el uso de ACS, en la tabla XII, se proyecta el incremento de visitantes al centro de salud, y con ello se proyecta la cantidad de acs, que se utilizara por los visitantes del centro de salud .

A esta se le suma las demandas que permanecen constantes durante los años siguientes para obtener la proyección de la demanda para los siguientes años. La demanda proyectada para 20 años a partir del año 2007 es de **30,522.26 litros** de acs, al mes.

4.1.3 Comportamiento de la oferta.

La oferta de fuentes energéticas, para uso de agua caliente sanitaria a un nivel mayor, tanto en instituciones públicas como en el ámbito privado, tienen diferentes opciones, por lo que se definen los diferentes oferentes, y el impacto que estos pueden llegar a tener en el proyecto, estos son analizados en la sección 3.5.1, página 37 situación actual de energía en Guatemala.

4.1.4 Comportamiento de los precios.

En Guatemala existen varios proveedores, de captadores solares, tanto térmicos, como fotovoltaicos, en este caso, los principales proveedores de captadores térmicos en Guatemala, son pocas las empresas que pueden proveer este producto, ya que la mayoría enfocan sus esfuerzos a energía fotovoltaica

Los proveedores que se puede mencionar son los siguientes:

- DEPRO
- ENERGÍA DINÁMICA
- ENERSOL
- ISRATEC
- LUZ SOLAR
- SOLUCIONES ENERGÉTICAS

Estos son algunos de los proveedores con los que actualmente se pueden adquirir los tanto los colectores solares, como los acumuladores y los accesorios necesarios para la implementación de los mismos, para una mejor ubicación y conocimiento de los mismos, se encuentran especificados en la siguiente tabla:

Tabla XIX Proveedores colectores térmicos solares en Guatemala.

Proveedor	Dirección	Teléfono
DEPRO	4ta avenida, 16-06 zona 14	23631159
Energía Dinámica	20 calle 17-75 zona 10	23834343
Enersol		66341363
ISRATEC	20 Calle 26-30 zona 10 oficina No. 12	23668969
Luz Solar	5ta calle 2-64 zona 13	24736297
Soluciones Energéticas		23641652

Fuente: Datos propios.

Todos los proveedores mencionados en la tabla anterior, se encuentran ubicados en la ciudad de Guatemala.

En el caso de DEPRO y energía dinámica no cuentan con colectores solares en bodega, solo manejan su inventario de los mismos por pedido, por lo que las cotizaciones del mismo, no se tomarán en cuenta para el análisis de los precios.

Por otra parte el proveedor, Soluciones Energéticas, trabaja sistemas por circulación, lo cual por características de diseño de los centros de salud tipo B, es recomendable sistemas por termosifón, por lo que no se tomara en cuenta en el análisis de los precios.

El proveedor ISRATEC, obtiene sus productos de enersol, por lo que no se tomará en cuenta en el análisis de precios, quedando únicamente para el análisis de precios, los proveedores, luz solar y enersol.

4.1.4.1 Análisis de precios.

El análisis de precios, se realiza, con los productos que ofrecen los proveedores anteriormente mencionados, luz solar y enersol.

Los precios se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XX Análisis de Precios

Proveedor	Producto	Precio
Luz Solar	Equipo Solahart 180K	Q13,849.00
	Equipo Solahart 300J	Q21,000.00
ISRATEC	Equipo CROMAGEN	Q9,499.00

Fuente: Datos propios

Los datos analizados en la tabla anterior, fueron obtenidos por cotizaciones realizadas con cada uno de los proveedores.

En los anexos, se puede observar la cotización formal del proveedor, que se seleccionará, en las secciones siguientes.

4.2 Estudio técnico.

Este estudio comprende los aspectos necesarios para la instalación y el dimensionamiento de equipo para uso de ACS, en centros de salud tipo B, a través de energía solar térmica, señalando las características del mismo para su comprensión.

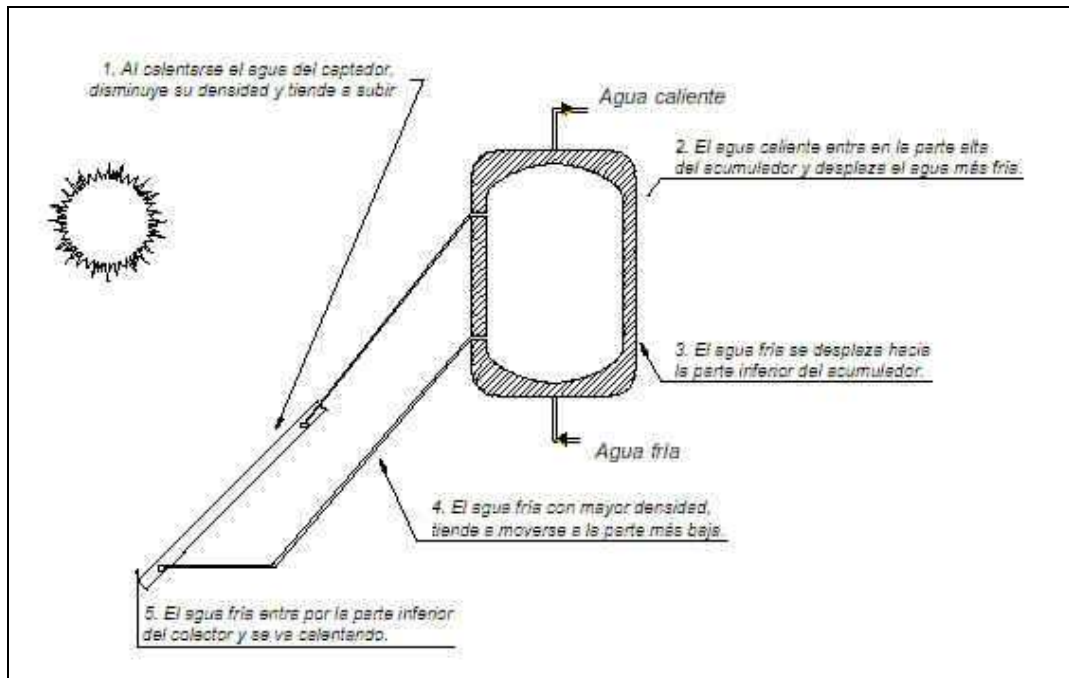
4.2.1 Dimensionamiento del equipo.

El dimensionamiento del equipo, básicamente esta formado por dos partes, el dimensionamiento del acumulador, y el dimensionamiento de los captadores solares, ya que no se tendrá utilización de un sistema auxiliar, por el tipo de clima en Guatemala, al no se poseer temperaturas extremas, como lo visto en el capítulo dos.

El sistema que se recomienda para el ACS es energía solar térmica, en los Centros de Salud tipo B, es un sistema por termosifón, ya que por cuestiones de espacio, en construcciones ya realizadas, o de distribución de equipo, para construcciones nuevas, se elimina el manejo de tuberías y gastos de cualquier otro equipamiento como bombas, ni vasos de expansión.

Este sistema no hace uso de intercambiador de calor, ya que el agua que circula en el acumulador, es la misma que circula dentro de los colectores solares, y que se utiliza para consumo.

Figura 18. Sistema por termosifón



Fuente: Fernández José, Manual de energía térmica, página 33

4.2.1.1 Dimensionamiento del acumulador.

El dimensionamiento del acumulador es definir el tipo de acumulador necesario, para la cantidad de demanda de ACS, que se genera en un centro de salud tipo B.

Este dimensionamiento, se define a partir de dos elementos importantes:

- La cantidad de demanda de ACS, para un centro de salud tipo B.
- Las especificaciones técnicas que provee el proveedor de los colectores solares.

- *Cantidad de demanda de ACS-*

Esta demanda es la analizada en la sección 4.1.2.3., estimación de la demanda energética, de ACS, para consumo de los trabajadores y pacientes tanto, encamamiento, como visitantes en un Centro de Salud tipo B.

Por el incremento de demanda que pueda existir con el paso de los años, según la tasa de servicio que pueda existir, es necesario dimensionar el o los acumuladores en las proyecciones futuras del consumo de ACS, para los centros de salud tipo, por lo que el dimensionamiento se realizara en función de los datos analizados en la sección 4.1.2.4. , situación futura proyección de la demanda.

De esta sección se desprende el dato necesario para el dimensionamiento la demanda proyectada, para el año 2027, la cual es el tiempo promedio el que podría durar los colectores solares.

De la tabla XVI , se determina el dato de la demanda de ACS, para el año 2027, en centro de salud tipo B, en este caso, San Miguel Ixtahuacan siendo este de 30, 522.26 litros mensuales.

Es necesario definir un consumo diario de ACS, para la proyección futura, ya que los acumuladores, se mantienen en renovación de agua, ya que el agua circula por ellos, al trabajar con el agua proporcionada por la municipalidad, o pozo propio.

Por lo tanto, se procede a calcular de la siguiente manera:

Tabla XXI Demanda diaria de ACS año 2027

Calculo demanda diario ACS para año 2027	
Demanda mensual (litros)	30522.27
Días al mes	30.00
Demanda diaria (litros)	1017.41

Fuente: Datos propios

A partir de la demanda mensual proyectada para el año 2027, se define una cantidad de demanda diaria, ya que los partos, no tienen una cantidad específica de demanda diaria, se parte de la demanda mensual, para generar la demanda diaria, dividiendo la demanda mensual, en 30 días que hay al mes.

Como se muestra en la tabla XXII la cantidad de demanda de ACS diaria, para el año 2027 es de 1,017.41 litros.

-Especificaciones Técnicas-

Las especificaciones técnicas están definidas por los datos proporcionados por los proveedores de los colectores solares, siendo estas:

- *Modelo Chromagen:*
 - o Deposito de almacenamiento: 200 Litros
 - o Capacidad de depósito: 15 Litros
 - o Capacidad total : 195 litros
 - o Peso del depósito vacío: 220 lb (100 kg)
 - o Peso del depósito lleno: 638 lb (290 kg)
 - o Dimensión del depósito longitud total: 1494 mm

- Dimensión del depósito altura total: 510 mm
- Dimensión del depósito anchura total: 510 mm
- Material: Acero de 2mm bajo contenido carbónico.
- Revestimiento: Doble capa de esmalte vitrificado.
- Aislamiento: Poliuterano inyectado.
- Presión de prueba: 20 atmósferas.
- Precio: Q.9,499.0

- *Modelo 180K:*

- Deposito de almacenamiento: 200 litros
- Capacidad de deposito: 180 litros
- Capacidad total : 195 litros
- Peso del deposito vacío: 220 lb (100 kg)
- Peso del deposito lleno: 638 lb (290 kg)
- Dimensión del depósito longitud total: 1494 mm
- Dimensión del depósito altura total: 510 mm
- Dimensión del depósito anchura total: 510 mm
- Material: Acero de 2mm bajo contenido carbónico.
- Revestimiento: doble capa de esmalte vitrificado.
- Aislamiento: Poliuterano inyectado.
- Presión de prueba: 20 atmósferas.
- Precio: Q14,000.00

- *Modelo Solahart 300 J:*

- Capacidad de deposito de almacenamiento: 300 litros
- Capacidad circuito cerrado: 22 litros
- Capacidad de almacenamiento total: 322 litros.
- Peso vacío: 84 kilos
- Peso lleno: 397 kilos

- Longitud total: 2,320 mm
- Altura total: 510 mm
- Anchura total: 510 mm
- Diámetro de cilindro: 430 mm
- Holgura de la cubierta: 5 mm
- Material: Acero de 2mm bajo contenido carbónico.
- Revestimiento: Doble capa de esmalte vitrificado
- Aislamiento: Poliuteroano inyectado a presión
- Presión de prueba: 20 atmósferas.
- Precio: Q.13,849.00

Los datos necesarios para dimensionar los acumuladores son la capacidad total de almacenamiento, ya que con estos se puede definir si el número de depósitos necesarios, lo cual genera una idea para la ubicación de estos dentro del centro de salud, y así tener la mejor elección.

Tabla XXII Dimensionamiento de acumuladores

Cálculo demanda diario ACS para año 2027	
Demanda mensual (litros)	30522.27
Días al mes	30.00
Demanda diaria (litros)	1017.41

Fuente: Datos propios

El dimensionamiento de los acumuladores se determina de la siguiente manera:

Con la demanda diaria, y la capacidad total, de cada uno de los modelos, se determina la demanda en función de la capacidad demanda-capacidad, la cual es la división de la demanda con la capacidad total de los acumuladores para obtener un aproximado de los colectores necesarios.

Tabla XXIII Dimensionamiento de Acumuladores (2)

Dimensionamiento de los Acumuladores			
Dem. día Litros	Modelo	Cap. Total. acumLitros	Demanda/capacidad
1017.41	Chro	200	5.087045
1017.41	300 J	300	3.391363333
1017.41	180K	180	5.652272222

Fuente: Datos propios.

Los colectores necesarios para el cubrimiento de la demanda, es la aproximación de la demanda-capacidad, con estos se números se hacen cambios, para encontrar la combinación óptima de colectores, tomando en cuenta los aspectos de:

- Cumplimiento de demanda.
- Costo mínimo.
- Distribución del equipo en el edificio.

La cantidad disponible de ACS es la capacidad generada por los acumuladores, multiplicada por el número de acumuladores, obteniendo la cantidad disponible de ACS.

El déficit es la falta de litros que se puede tener en un día, los cuales son la diferencia negativa, entre la demanda diaria de ACS y la cantidad disponible de ACS.

El superávit es la cantidad de ACS, que supera la demanda en litros, siendo la diferencia negativa, entre la demanda diaria, de ACS, y la cantidad disponible de ACS.

El dimensionamiento de los captadores queda definido entonces con las siguientes posibilidades de uso

- 5 acumuladores Chromagen
- 6 acumuladores chromagen
- 5 acumuladores 180K solahart
- 6 acumuladores 180K solahart
- 3 acumuladores 300J solahart
- 4 acumuladores 300J solahart
-

Para encontrar el dimensionamiento óptimo, que cubra la demanda, solicitada, se hacen todas las combinaciones, para encontrar la combinación de acumuladores, que llene, en lo mas cercano posible la demanda, el cual demuestre un superávit/déficit, muy pequeño, estas combinaciones se muestran en la tabla XXIV

Tabla XXIV Combinación de acumuladores

Modelo	Cap. Almacenaje	Colectores	Almacenaje(litros)	Demanda	Deficit / Superávit
180K	180	0	0		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	4	1200		
			1200	1017.41	182.59
180K	180	0	0		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	3	900		
			900	1017.41	-117.41
180K	180	0	0		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	3	900		
			1100	1017.41	82.59
180K	180	0	0		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	2	600		
			800	1017.41	-217.41
180K	180	0	0		
Chromagen	200	2	400		
300J	300	3	900		
			1300	1017.41	282.59
180K	180	0	0		

Modelo	Cap. Almacenaje	Colectores	Almacenaje(litros)	Demanda	Deficit / Superávit
300J	300	2	600		
			1000	1017.41	-17.41
180K	180	0	0		
Chromagen	200	3	600		
300J	300	2	600		
			1200	1017.41	182.59
180K	180	0	0		
Chromagen	200	3	600		
300J	300	1	300		
			900	1017.41	-117.41
180K	180	0	0		
Chromagen	200	4	800		
300J	300	1	300		
			1100	1017.41	82.59
180K	180	0	0		
Chromagen	200	4	800		
300J	300	0	0		
			800	1017.41	-217.41
180K	180	0	0		
Chromagen	200	5	1000		
300J	300	0	0		
			1000	1017.41	-17.41
180K	180	0	0		
Chromagen	200	6	1200		
300J	300	0	0		
			1200	1017.41	182.59
180K	180	1	180		
Chromagen	200	4	800		
300J	300	0	0		
			980	1017.41	-37.41
180K	180	1	180		
Chromagen	200	3	600		
300J	300	0	0		
			780	1017.41	-237.41
180K	180	1	180		
Chromagen	200	3	600		
300J	300	1	300		
			1080	1017.41	62.59
180K	180	1	180		
Chromagen	200	2	400		
300J	300	2	600		
			1180	1017.41	162.59
180K	180	1	180		
Chromagen	200	2	400		
300J	300	1	300		

Modelo	Cap. Almacenaje	Colectores	Almacenaje(litros)	Demanda	Deficit / Superávit
Chromagen	200	1	200		
300J	300	3	900		
			1280	1017.41	262.59
180K	180	1	180		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	2	600		
			980	1017.41	-37.41
180K	180	1	180		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	3	900		
			1080	1017.41	62.59
180K	180	1	180		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	2	600		
			780	1017.41	-237.41
180K	180	2	360		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	3	900		
			1260	1017.41	242.59
180K	180	2	360		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	2	600		
			960	1017.41	-57.41
180K	180	2	360		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	2	600		
			1160	1017.41	142.59
180K	180	2	360		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	1	300		
			860	1017.41	-157.41
180K	180	2	360		
Chromagen	200	2	400		
300J	300	1	300		
			1060	1017.41	42.59
180K	180	2	360		
Chromagen	200	2	400		
300J	300	0	0		
			760	1017.41	-257.41
180K	180	2	360		
Chromagen	200	3	600		
300J	300	1	300		
			1260	1017.41	242.59
180K	180	2	360		

Modelo	Cap. Almacenaje	Colectores	Almacenaje(litros)	Demanda	Deficit / Superávit
Chromagen	200	3	600		
			960	1017.41	-57.41
180K	180	3	540		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	2	600		
			1140	1017.41	122.59
180K	180	3	540		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	1	300		
			840	1017.41	-177.41
180K	180	3	540		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	1	300		
			1040	1017.41	22.59
180K	180	3	540		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	0	0		
			740	1017.41	-277.41
180K	180	4	720		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	1	300		
			1020	1017.41	2.59
180K	180	4	720		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	0	0		
			720	1017.41	-297.41
180K	180	4	720		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	1	300		
			1220	1017.41	202.59
180K	180	4	720		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	0	0		
			920	1017.41	-97.41
180K	180	4	720		
Chromagen	200	2	400		
300J	300	0	0		
			1120	1017.41	102.59
180K	180	5	900		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	1	300		
			1200	1017.41	182.59
180K	180	5	900		
Chromagen	200	0	0		

Modelo	Cap. Almacenaje	Colectores	Almacenaje(litros)	Demanda	Deficit / Superávit
300J	300	0	0		
			900	1017.41	-117.41
180K	180	5	900		
Chromagen	200	1	200		
			1100	1017.41	82.59
180K	180	6	1080		
Chromagen	200	0	0		
300J	300	0	0		
			1080	1017.41	62.59
180K	180	6	1080		
Chromagen	200	1	200		
300J	300	0	0		
			1280	1017.41	262.59

Fuente: Datos experimentales.

La combinación de acumuladores, que cumple con la demanda, y tiene un superávit/déficit, menor, es:

- 4 acumuladores 180 K solahart
- 0 acumuladores chromagen
- 1 acumulador 300J solahart,

Pero como se explicó anteriormente, el dimensionamiento, depende aparte del factor de la cantidad de demanda de ACS, del factor económico, y del factor de diseño de la estructura.

Las combinaciones de acumuladores que tienen un superávit-déficit, menor de 100, se encuentran marcados con un color más oscuro, y con estas combinaciones, se optimiza, para encontrar la combinación más económica, y que genera un superávit/déficit, menor a los 100 litros de ACS.

Partiendo de los siguientes costos:

- Modelo 180K : Q. 14,000.00

- Modelo Chromagen. Q. 9499.00
- Modelo 300J: Q. 21,000.00

Con las combinaciones seleccionadas de la tabla No. XXV y con los precios por unidades de los equipos, se obtiene el costo por equipo, según el modelo del mismo, luego se determina el costo total, que representa la suma de los costos por equipo de cada una de las combinaciones, como se muestra en la tabla XXVI.

Tabla XXV Combinaciones de modelos por costos

Modelo	Colectores	Deficit / Superávit	Precio/unidad	Costo equipo	Costo Total
180K	0		Q13,849.00	Q0.00	
Chromagen	1		Q9,499.00	Q9,499.00	
300J	3		Q21,000.00	Q63,000.00	
		82.59			Q72,499.00
180K	0		Q13,849.00	Q0.00	
Chromagen	2		Q9,499.00	Q18,998.00	
300J	2		Q21,000.00	Q42,000.00	
		-17.41			Q60,998.00
180K	0		Q13,849.00	Q0.00	
Chromagen	4		Q9,499.00	Q37,996.00	
300J	1		Q21,000.00	Q21,000.00	
		82.59			Q58,996.00
180K	0		Q13,849.00	Q0.00	
Chromagen	5		Q9,499.00	Q47,495.00	
300J	0		Q21,000.00	Q0.00	
		-17.41			Q47,495.00
180K	1		Q13,849.00	Q13,849.00	
Chromagen	4		Q9,499.00	Q37,996.00	
300J	0		Q21,000.00	Q0.00	
		-37.41			Q51,845.00
180K	1		Q13,849.00	Q13,849.00	
Chromagen	3		Q9,499.00	Q28,497.00	
300J	1		Q21,000.00	Q21,000.00	
		62.59			Q63,346.00
180K	1		Q13,849.00	Q13,849.00	
Chromagen	0		Q9,499.00	Q0.00	
300J	3		Q21,000.00	Q63,000.00	
		62.59			Q76,849.00
180K	2		Q13,849.00	Q27,698.00	
Chromagen	0		Q9,499.00	Q0.00	
300J	2		Q21,000.00	Q42,000.00	
		-57.41			Q69,698.00
180K	2		Q13,849.00	Q27,698.00	

Modelo	Colectores	Deficit / Superávit	Precio/unidad	Costo equipo	Costo Total
300J	1		Q21,000.00	Q21,000.00	
		42.59			Q67,696.00
180K	2		Q13,849.00	Q27,698.00	
Chromagen	3		Q9,499.00	Q28,497.00	
300J	0		Q21,000.00	Q0.00	
		-57.41			Q56,195.00
180K	3		Q13,849.00	Q41,547.00	
Chromagen	1		Q9,499.00	Q9,499.00	
300J	1		Q21,000.00	Q21,000.00	
		22.59			Q72,046.00
180K	4		Q13,849.00	Q55,396.00	
Chromagen	0		Q9,499.00	Q0.00	
300J	1		Q21,000.00	Q21,000.00	
		2.59			Q76,396.00
180K	4		Q13,849.00	Q55,396.00	
Chromagen	1		Q9,499.00	Q9,499.00	
300J	0		Q21,000.00	Q0.00	
		-97.41			Q64,895.00
180K	5		Q13,849.00	Q69,245.00	
Chromagen	1		Q9,499.00	Q9,499.00	
300J	0		Q21,000.00	Q0.00	
		82.59			Q78,744.00
180K	6		Q13,849.00	Q83,094.00	
Chromagen	0		Q9,499.00	Q0.00	
300J	0		Q21,000.00	Q0.00	
		62.59			Q83,094.00

Fuente: Datos experimentales.

En la tabla anterior, se selecciona en los costos totales, que generan un costo total menor, y tienen un déficit/superávit bajo, y se señalan con un color más oscuro, como se muestra en la tabla siguiente:

Las tablas XXIX y XXV fueron trabajadas para optimizar costo y eficiencia por medio de un análisis de cada una de las matrices.

Tabla XXVI Combinación acumuladora, más óptima.

Modelo	Colectores	Almacenaje(litros)	Demanda	Deficit / Superávit de ACS	Costo equipo	Costo Total
180K	0	0			Q0.00	
Chromagen	5	1000			Q47,495.00	
300J	0	0			Q0.00	
		1000	1017.41	-17.41		Q47,495.00
180K	1	180			Q13,849.00	
Chromagen	4	800			Q37,996.00	
300J	0	0			Q0.00	
		980	1017.41	-37.41		Q51,845.00
180K	2	360			Q27,698.00	
Chromagen	3	600			Q28,497.00	
300J	0	0			Q0.00	
		960	1017.41	-57.41		Q56,195.00

Fuente: Datos experimentales.

En la tabla anterior se muestran las dos alternativas para la compra de acumuladores más óptimos, la cual se resume así:

Alternativa 1:

- 5 equipos Chromagen.

Alternativa 2:

- 1 equipo 180K
- 4 equipos Chromagen.

Con estas dos alternativas se procede a dimensionar los captadores, solares, y con ello, analizar las medidas, del mismo, y dar una idea de las

dimensiones del equipo, para poder tomar una decisión, de la mejor alternativa, para el dimensionamiento del equipo.

4.2.1.2 Dimensionamiento de los captadores solares.

El dimensionamiento de los captadores o colectores solares, se determina a partir del tipo de acumulador que se utiliza, ya que la capacidad de absorción del mismo, esta íntimamente ligado, con la cantidad de ACS, que circulara por el sistema, y el aprovechamiento que este tiene.

El dimensionamiento de los captadores, se realiza, dependiendo de las especificaciones brindadas, por los proveedores, los cuales se analizaran, para las alternativas determinadas en el inciso anterior.

Especificaciones captadores SOLAHART 181 K

- Dimensión del colector longitud total: 1,937 mm
- Dimensión del colector altura total: 1,022 mm
- Dimensión del colector profundidad: 77mm
- Cubierta: Cristal templado solatex
- Aislamiento: Fibra de vidrio.
- Material recubridor: Hierro fundido
- Presión de prueba: 450 Kpa (65 psi)

Especificaciones captadores CHROMAGEN

- Superficie de absorción: 2.6 m²
- Caja: aluminio o acero galvanizado.
- Cubierta: Vidrio solar templado.

La selección para el dimensionamiento de los captadores solares, se hará con base a las siguientes alternativas, que fueron analizadas en el inciso anterior:

Alternativa 1:

- 5 equipos Chromagen.

Alternativa 2:

- 1 equipo 180K
- 4 equipos Chromagen.

Y se basa a partir de la siguiente teoría:

Por cada metro cuadrado de área de captación solar, se deben de tener un acumulador con espacio para 75 litros de agua. ¹

Expresada en la siguiente expresión:

EC (1): $a: 75d$

Donde:

a= Área de captación térmica del colector en m²

d= Capacidad del deposito en Litros.

La selección de los captadores, se realiza por medio de la eficiencia que pueda demostrar, para calentar el ACS, total que tiene la capacidad, de

almacenar, las combinaciones de equipos, que muestran las alternativas expresadas con anterioridad, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXVII Eficiencias de los captadores solares.

Modelo	Colectores	Longitud (m)	Anchura (m)	Área Captacion (m ²)	Capacidad sugerida (L)	Capacidad real (L)	Eficiencia
180K	0.00	1.94	1.02	1.98	148.47	180.00	82.48
Chromagen	5.00	-	-	2.60	195.00	200.00	97.50
180K	1	1.937	1.022	1.979614	148.47105	180	82.4839167
Chromagen	4	-	-	2.6	195	200	97.5

Fuente: Datos experimentales.

Con las eficiencias y las combinaciones, se promedia las eficiencias con las combinaciones de cada una de las alternativas, obteniendo así una, una eficiencia global, la cual indica que alternativa, trabaja con una mayor eficiencia, y así ayudar a la elección del equipo óptimo, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXVII Análisis eficiencias de las alternativas

Modelo	Eficiencia	Colectores	Efic. Por equipo	Efic. Por alter.	Efic. Prom. Por alter. (%)
Alternativa1					
180K	82.48	0	0		
Chromagen	97.50	5	487.5	487.50	97.5
Alternativa 2					
180K	82.48	1	82.48		
Chromagen	97.50	4	390	472.48	94.496

Fuente: Datos Experimentales

La eficiencia por equipo, se obtiene, multiplicando la eficiencia del equipo por la cantidad de equipo, que tiene cada una de las alternativas.

La eficiencia por alternativas, es la suma de las de equipo, de cada una de las alternativas.

La eficiencia promedio de las alternativas, es el promedio de las eficiencias por alternativas, señalando así, que alternativa es mas eficiente, en relación a los captadores solares, con los acumuladores.

En la tabla anterior, se denota que la alternativa con mayor eficiencia es la alternativa, es la alternativa 1, comprendida por los 5 captadores solares CHROMAGEN.

El dimensionamiento del equipo queda definido entonces de la siguiente forma:

Cinco equipos marca CHROMAGEN, los cuales cuentan con un acumulador de 200 litros, cada uno, y un colector solar plano de 2.6 m² de área de captación solar.

El sistema de circulación de ACS es por termosifón, siendo este un sistema cerrado, contando con un intercambiador de calor, dentro del acumulador, y un vaso de expansión.

El colector solar de absorción consiste en una caja de aluminio o acero galvanizado, y esta recubierta con vidrio solar templado.

El termotanque o acumulador está hecho de acero de 3mm, enlozado en el interior de esmalte, cubierta exterior de poliéster, aislamiento de poliuretano, apoyo energético eléctrico, con intercambiador de calor, con capacidad de 200 litros.

Al ser el sistema mas eficiente, se obtiene ACS a mas temperatura en un menor tiempo, y el aislamiento de poliuretano mantiene el ACS, caliente de un día para otro.

En la figura 17, se muestra el equipo seleccionado después del análisis, para obtener la mejor opción de equipo, en la figura se muestra el captador solar, y el acumulador con su estructura orientada.

Figura 19. Sistema CHROMAGEN



Fuente: Enersol de Guatemala

La alternativa seleccionada del captador y el colector, queda definida por las características mostradas en la tabla XXX:

Tabla XXIX Características de sistemas térmicos solares para centros de salud tipo B (occidente)

Modelo	Colectores	Capacidad acumulador (L)	Capacidad total(L)	Déficit	Área captación (m ²)	Eficiencia	Costo total
CHROMAGEN	5	200	100	- 17.41	2.6	97.50%	Q.47,945.00

Fuente: datos propios.

4.2.2 Diseño del equipo.

El diseño del equipo se realiza con base al dimensionamiento del mismo, el cual genera como opción optima, el uso de equipo, marca Chromagen, el cual cuenta con acumuladores de 200 Litros, al cual le corresponde captadores modelo CR 12 SN, según datos del proveedor.

Este equipo es un equipo solar térmico, por termosifón de perfil bajo. En este tipo de sistemas el acumulador se coloca bajo el captador o captadores

solares lo que reduce notablemente el impacto visual del equipo, sobre todo cuando es instalado en cubierta plana.

Un sistema indirecto utiliza un intercambiador de calor de gran superficie que permite agregar una solución anticongelante al circuito primario. Este sistema también ayuda a evitar la formación de sedimento calcáreo en el captador. El agua es calentada en el captador, pasa al intercambiador de calor y de ahí vuelve al captador.

El diseño del equipo, se compone de 3 partes:

- Diseño del acumulador.
- Diseño del captador.
- Diseño de la estructura de soporte.

Especificaciones técnicas del equipo.

Las especificaciones técnicas del equipo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXX Especificaciones técnicas del equipo

Equipo compacto de 200 L indirecto		Peso
1	Captador CR-12 SN	En vacío: 172 Kg. En servicio: 384 Kg.
1	Termo tanque 200 l indirecto	
1	Soporte 1 captador	
1	Kit de conexión	

Fuente: Manual técnico, CHROMAGEN

En la siguiente figura se muestra el diseño del equipo, así como la localización de sus componentes.

4.2.1.1. Diseño del acumulador

El acumulador solar Chromagen de 200 litros, se encuentra constituido por los siguientes elementos:

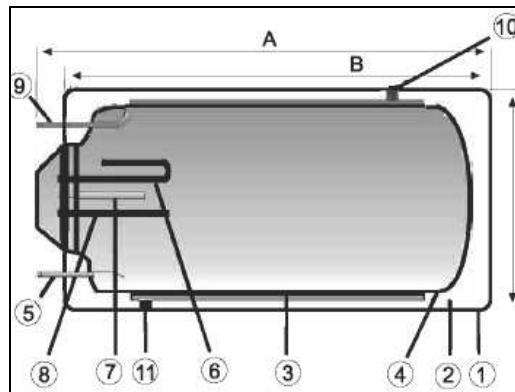
- a. Superficie externa: es de chapa de acero terminada con una cubierta de epoxy poliéster horneado, la cual proporciona una eficiente protección contra los estragos del clima.
- b. Aislamiento: es una capa de poliuretano inyectado de un espesor de 40 mm asegura una duradera retención del calor del agua.
- c. Intercambiador de calor.
- d. Superficie interna: es una chapa de acero vitrificada con doble capa de esmalte de 400 micras horneado a altas temperaturas, asegurando este revestimiento una excelente duración por un largo período.
- e. Entrada de agua fría a la red.
- f. Elemento eléctrico de inmersión: Este elemento calefactor de inmersión reduce al mínimo el tiempo necesario para calentar el agua, proporcionando un gran ahorro de energía.
- g. Cátodo anti-oxido.
- h. Termostato.
- i. Salida de agua caliente a consumo.
- j. Entrada de agua al intercambiador.
- k. Salida de agua al intercambiador.

Características:

- Conexiones en rosca de $\frac{3}{4}$ "
- Temperatura máxima de uso 60° C
- Temperatura límite: 120°C
- Presión de timbre interior: 14 bar.
- Presión máxima de trabajo interior: 8 bar.

- Presión de timbre en intercambiador: 8 bar.

Figura 21. Diseño de Acumulador.



Fuente: Manual técnico, CHROMAGEN.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACUMULADOR.

En la siguiente tabla, se muestran las especificaciones técnicas del acumulador.

Tabla XXXI Especificaciones técnicas del acumulador

Capacidad (litro)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso en vacío (Kg.)	Peso en servicio (Kg.)	Elemento eléctrico (Kw.)	Superficie Intercambiador (m ²)
200	1,260	1,200	585	93	300	2300	1,204

Fuente: Manual técnico, CHROMAGEN.

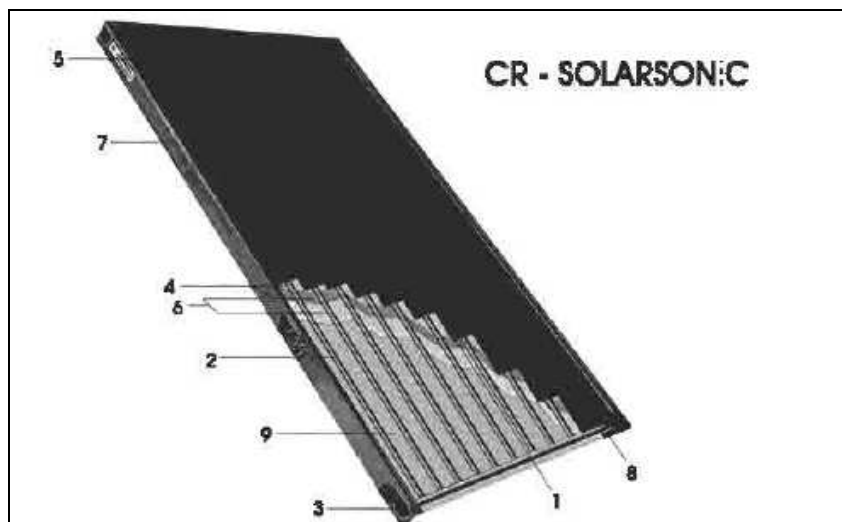
4.2.2.1 Diseño del captador.

El captador solar plano se compone de los siguientes elementos:

1. Superficie de absorción: formada por una capa de cromo negro sobre una base de níquel claro.

2. Red de conductos: conductos de 5/8" soldados a dos conductos principales con una relación óptima de diámetros.
3. Conexión de tubería: cuatros conexiones hembra de 3/4" de bronce.
4. Hoja de aluminio: adherida a la aislamiento, actúa como barrera contra pérdidas de calor por el dorso del captador.
5. Vidrio solar: un panel único de vidrio solar de 3,2 mm de espesor.
6. Aislamiento: una moldura de 30 mm de espuma de poliuterano por debajo y alrededor de la superficie de absorción.
7. Caja: moldeada en aluminio anodinado, con una cubierta de poliéster horneado.
8. Sellado: sellado con esponja, absorbe la expansión del vidrio.
9. Dorso: en la lamina del polipropileno.

Figura 22. Diseño captador solar plano.



Fuente: Manual Técnico, CHROMAGEN.

CARACTERÍSTICAS:

Las características del colector solar plano se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXXII Características colector solar plano.

MODELO	CR-12 SN
Altura total (cm.)	219
Anchura total (cm.)	129
Fondo (cm.)	9
Superficie total (m ²)	2.8
Área de apertura (m ²)	2.6
Área de absorbedor (m ²)	2.54
Peso (Kg.)	51
Capacidad de fluido (l)	5
Presión de timbre (bar.)	14
Presión máxima de trabajo (bar.)	8

Fuente: Manual técnico, CHROMAGEN.

4.2.2.2 Diseño de la estructura de soporte.

La estructura se encuentra formada, por perfiles de acero normalizados, zincados y lacados.

Los componentes de la estructura de soporte se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXXIII Componentes de la estructura de soporte.

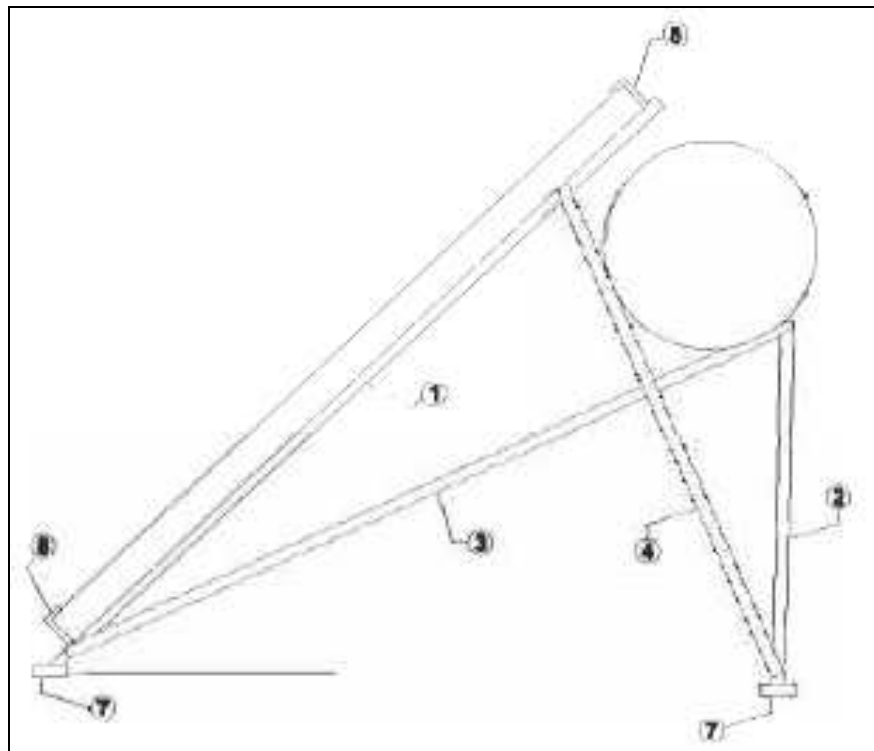
	Descripción	Unidades	Largo (mm.)
1	Pie delantero	2	2200
2	Pie trasero	2	995
3	Unión lateral	2	2030
4	Pie trasero diagonal	2	1380
5	Soporte frontal	2	840
6	Unión diagonal	2	1160
7	Angulo de fijación	4	103x37x20
8	Tope de fijación	4	90x50x50

Fuente: Manual técnico, CHROMAGEN.

Los componentes de la estructura de soporte se encuentran localizados en las siguientes figuras:

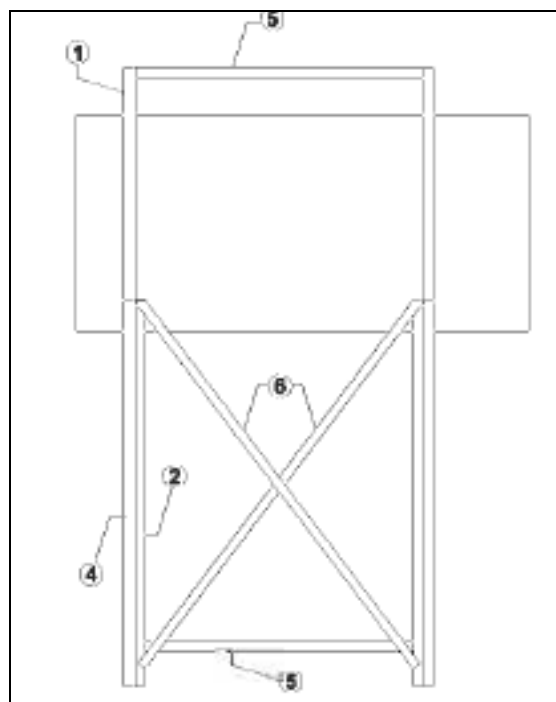
En la figura 20 se muestran los componentes de la estructura de soporte del equipo térmico presentado por vista lateral.

Figura 23. Componentes de la estructura de soporte (vista lateral)



Fuente: Manual técnico, CHROMAGEN

Figura 24. Componentes de la estructura de soporte (vista trasera)



Fuente: Manual técnico, CHROMAGEN

4.2.2.2.1 Orientación.

La orientación del equipo es uno de los aspectos más importantes, ya que depende de ella, el máximo aprovechamiento térmico, y el buen funcionamiento del equipo.

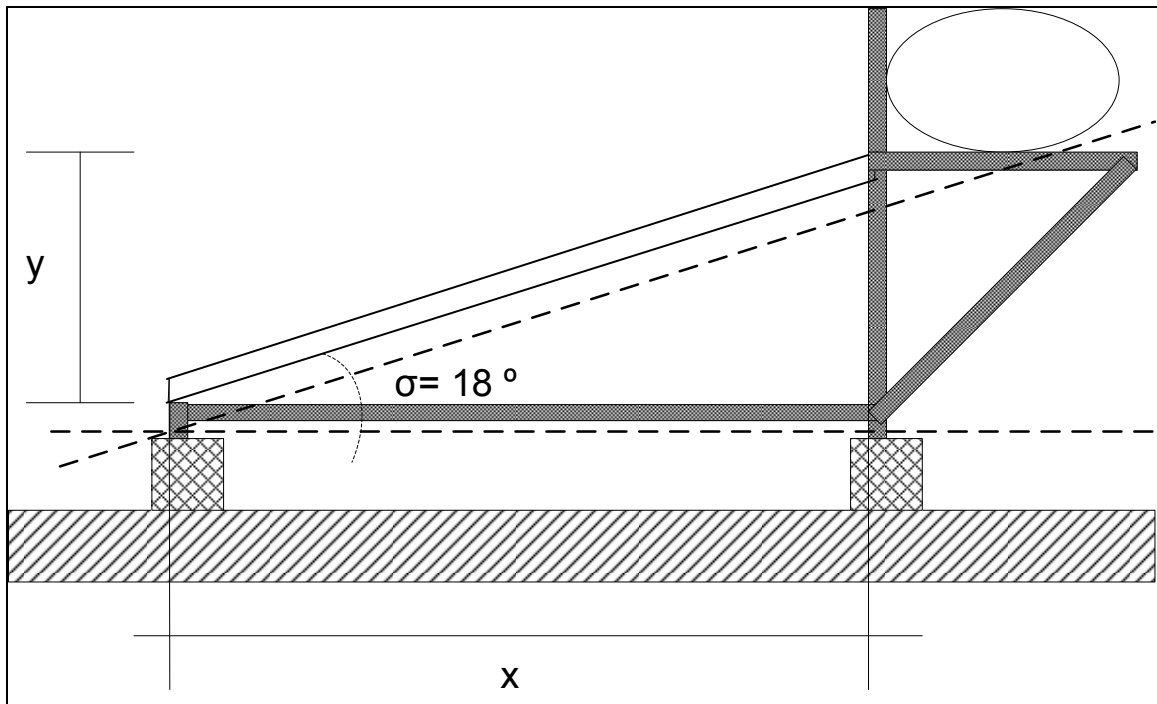
El objetivo de la orientación del equipo, es, que los rayos solares indiquen con la mayor perpendicularidad posible sobre la superficie del captador, para disminuir las pérdidas por el ángulo de incidencia.

Para la ubicación del equipo a instalar en el Centro de Salud de San Miguel Ixtahuacan, los datos correspondientes son:

- Un ángulo σ de 18° .

El ángulo de inclinación de los colectores solares, con respecto a la horizontal debe ser de 18° , valor que corresponde a la latitud del país. Esta inclinación aumenta la eficiencia de los captadores al recibir de forma perpendicular los rayos solares.

Figura 25. Inclinación del equipo.



Fuente: datos propios.

Al observar la imagen anterior, podemos fácilmente establecer los puntos de apoyo y las distancias adecuadas para obtener una inclinación de 18° .

El cálculo de los valores (x,y) , se realiza de la siguiente manera:

Inicialmente se convierte los 18° a radianes, obteniendo un ángulo de $\sigma = 0.314159265$ radianes.

Partiendo de las siguientes premisas:

- $\text{Seno}(\sigma) = \text{cateto opuesto} / \text{hipotenusa}$
- $\text{Coseno}(\sigma) = \text{cateto adyacente} / \text{hipotenusa}$

Y los siguientes valores

- $\text{seno}(0.314159265) = 0.309016994$
- $\text{coseno}(0.314159265) = 0.951056516$

- cateto opuesto = y
- cateto adyacente = x

- hipotenusa = longitud del captador = 2.20 m. (ver inciso 4.2.2.2).

Podemos obtener los siguientes valores

$$y = \text{hipotenusa} * \text{seno}(\sigma) = (2.2 \text{ m.}) * (0.309016994) = 0.67983739 \approx \mathbf{0.68 \text{ m.}}$$

$$x = \text{hipotenusa} * \text{coseno}(\sigma) = (2.2 \text{ m.}) * (0.951056516) = 2.09232434 \approx \mathbf{2.09 \text{ m.}}$$

Los valores obtenidos son $x = 0.68 \text{ m.}$ $y = 2.09 \text{ m.}$, los cuales serán utilizados para obtener una inclinación de 18° en la instalación.

- Direccionamiento de los colectores solares hacia el Sur.

De igual forma que la inclinación es una característica de la instalación, el direccionamiento de los colectores contribuye con el rendimiento adecuado del sistema.

Ambos colectores deben instalarse con dirección al sur, para obtener la mayor cantidad de tiempo a dichos colectores en contacto con los rayos solares.

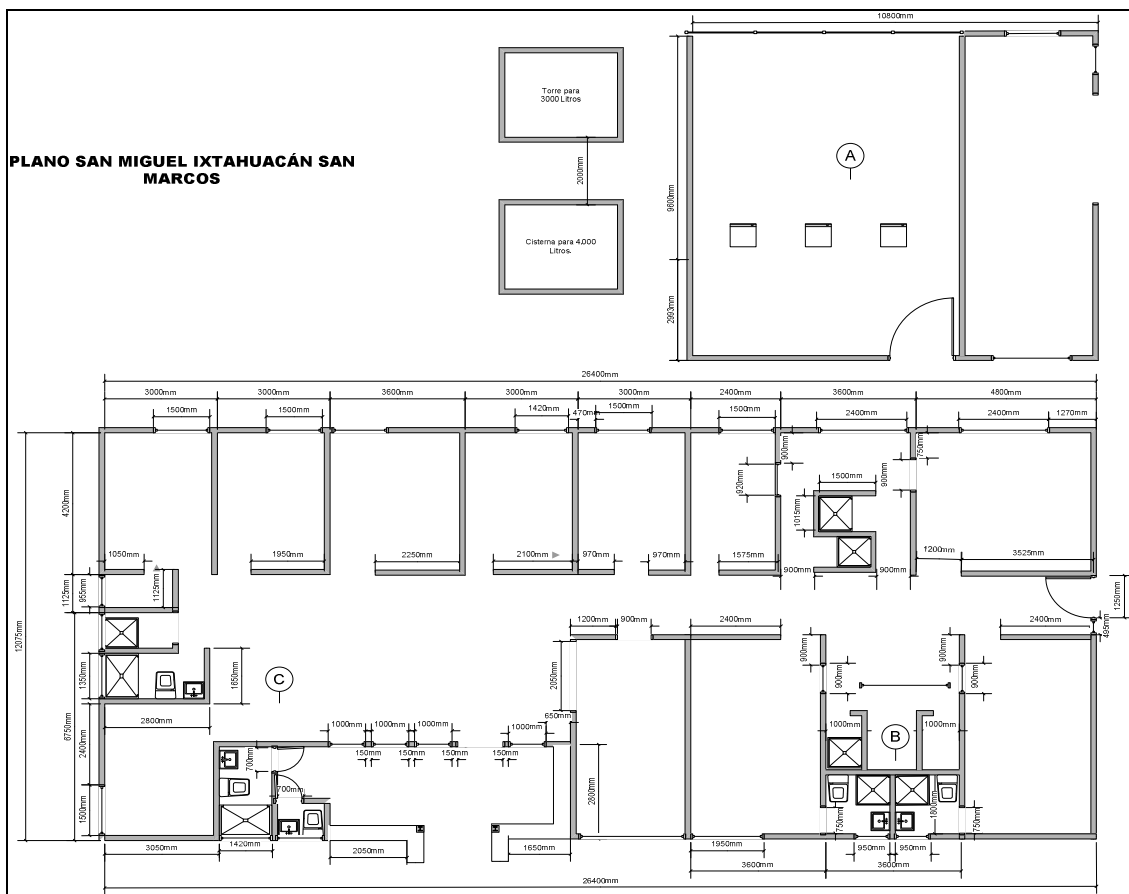
4.2.3 Distribución del equipo en el edificio

La distribución del equipo en el edificio, es de acuerdo a las condiciones, de un centro de salud tipo B, y a el acoplamiento de los 5 equipos solares térmicos, con el fin de distribuir, estos en los espacios posibles, y mantener, una comunicación directa entre la salida de ACS, con la salida para el consumo de la misma partiendo del siguiente concepto: Para evitar perdidas energéticas la toma de consumo de agua, no debe de estar mas de 12 metros de distancia, del equipo.

4.2.3.1 Plano actual del edificio.

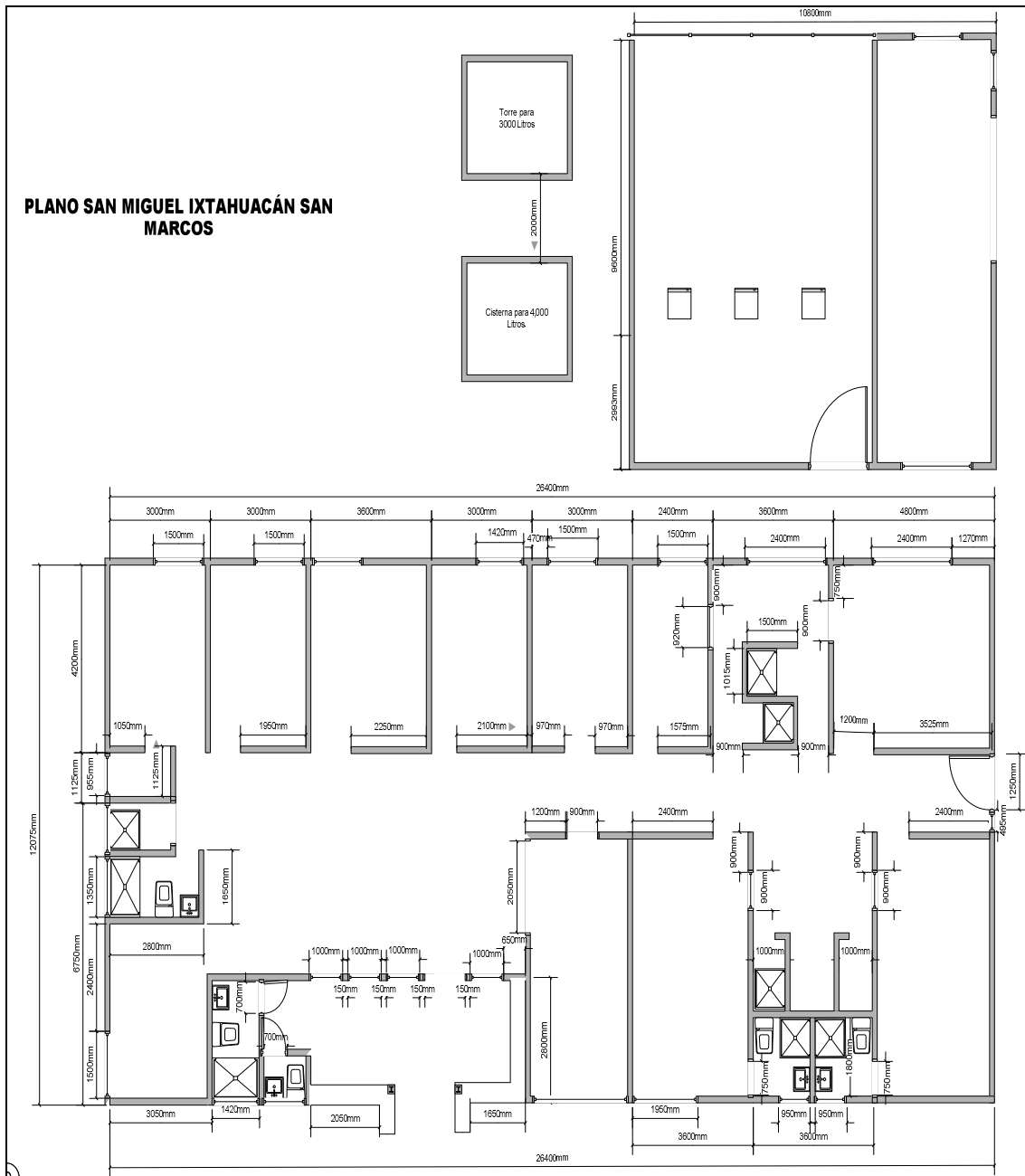
A continuación se presenta el diseño, del centro de salud tipo B, de San Miguel Ixtahuacan, denotando las dimensiones de este, estando estas en milímetros.

Figura 26. Plano centro de salud tipo B(1) , San Miguel Ixtahuacán.



Fuente: Datos propios.

Figura 27. Plano Centro de Salud tipo B (2) San Miguel Ixtahuacán



Fuente: Datos MSPAS, y datos propios.

4.2.3.2 Plano de ubicación de equipo.

A continuación se encuentran desglosadas las partes del edificio en donde se considera la ubicación del equipo a nivel del techo.

Se divide en tres secciones, para abarcar la cantidad de demanda, y la ubicación de el equipo, cada sección, cuenta con dos acumuladores y dos captadores solares , colocados individualmente, y separados entre si, por un espacio de 50 cm., para permitir el paso entre ellos.

Quedan ubicados de la siguiente manera:

Sección A:

La sección A, cubre el área de lavanderías, determinando la demanda, de esta sección, y la cual cuenta con salida de agua cercana.

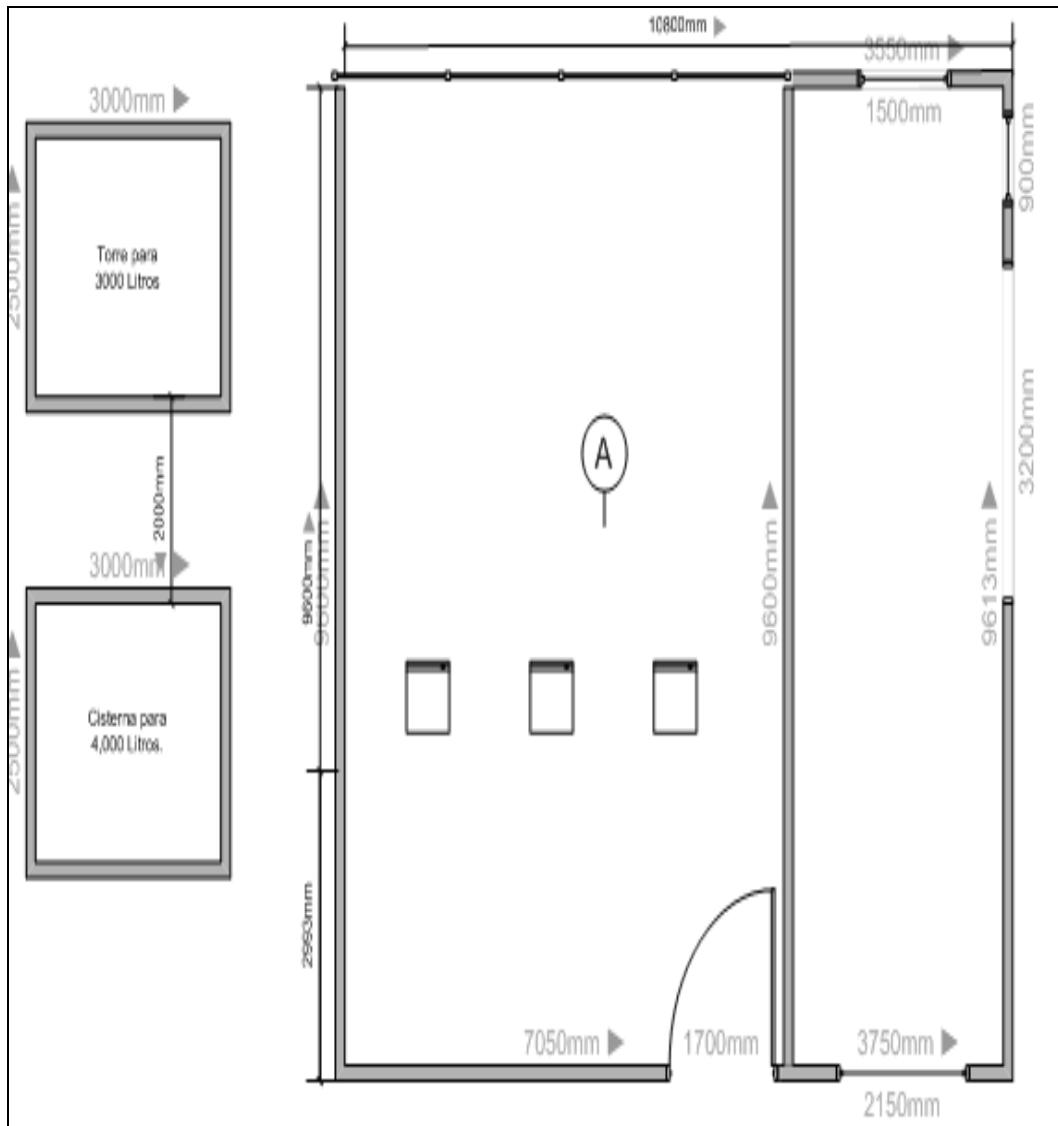
Sección B:

En la sección B, se cubre el área de dos duchas, contemplando área de encamamiento, también contempla el área de de higiene de cada paciente, y cuenta con salida de agua cercana.

Sección C:

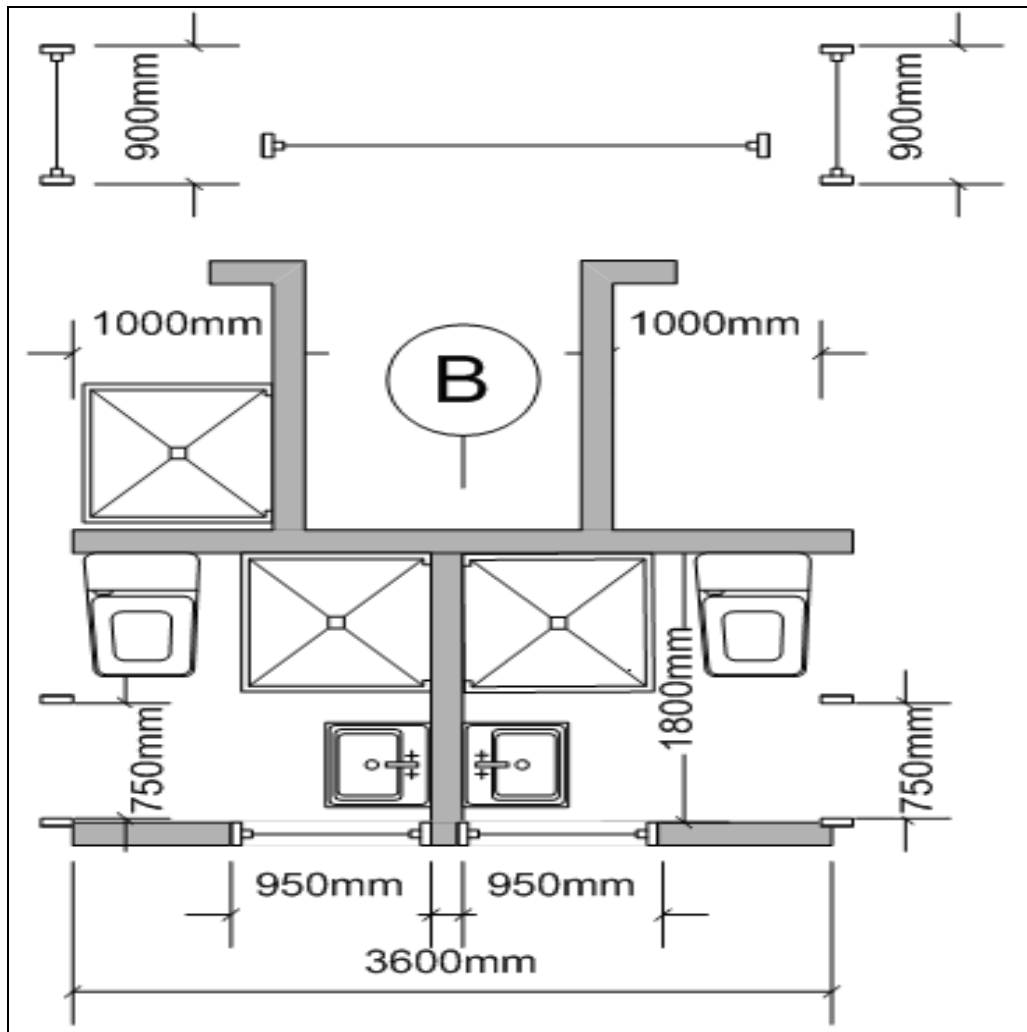
En la sección C, se cubre demanda, de los visitantes del centro de salud, así como para uso, del personal del servicio de salud, cubriendo también dos áreas de duchas.

Figura 28. Sección A, ubicación de equipo



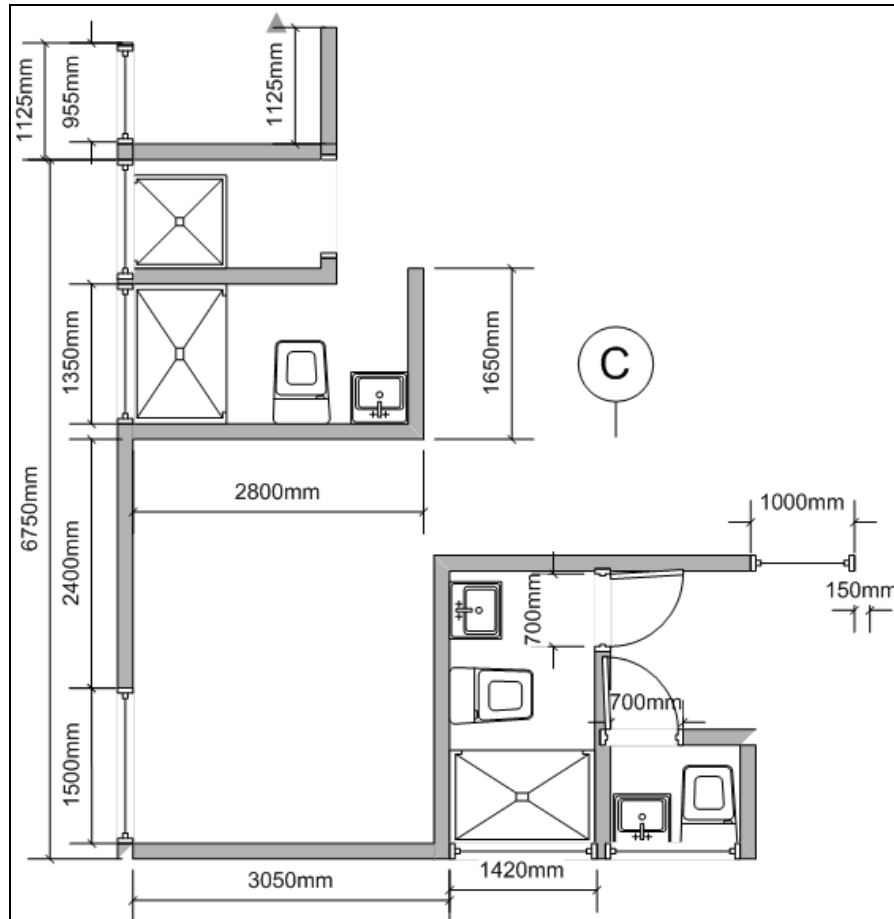
Fuente: Datos propios.

Figura 29. Sección B, ubicación de equipo



Fuente: Datos propios.

Figura 30. Sección C, ubicación de equipo



Fuente: Datos propios.

4.2.3.3 Área de ocupación de equipo.

El área de ocupación del equipo, es el espacio físico que este representa en el edificio, al ser instalado y estar en utilización, el cual da una idea, de espacio y de colocación del equipo.

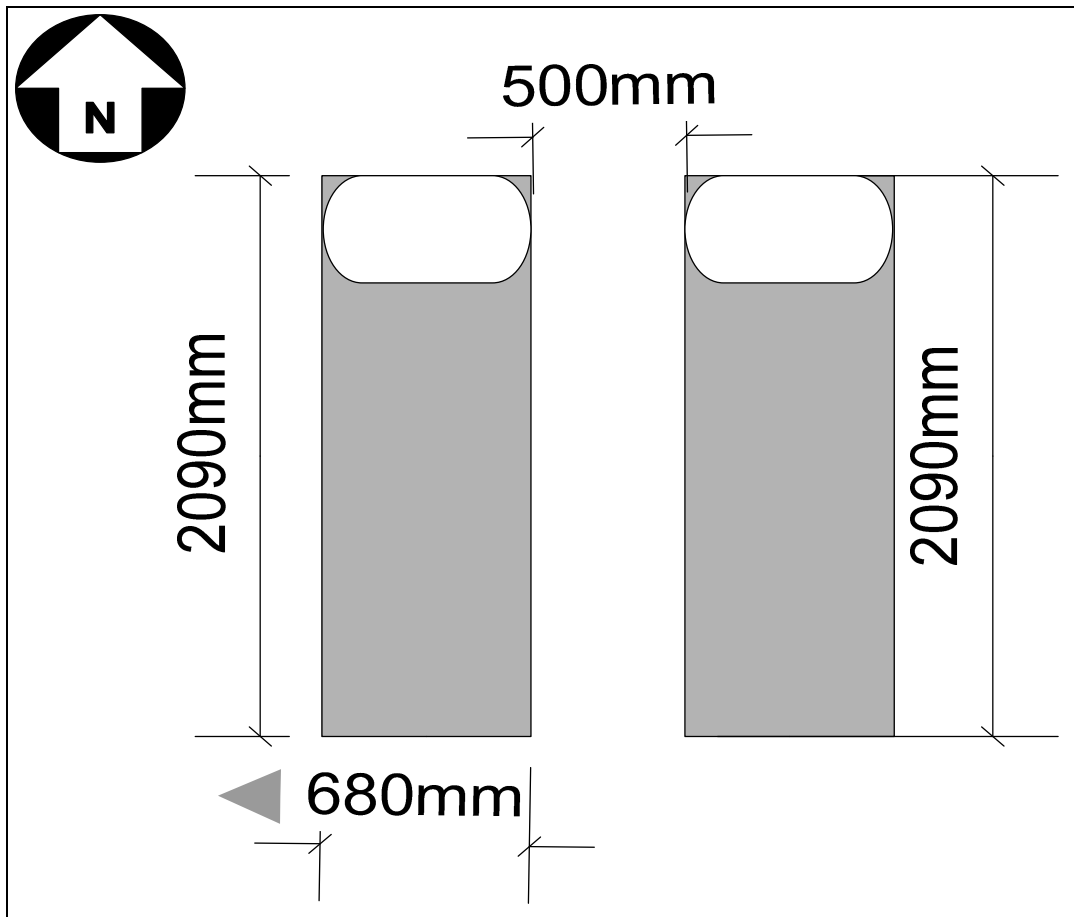
El área de ocupación queda determinada, por las dimensiones del equipo, así como la posición, ubicación e inclinación que se determino para el mejor funcionamiento del equipo.

Según los cálculos realizados en la sección 4.2.2.3.1 (orientación del equipo), las dimensiones de área de ocupación quedan de la siguiente manera:

- Los valores obtenidos son $x = 0.68 \text{ m.}$ $y = 2.09 \text{ m.}$, los cuales serán utilizados para obtener una inclinación de 18° en la instalación.
- Espacio de separación entre equipo de 50 cm.
- Dos equipos solares térmicos (EST), por sección que lo ocupara.

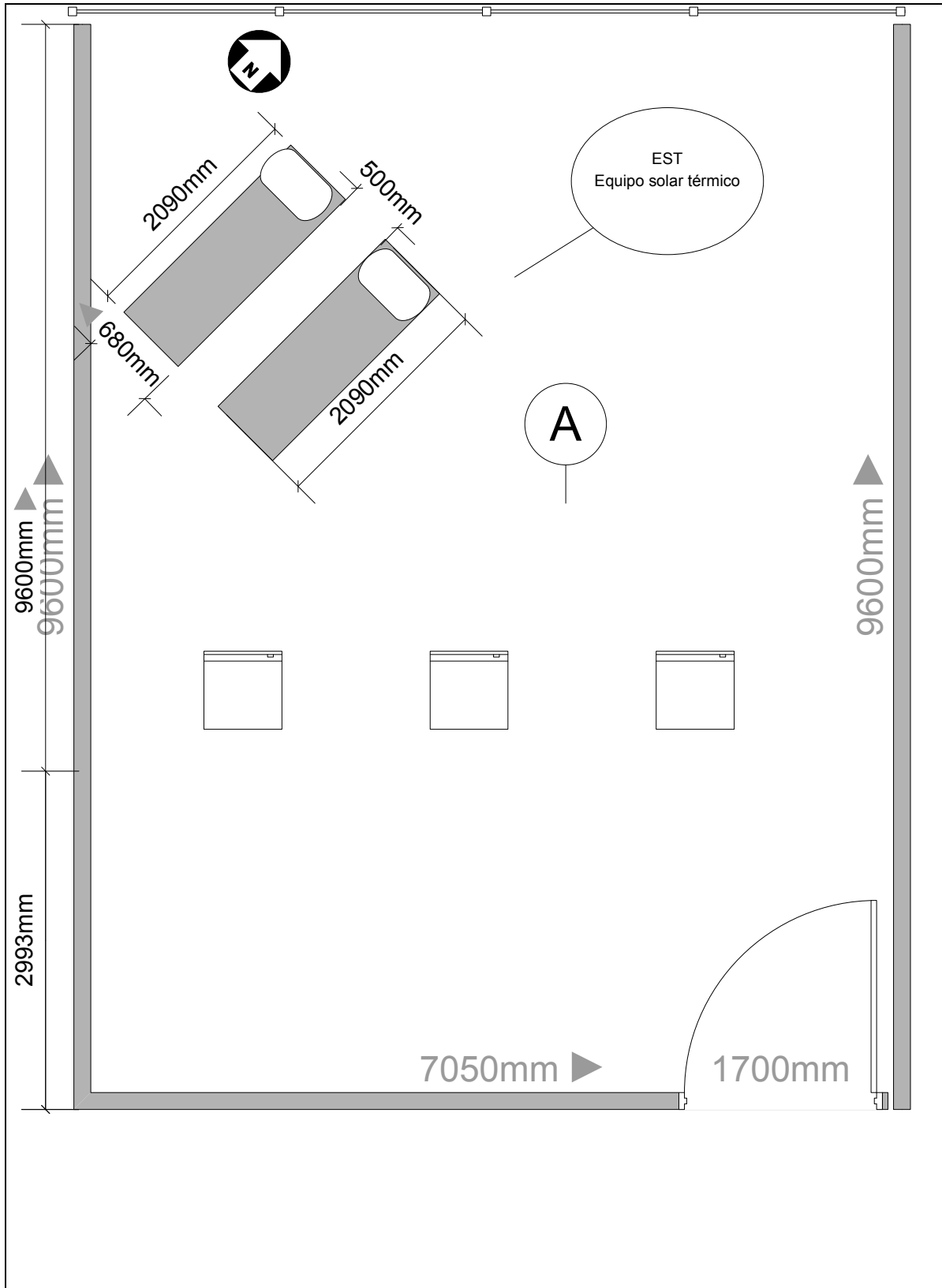
A continuación se presenta la colocación del equipo, en las áreas seleccionadas del edificio, así como el diagrama del equipo solar térmico (EST):

Figura 31. Equipo solar térmico (EST)



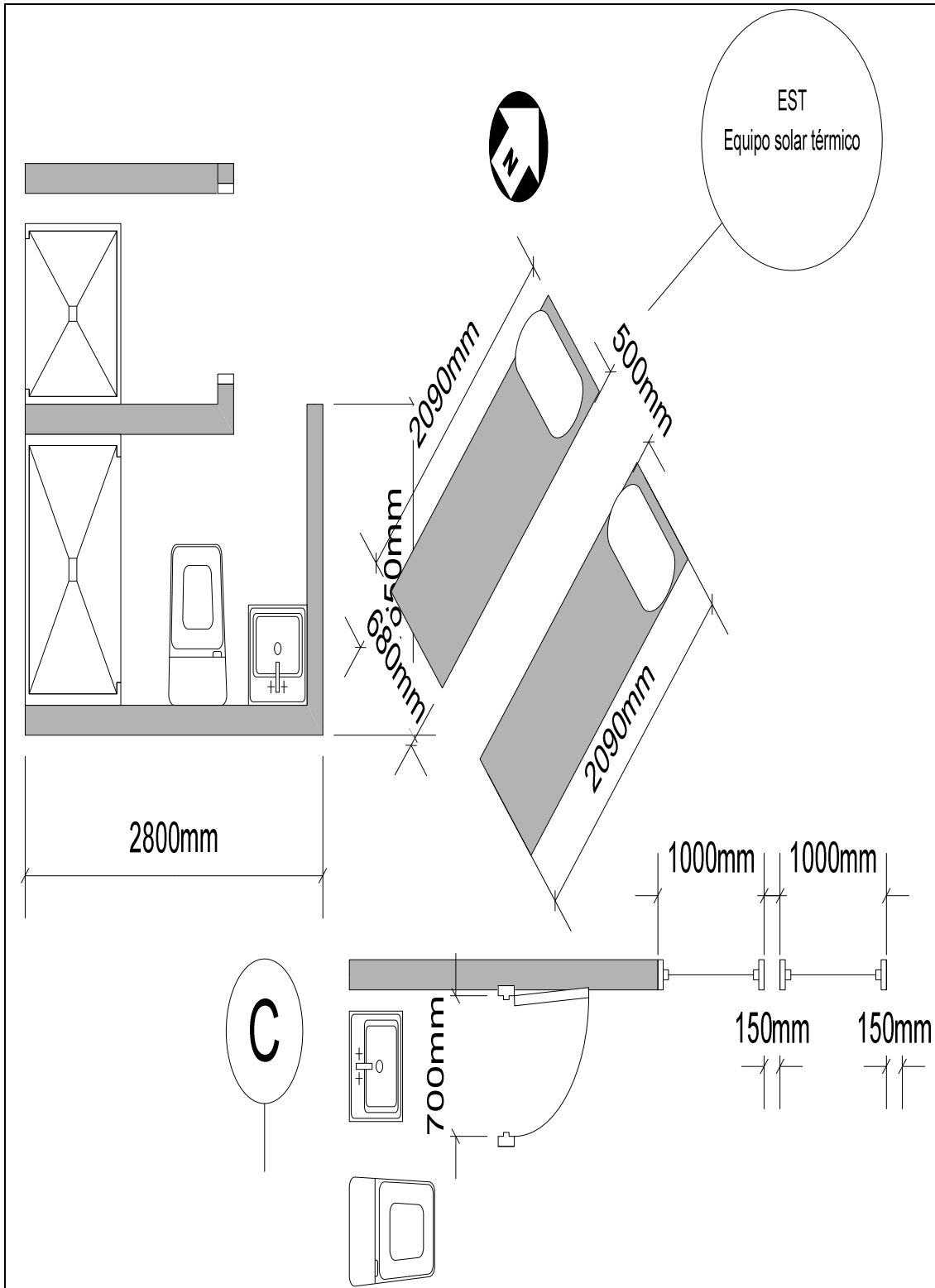
Fuente: Datos propios.

Figura 32. Área de ocupación sección A



Fuente: Datos propios

Figura 34. Área de ocupación sección C



Fuente: Datos propios.

4.3 Estudio de Impacto Ambiental

El siguiente estudio de impacto ambiental, tiene como finalidad, determinar el beneficio del proyecto, a nivel de la trascendencia que pueda tener este, al interactuar con el medio ambiente, denotando tanto los peligros que pueda generar en contra del medio ambiente con el que se relaciona, así como también, los beneficios que puede tener para el medio ambiente, de la comunidad en el que el proyecto puede ser implementado.

4.3.1 Ubicación geográfica del proyecto.

El proyecto se encuentra localizado, geográficamente, en el nor-occidente de nuestro país, Guatemala.

Figura 35. Mapa de Guatemala



Fuente: Datos propios

- *Región Nor- Occidente:*

La región nor- occidental, comprende los centros de salud ubicados en el plano occidental de nuestro país, en el que se reúnen varios departamentos, que cuentan con características similares, las cuales facilitan el estudio.

Esta región cuenta con las siguientes características:

- Departamentos: San Marcos, Quetzaltenango, Huhuetenango, Quiché, Solola y Totonicapán.

Figura 36. Nor-Occidente de Guatemala



Fuente: Datos MSPA

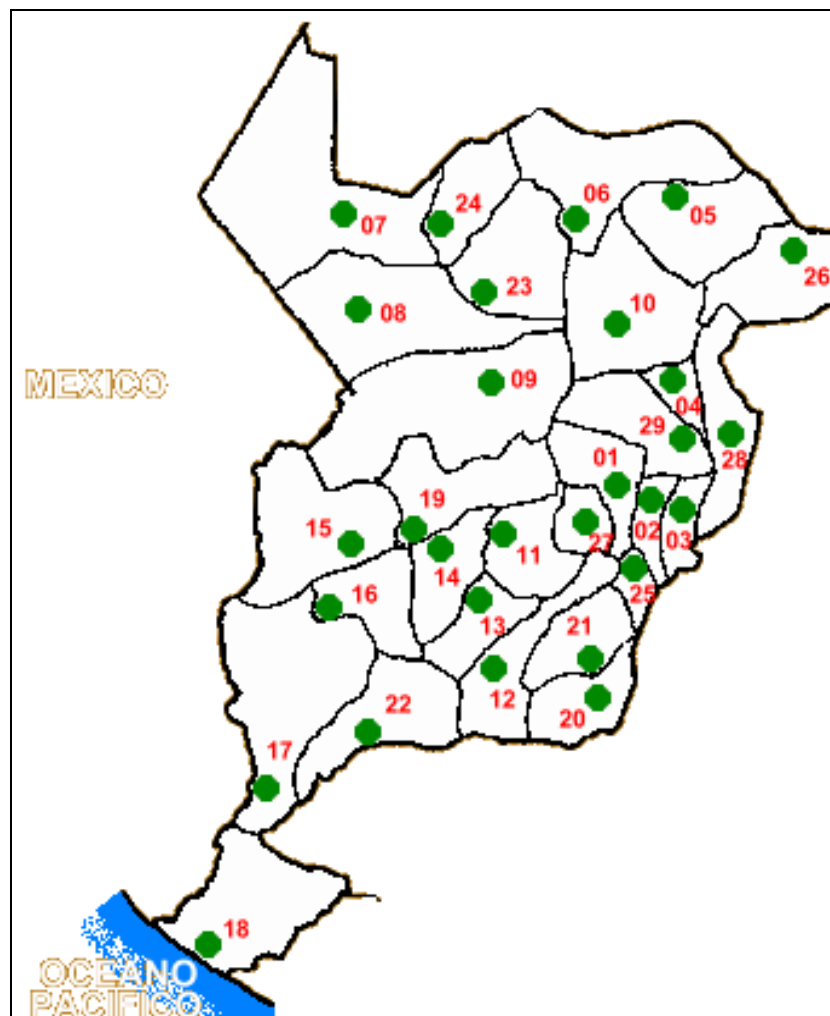
Como la muestra inicial se realizara en San Miguel Ixtahuacán, en el departamento de San Marcos, por lo que son necesarias las características principales de este departamento siendo estas:

- El Departamento de San Marcos se encuentra situado en la región Sur Occidental de Guatemala. Limita al Norte con **Huehuetenango**, al Sur con el **Océano Pacífico** y **Retalhuleu**, al Este con **Quetzaltenango**; y al Oeste con los Estados Unidos Mexicanos. La cabecera departamental se encuentra a una distancia de 252 kilómetros de la Ciudad Capital de Guatemala.
- El departamento de San Marcos se encuentra dividido en 29 municipios que son, en donde se puede mencionar, San Marcos, San Pedro Sacatepequez, Malacatan, Tacana, San Rafael Pie de la Cuesta, y el mencionado San Miguel Ixtahuacán.
- Cabecera departamental: San Marcos
- Población: 794,951 habitantes
- Extensión territorial: 3791 Km.
- Latitud: 14° 57'40" N
- Longitud: 91°47'44" O
- Altitud 2398 metros sobre el nivel del mar.
- Clima: frío
- Integración política del departamento de San Marcos se encuentra conformada de la siguiente manera: se divide incluyendo su cabecera departamental en 29 municipios y estos son:
 - San Marcos
 - San Pedro Sacatepéquez
 - San Antonio Sacatepéquez
 - Comitancillo
 - San Miguel Ixtahuacán
 - Concepción Tutuapa

- Tacaná
- Sibinal
- Tajumulco
- Tejutla
- San Rafael Pie de La Cuesta.
- Nuevo Progreso
- El Tumbador
- El Rodeo
- Malacatán
- Catarina
- Ayutla
- Ocos
- San Pablo
- El Quetzal
- La Reforma
- Pajapita
- Ixchiguan
- San José Ojetenam
- San Cristobal Cucho
- Sipacapa
- Esquipulas Palo Gordo
- Río Blanco
- San Lorenzo

En la figura siguiente se muestra el departamento de San Marcos, Guatemala, distribuido políticamente, señalado numéricamente cada uno de los municipios, con el orden que se encuentra con anterioridad.

Figura 37. Mapa de Departamento de San Marcos



Fuente: Organización CERIGUA.

El Municipio de San Miguel Ixtahuacán, municipio del departamento de San Marcos, su municipalidad de 3a. categoría. Área aproximada 184 km².

Colinda al norte con Concepción Tutuapa (S. M), San Gaspar Ixchil e Ixtahuacán (Hue.); al este con Santa Bárbara (Hue.); al sur con Tejutla y Comitancillo (S. M.); al oeste con Concepción Tutuapa (S. M.).

Se encuentra ubicado a 64 kilómetros al norte de la Cabecera Departamental, y a 314 kilómetros de la Capital.

El Municipio de San Miguel Ixtahuacán se ha desarrollado mucho en la actualidad, después del descubrimiento de tierras productoras de minerales ricos, y ha mejorado su comercio, carreteras, salud, trabajo, etc.

La Cabecera Municipal se comunica con la Cabecera Departamental de San Marcos por medio de una carretera de terracería que se mantiene en la actualidad transitable para vehículos, de doble tracción. Por el lado norte de la Cabecera Municipal se comunica con los Municipios de San Gaspar Ixchil, Malacatancito y la Cabecera Departamental de Huehuetenango, por medio de una brecha donde transitan vehículos de doble tracción, es especial.

4.3.2 Origen y fuentes de la demanda de energía.

El origen de la demanda de energía, se desprende de, la primicia, del sol, como fuente energética, ya que es energía en igualdad para toda la población, además de ser gratuita.

Como resultado para uso de ACS, el sol, se utiliza como sustituto, de otras fuentes de energía como lo puede ser el petróleo como energía no renovable, o bien la biomasa, como lo puede ser la leña.

4.3.2.1 El sol como fuente de energía.

El sol es una esfera, de unos 700.000 Km. de radio, constituida por una mezcla de gases compuesta, fundamentalmente, por un 70% de hidrógeno y un 27% de Helio.

En el núcleo del sol se producen continuamente reacciones nucleares de fusión que son la fuente de su energía. Esta energía fluye hacia capas externas y hacia el espacio por mecanismos de convección y radiación.

Desde el punto de vista de su aprovechamiento energético podemos considerarlo como una esfera que emite una radiación, que transmite a través del espacio a la velocidad de la luz, que se distribuye en una banda de longitudes de onda equivalentes a la de un cuerpo negro a 6.000 °K.

La energía radiante del sol que se recibe en el exterior de la atmósfera terrestre es la denominada constante solar y equivale a :

- $1.353 \text{ W/m}^2 = 4.872 \text{ KJ/h. m}^2$

4.3.2.2 Radiación solar terrestre.

Para alcanzar la superficie terrestre la radiación solar debe atravesar la atmósfera donde experimenta diversos fenómenos de reflexión, absorción, y difusión que disminuyen la intensidad final.

La radiación que llega directamente del sol es la denominada radiación directa y la que previamente es absorbida y difundida por la atmósfera (muy significativa, por ejemplo, en días nublados) es la radiación difusa.

La radiación solar, tanto directa como difusa, se refleja en todas las superficies en las que incide dando lugar a la radiación reflejada. La reflexión dependerá de las características y naturaleza de la superficie reflectora.

La radiación solar global es la suma de los tres tipos antes citados, directa, difusa, y relegada, DIFUSA Y REFLEJADA, y es la que podemos aprovechar para su transformación térmica

4.3.3 Descripción técnica.

La descripción técnica nos describe como opera el equipo cual es el funcionamiento del mismo así como el funcionamiento del mismo, analizado de la siguiente manera:

- Descripción de la tecnología.
- Descripción del proceso.

4.3.3.1 Descripción de la tecnología.

En este apartado se analizan las principales características físicas y funcionales de los distintos componentes de una instalación solar térmica.

4.3.3.1.1 Captador solar plano.

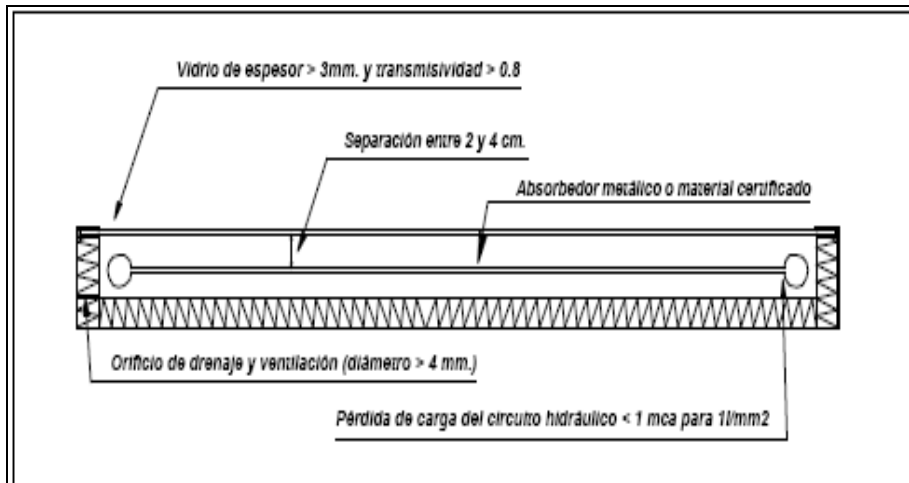
Los parámetros fundamentales que caracterizan su funcionamiento son los factores de ganancia y de pérdidas que conforman su rendimiento térmico.

También deben considerarse otros factores importantes que caracterizan al captador solar:

- Durabilidad.
- Facilidad de montaje y transporte.
- Fiabilidad, garantía y servicio posventa del fabricante.

La disponibilidad de ensayos de rendimiento y durabilidad por entidades reconocidas así como de certificados de homologación proporciona una mayor fiabilidad del producto.

Figura 38. Requisitos exigidos en las Especificaciones Técnicas a los captadores solares.



Fuente; Manual energía solar térmica

Las especificaciones técnicas en líneas generales pueden ser:

1. El material de la cubierta transparente debe ser vidrio normal o templado (para evitar degradaciones) y de espesor no inferior a 3 mm (para evitar roturas).
2. Distancia entre el absorbedor y la cubierta transparente entre 2 y 4 cm.
3. El material del absorbedor será metálico. Con esto se pretende evitar el uso indiscriminado de materiales plásticos.
4. El captador llevará un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm. situado en la parte inferior para poderse eliminar acumulaciones de agua. Esto debe hacerse de manera que no afecte al aislamiento.
5. No podrán utilizarse captadores de más de un vidrio. La utilización de más de una cubierta encarece los captadores y no aporta mayores beneficios.
6. La carcasa da rigidez al conjunto y debe evitar la presencia del agua en el interior.

Este es uno de los mayores problemas ya que se pueden producir condensaciones bajo el cristal, empapar el aislamiento y corroer el absorbedor.

- Vidrio de espesor $> 3\text{mm.}$ y transmisividad > 0.8
- Absorbedor metálico o material certificado
- Separación entre 2 y 4 cm.
- Orificio de drenaje y ventilación (diámetro $> 4\text{ mm.}$)
- Pérdida de carga del circuito hidráulico $< 1\text{ mca}$ para 1l/mm^2

En tiempos pasados los fallos de muchas instalaciones tuvieron su origen en captadores mal contruidos o mal instalados; puede ocurrir, por tanto, que instalaciones con captadores plenamente fiables fallen si el diseño o montaje no es correcto.

Las principales causas de fallo de los captadores pueden ser:

- Entrada de agua en el interior del captador
- Degradación del tratamiento del absorbedor
- Corrosión del absorbedor
- Degradación y rotura de la cubierta
- Degradación de los materiales aislantes
- Degradación del material de las juntas.

4.3.3.1.2 Acumulador.

Son del mismo tipo que los utilizados para producción de agua caliente sanitaria en sistemas convencionales.

El diseño de los depósitos debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

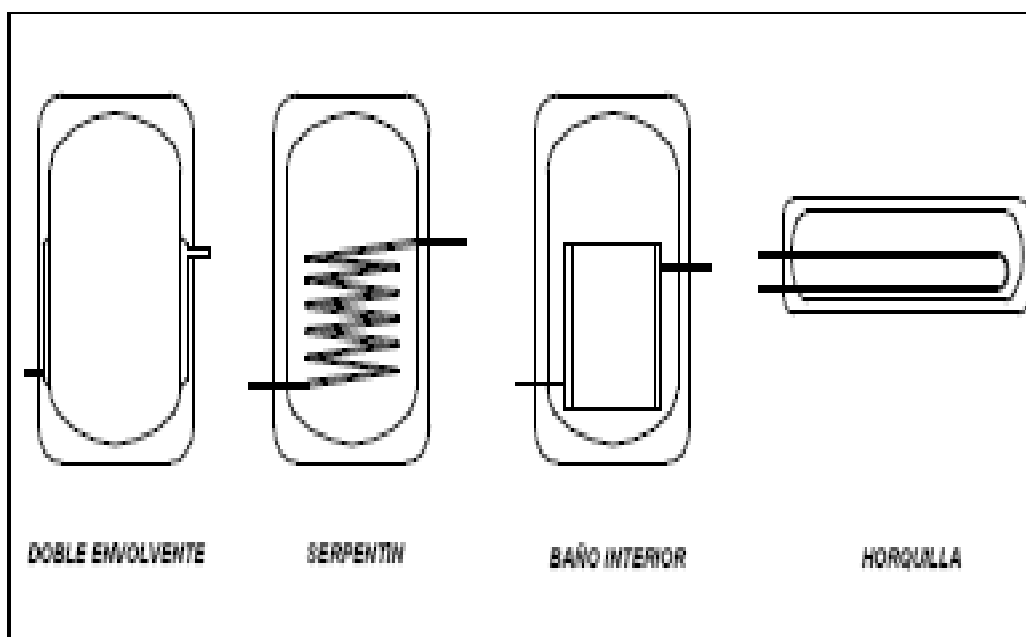
Forma y disposición del depósito.

- Resistencia del conjunto a la máxima presión y temperatura.
- Tratamiento interno de materiales en contacto con agua sanitaria.
- Aislamiento y su protección para evitar pérdidas de calor.
- Situación de conexiones de entrada y salida.
- Medidas para favorecer la estratificación y evitar la mezcla.
- Previsión de corrosiones y degradaciones.

4.3.3.1.3 Intercambiador de calor.

Se utilizan para evitar incrustaciones calcáreas en captadores, para eliminar posibles problemas de corrosión, para permitir el uso de anticongelante como sistema antihelada o para usar colectores con presión de trabajo inferior a la red.

Figura 39. Intercambiadores de calor



Datos: Manual energía solar

4.3.3.2 Descripción del proceso.

La descripción del proceso, explica el funcionamiento del equipo, así como se utiliza la energía solar, para el uso de ACS.

4.3.3.2.1 Captación térmica de la energía solar.

Se entiende por captación térmica de la energía solar al procedimiento de transformación de la energía radiante del sol en calor o energía térmica. Nos referiremos a aplicaciones de la energía solar a baja temperatura cuando la energía térmica que se obtiene se utiliza para temperaturas inferiores a 80 °C.

Se pretende de esta forma obtener a partir del sol una energía que podremos utilizar en aplicaciones térmicas: calentar agua sanitaria, usos industriales, calefacción de espacios, calentamiento de piscinas, secaderos, etc.

4.3.3.2.2 Principio de funcionamiento.

Cuando se expone una placa metálica al sol, se calienta, pero si además esta placa es negra, la energía radiante del sol es absorbida en mayor medida.

Cuando se calienta la placa negra ésta aumenta su temperatura con lo cual empieza a perder calor por los distintos mecanismos: por conducción a través de los soportes que lo sujetan, por convección a través del aire que le rodea y por radiación.

4.3.3.2.3 Efecto invernadero.

Al colocar un vidrio entre la placa absorbidora y el sol ocurre que, como el vidrio es transparente a la radiación solar pero es opaco a la radiación infrarroja, no deja pasar la radiación de mayor longitud de onda que emite la placa al calentarse.

De esta forma se produce una “trampa energética de radiaciones” que impide que la energía radiante que ha atravesado el vidrio vuelva a salir; esta trampa constituye el denominado efecto invernadero.

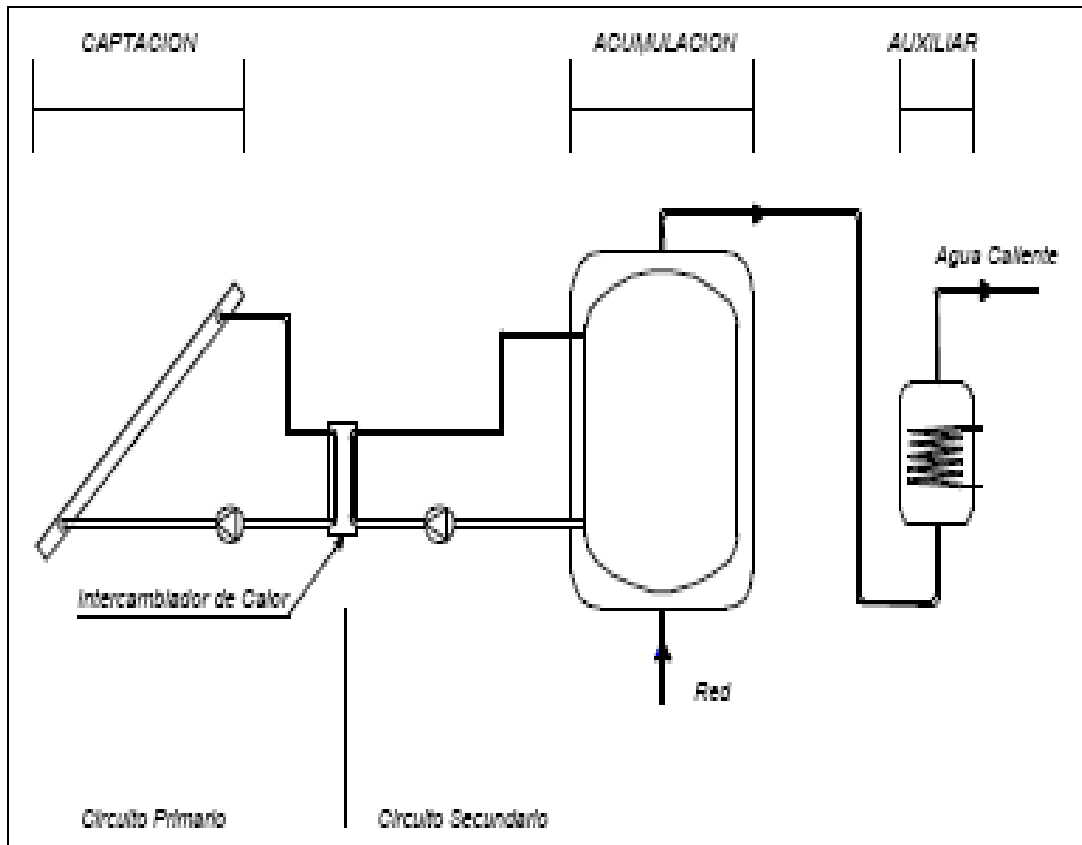
El vidrio también evita el contacto directo de la placa con el aire ambiente con lo que, además, se evitarán las pérdidas por convección.

4.3.3.2.4 Funcionamiento.

Básicamente el funcionamiento de una instalación es el siguiente:

- Captación de la energía radiante para transformarla directamente en energía térmica, con el aumento de temperatura de un fluido de trabajo.
- Almacenamiento de dicha energía térmica, bien en el mismo fluido de trabajo de los colectores, o bien transferida al agua de consumo para su posterior utilización.

Figura 40. Funcionamiento básico de una Instalación solar.



Fuente: Manual energía térmica solar.

Estas funciones se pueden complementar con la producción de energía térmica mediante un sistema convencional.

- En cualquier instalación solar térmica se denomina circuito primario al circuito hidráulico formado por los colectores y las tuberías que los unen al acumulador, y es el encargado de recoger la energía térmica del colector y transferirla al acumulador solar directamente o a través de un intercambiador de calor.
- Por el circuito secundario siempre circula agua de consumo.

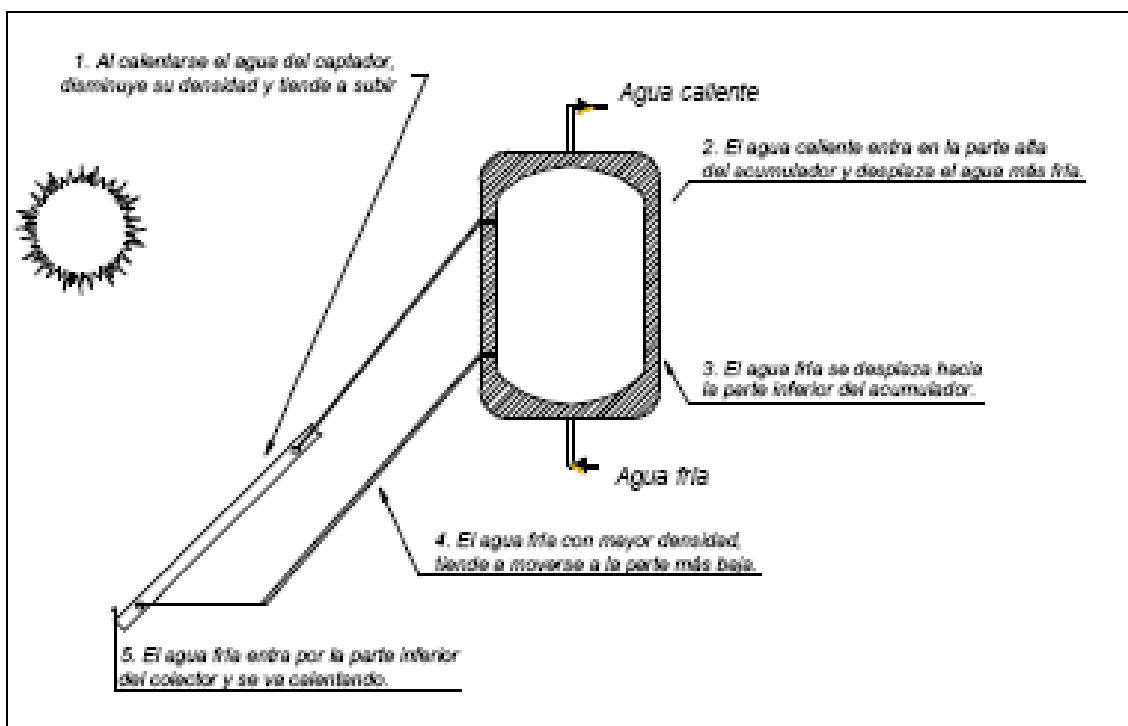
La transferencia de energía solar al agua del acumulador se realiza por la circulación del fluido contenido en el circuito primario. Este se calienta a su paso por los colectores y se enfría cuando pasa a través del sistema de intercambio, al transmitir el calor al agua del consumo.

El agua caliente del sistema de acumulación queda almacenada y dispuesta para ser consumida. Cuando la temperatura del agua caliente solar es inferior a la del consumo, sobre unos 45°, el sistema de energía auxiliar se encarga de realizar el calentamiento adicional hasta alcanzar la temperatura deseada.

4.3.3.2.5 Principio de circulación

Se refiere al mecanismo mediante el cual se produce el movimiento del fluido que circula en el circuito primario de captadores, existiendo dos tipos: la circulación forzada y la circulación natural o más comúnmente conocida por termosifón.

Figura 41. Instalación por termosifón



Fuente: Manual energía solar.

En las instalaciones por termosifón el fluido de trabajo circula por convección libre, mientras que en los de circulación forzada se dota a la instalación con dispositivos (bombas de circulación) que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.

En las instalaciones por termosifón el movimiento del fluido de trabajo se produce por variaciones de densidad del fluido, como consecuencia de variaciones en la temperatura. El fluido contenido en los captadores, al recibir la radiación solar se calienta, aumentando su temperatura y disminuyendo, por tanto, su densidad.

Al pesar menos, dicho fluido asciende hacia la parte alta del circuito, mientras que el fluido frío contenido en el acumulador, con mayor densidad, se desplaza hacia la parte baja de la instalación por la tubería de entrada a colectores.

Así se genera una circulación del fluido que se mantiene siempre que exista un gradiente de temperaturas entre el fluido de colectores y el del acumulador, y cesa cuando las temperaturas se igualan.

La fuerza impulsora del movimiento en las instalaciones por termosifón es pequeña y, por lo tanto, se debe prestar especial atención al diseño y montaje de la instalación para favorecer siempre el movimiento del fluido.

Una instalación por termosifón se autorregula ya que se induce un caudal que es proporcional al salto de temperaturas entre captador solar y depósito, es decir, se ajusta el caudal a la radiación captada. Normalmente, este ajuste se realiza de forma que el salto de temperaturas del fluido a lo largo del colector suele mantenerse constante y aproximado a los 10 °C.

La regulación por termosifón es, pues, muy simple pero puede tener como contrapartida la imposibilidad de limitar la temperatura máxima del depósito que, en verano y épocas de escaso consumo, puede llegar a alcanzar valores importantes provocando sobrecalentamientos con riesgos para las personas y la durabilidad de la instalación.

4.3.4 Utilización de recursos naturales.

El sol, fuente de vida y origen de las diversas formas de energía que el ser humano ha utilizado desde el inicio de su historia, puede satisfacer prácticamente todas nuestras necesidades si aprendemos cómo aprovechar de forma racional su luz.

El sol es una estrella formada por diversos elementos en estado gaseoso, principalmente hidrógeno, en condiciones tales que producen, de forma espontánea e ininterrumpida, un proceso de fusión nuclear, el cual emite luz y calor. Este es el origen de la inagotable energía solar.

- *Fuerza del Sol*

La fuerza del sol que llega a la tierra equivale a 10.000 veces el consumo mundial de energía.

Este astro es como una gran estrella corriente, capaz de hacer llegar hasta nosotros grandes cantidades de energía radiante. Se encuentra a una distancia de unos 150 millones de kilómetros de la Tierra y la radiación que emite tarda algo más de ocho minutos en alcanzar nuestro planeta, a una velocidad de 300.000 km/s.

Desde el punto de vista cuantitativo se puede decir que sólo la mitad de la radiación solar llega a la superficie de la Tierra. La restante se pierde por reflexión y absorción en la capa de aire.

La forma más usual de medir la fuerza del Sol es en kw/m² de área horizontal. En el mapa mundial de radiación solar en América Central recibe una cantidad de 1.950 kwh/m² por año, un valor muy alto si se compara con Europa Central que recibe apenas, 1.100 kwh/m² por año.

El aprovechamiento activo se puede regir bajo dos puntos de vista bien diferenciados: la conversión térmica o aprovechamiento del calor contenido en la radiación solar, y la conversión eléctrica o aprovechamiento de la energía luminosa (fotones), para generar directamente energía eléctrica (efecto fotovoltaico).

- *Historia del desarrollo y estado actual de la tecnología*

El aprovechamiento térmico del sol era conocido ya por los romanos. Ellos sabían que un cuerpo negro absorbe más el calor que un cuerpo claro, pero fue hasta la gran crisis del petróleo de los años setenta en el siglo pasado, cuando se empezó la difusión masiva de los sistemas solares térmicos.

Durante esta crisis energética, en todo el mundo, nacieron empresas que se dedicaban a la fabricación e instalación de colectores solares, pero por falta de experiencia y conocimientos, la mayoría fracasó. Así en esa época, tales empresas se dieron cuenta de que la energía solar térmica, a primera vista, parece una tecnología primitiva y simple, pero requiere unas especificaciones técnicas apropiadas con respecto al uso de materiales, pues no cualquiera soporta temperaturas máximas que superen los 150°C.

En el pasado no se calcularon los problemas de dilatación de los materiales en cambios de temperatura muy bruscos, lo que significaba que se quebraban los vidrios de los colectores. Los problemas de corrosión por el contacto directo de diferentes metales eran otra polémica que provocó que muchas instalaciones solares no logaran el rendimiento esperado, por lo que la vida útil se quedó muy por debajo de lo calculado teóricamente.

Mientras en los países desarrollados hoy los productos han alcanzado una buena calidad, con una vida útil de más de veinte años y con un rendimiento alto; en los países en vías de desarrollo continúa la falta de buenos materiales en el mercado, y el elevado costo de un sistema solar de calidad.

La aplicación de la energía solar térmica que ha tenido mayor uso y divulgación es el calentamiento de agua para uso doméstico. Las primeras patentes de calentadores solares aparecieron en Estados Unidos hacia finales del siglo XIX.

En México se han estado utilizando y desarrollando estos sistemas desde la década de los cuarenta y países como Japón, Israel, Chipre, Barbados, Grecia o España han instalado varios miles de unidades. El incremento del precio del petróleo favorece aún más, también en la región de América Central, este uso de la energía solar para hogares, piscinas, hospitales, hoteles y procesos industriales.

4.3.5 Situación ambiental del área

El incremento de la población rural y urbana de Guatemala demanda de cantidades cada vez mayores de energéticos para satisfacer las necesidades básicas, entre ellas la cocción de alimentos; esto implica presión sobre los recursos forestales al recolectar leña para uso energético y avance de la frontera agrícola.

Si bien es cierto se ha introducido el gas licuado de petróleo como sustituto de la leña todavía es muy baja su penetración en el área rural donde aún persiste el uso de la leña especialmente en la población de escasos recursos.

Más del 82% de las viviendas utilizan leña u otros residuos de biomasa para cocinar alimentos, y en las zonas urbanas es común observar el uso mixto de gas propano y leña, especialmente porque la dieta del guatemalteco se basa en maíz y frijol, y estos dos productos requieren de grandes cantidades de calor para su preparación. El maíz tiene la particularidad de necesitar de un doble cocimiento, por cuanto primero se cocina el grano, y luego de molido se cocina la masa en forma de tortillas o tamales.

Aunque no se tienen registros exactos de cuantas personas utilizan cocinas mejoradas (tecnologías ahorradoras de leña) es evidente que la mayoría de los hogares del área rural no las utilizan por su elevado costo. Esto conlleva a una gran pérdida de energía, a la liberación de humo directamente en los ambientes afectando gravemente la salud de la familia y específicamente la salud de las amas de casa durante la etapa de preparación de alimentos.

En la Primera Comunicación sobre Cambio Climático (MARN 2001) se identificaron una serie de opciones de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero específicamente para el caso de leña dado su importancia como principal combustible en el país.

Las opciones identificadas incluyeron:

- Desarrollo de programas de disseminación de estufas mejoradas y/o ahorradoras de leña
- Mejoramiento de la quema de la leña
- Aumentar la oferta sostenible de la leña en el mercado
- Desarrollar cadenas comerciales y/o mercados de leña y otros combustibles en el sector rural y urbano marginal

En el Manual de Energía Renovable (BUNCA, 2002) y de acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas, la eficiencia de una cocina mejorada de leña está en el orden de 12 al 35%, mientras que con el fuego abierto oscila entre un 8% y 10% de eficiencia.

El consumo de leña de una cocina mejorada respecto de una a fuego abierto (tres piedras) es de un 40%; es decir existe un ahorro de leña de un 60% aproximadamente. Con el desarrollo de un proyecto de cocinas mejoradas se logran menores consumos de leña, menores costos de adquisición y una reducción de emisión de gases y partículas.

Además, como una forma de disminuir la presión sobre el recurso bosque, reducir la contaminación de los hogares y aumentar la eficiencia energética en el uso de la biomasa a nivel domiciliario, el MEM privilegia el desarrollo de proyectos de disseminación de cocinas ahorradoras de leña y el fortalecimiento y el fomento de establecimiento de plantaciones forestales energéticas, es decir el proyecto promoción del uso eficiente de los recursos biomásicos.

El uso actual de la biomasa (leña) no es sostenible a pesar que representa el 69% de la oferta energética del país (MARN, 2000); según encuestas recientes (Gallup Latinoamericano, 2000) solo el 9% de la población planta o siembra árboles para extraer leña en el futuro.

Como se indicó anteriormente, el consumo de leña como fuente energética se ha incrementado en 6.2% al comparar el año 1990 (19 millones de BEP) y el año 1998 (20.2 millones BEP) y se prevé una demanda futura de leña de 40 millones de BEP para el año 2030 (MARN, 2001) sin considerar ningún programa específico de eficiencia energética relacionada con esta fuente de energía.

Entre las opciones de reducción del consumo de leña, se presenta en la primera comunicación nacional sobre cambio climático, el establecimiento de programas de diseminación de cocinas ahorradoras de leña.

La contaminación interna se encuentra en el octavo (8º.) lugar de los factores de riesgo mortal en el mundo, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud.

De acuerdo al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en Guatemala durante los años 1997 - 2000 se registró un crecimiento promedio de casos de infecciones respiratorias agudas del 31%. Para el año 2000 se presentaron 118.7 casos por cada 10,000 habitantes, siendo las neumonías las causantes de entre el 36 y 40% de muertes de niños.

El uso de ACS, en la representación del proyecto, queda marcado, por la atención de partos, con esto, se incremento el uso de ACS, por lo que la mayoría de atención de estos, se realiza por comadronas, lo cual incrementa el uso de leña para el consumo de la misma.

4.3.6 Identificación de riesgos y amenazas.

La identificación de riesgos y amenazas se realiza en función, del impacto que tiene, el deterioro o mal cuidado de equipo, así como la falta de medidas, por parte de instituciones públicas, en construcción de edificaciones, sin contemplar necesidades y costumbres, y el impacto ambiental que estas puedan llegar a tener con el medio ambiente.

En la tabla siguiente se muestran los riesgos, que pueda presentar el proyecto, así como sus posibles causas y amenazas que este presenta.

Tabla XXXIV Riesgos y Amenazas ambientales.

Riesgo	Causa	Amenaza
Uso de leña para consumo ACS	Falta de apoyo de autoridades para ejecución de proyectos	Consumo desmedido de leña
		Desaprovechamiento de recursos
		Producción CO2
		Problemas respiratorios para familias
Disminución de leña en el país	Consumo de leña desmedido para fuentes de energía	Problema de sostenibilidad
		Destrucción medio ambiente
		Perdidas monetarias a largo plazo
Producción CO2	Uso de fuentes no renovables de energía que producen CO2	Problemas respiratorios para la comunidad
		Contribución al problema del calentamiento global.
		Contribución a el efecto invernadero a nivel global

Fuente: datos propios.

4.3.7 Plan de seguridad ambiental.

Si se quiere reducir el consumo de los recursos no-renovables y preservar el ambiente, es necesario incorporar las energías renovables en un nivel tanto urbano como rural..

La energía solar tiene como ventajas, con respecto a otras fuentes, una elevada calidad energética, un impacto ambiental prácticamente nulo y ser un recurso inagotable.

El generar energía térmica sin que exista un proceso de combustión supone, desde el punto de vista medioambiental, un procedimiento muy favorable por ser limpio y no producir contaminación. La instalación solar térmica para calentamiento de agua con un colector de aproximadamente 2 m para una familia de cuatro personas, evita, por año, la emisión de más de una tonelada de CO₂ a la atmósfera y, además, no contribuye al efecto de calentamiento global, por no utilizar combustibles fósiles.

Por su parte, para la construcción de los sistemas solares térmicos hay que usar materiales de cobre, aluminio, hierro, vidrio

También favorece la adquisición de otros bienes o servicios o en mayor disponibilidad de tiempo que podría utilizarse en otras actividades como las recreativas e incluso menor esfuerzo para los niños y madres de familia quienes en un alto porcentaje son los responsables de abastecer de leña en el hogar.

La disminución del consumo de leña y establecimiento de cobertura arbórea podría favorecer la diversidad biológica, protección de la cuencas hidrográficas y en términos generales el mejoramiento de la calidad de vida de la población.El proyecto será un ejemplo para demostrar la restauración de

recursos naturales, contrarrestar el incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera y pone en práctica el concepto de Atención Primaria Ambiental en la que involucra a la comunidad con la participación activa y decidida de los habitantes.

En el Informe Nacional de Desarrollo Humano 2002, el PNUD indica que “Una participación mayor de las mujeres podría contribuir a mejorar la administración y manejo de los recursos naturales, apoyados no solo por el acceso, si también en el consumo final de algunos productos como el agua, la leña, la alimentación...”.

El establecimiento de viveros y bosques, así como la adopción de una cocina mejorada no solo contribuye mejorar la calidad del ambiente al ahorro de leña y a mejorar la salud de la familia, también aumenta la disponibilidad de tiempo y dinero de las personas.

4.4 Estudio económico.

El siguiente estudio económico, tiene como fin, revelar la rentabilidad del proyecto, así como el impacto financiero que tiene el mismo a largo plazo, y el beneficio económico y social que este genera, para la población que representa, y para el Ministerio de Salud Pública.

Se hace mención que el sistema de producción de ACS, utilizando energía solar, será analizado de manera individual, para luego ser comparado con los otros sistemas de obtención de energía.

4.4.1 Determinación de ingresos (ahorro energético).

Los ingresos quedan determinados, por el ahorro energético, en términos monetarios, es decir, la cantidad de ahorro monetario que existe al utilizar energía solar térmica, como sustituto de otro tipo de energía, en este estudio se compara con otras 3 fuentes de energía siendo estas:

- Energía eléctrica.
- Gas Propano.
- Biomasa (leña)

4.4.1.1 Determinación de demanda (Kwh.)

La demanda energética analizada en la sección 4.1.2.4. (situación futura, proyección de la demanda), serán utilizados para la comparación de ahorro energético.

La demanda energética, para análisis financieros, se analiza en términos anuales, la cual se determina por la siguiente expresión:

$$(a): \text{Demanda anual (I)} = \text{Demanda mensual (I)} * 12 \text{ meses/año}$$

Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXXV Demanda Anual

Año	Dem. Ener. mes ACS (litros)	Dem. Ener. Anual ACS (litros)
2008	23580.00	282960.00
2009	23841.00	286092.00
2010	24109.57	289314.83
2011	24385.93	292631.12
2012	24670.30	296043.58
2013	24962.92	299555.00
2014	25264.02	303168.26
2015	25573.86	306886.30
2016	25892.68	310712.16
2017	26220.75	314648.97
2018	26558.33	318699.95
2019	26905.70	322868.41
2020	27263.15	327157.76
2021	27630.96	331571.49
2022	28009.44	336113.23
2023	28398.89	340786.67
2024	28799.64	345595.64
2025	29212.01	350544.08
2026	29636.33	355636.01
2027	30072.97	360875.62
2028	30522.26	366267.17

Fuente: Datos propios.

Para el cálculo de la demanda en (Kwh.) es importante el valor de la temperatura del agua que proviene de la red, es decir la temperatura del agua que se distribuye a cada una de las viviendas, y para este valor se tomo como base las temperaturas exteriores, proporcionadas por el INSIVUMEH, para la estación correspondiente a San Marcos, la mas cercana a San Miguel Ixtahuacán, donde se encuentra el centro de salud tipo B de prueba, localizado en la estación E37.

Figura 42. Zonas Climatológicas Guatemala



Fuente: INSIVUMEH

De la estación E37, se obtienen los datos históricos, de temperatura media en °C, para esta estación, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla XXXVI

Temperatura media °C Estación E37

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	12.5	11.5	12.3	13.3	13.7	15.1	15	14.9	13.6	12.3	12.9	13	13.3
1991	11.9	12.9	12.1	14.4	15	14.7	15	13.7	14.6	12.5	13.6	12	13.5
1992	11.5	11.7	13.9	15.7	15.4	15.3	15	14	--	14.2	13.2	13	13.9
1993	11.5	11.6	12.8	14	14.7	14.5	15	13.9	13.9	13.8	13.9	13	13.5
1994	11.7	11.7	13.9	14.3	14.9	14.3	15	14.4	14.7	14.2	14.2	13	13.9
1995	12.2	13.3	13.5	14.6	14.7	14.9	15	14.3	14	13.8	13.7	13	13.9
1996	11.9	11.7	12.4	14	14.4	14.4	15	14.6	14.1	13.9	--	13	13.6
1997	12	13	13	14.2	14.7	13.9	15	15.3	--	14	14.5	13	13.9
1998	13.5	13.1	15.1	15.2	15.2	14.2	14	14.3	13	14.6	13.8	--	14.2
1999	12.4	11.6	13.2	14.2	14.5	14.4	15	15	14.1	14.4	13.8	--	13.9
2000	12.1	11.3	12.4	13.3	13.3	14.7	15	--	14.4	13.8	13.7	13	13.4
2001	23.3	14.6	14.3	14.6	15.3	-----	15	15.8	13.8	15.1	13.5	13	17
2002	13.3	14.1	15.7	16.7	14.4	14.6	15	-----	14.4	14	14.2	20	15.3
Temperatura (°C) Promedio													15.27

Fuente: INSIVUMEH

Con los datos históricos, se promedió la temperatura para esta región siendo esta 15.27 °, con la cual se determina la temperatura del agua de red.

Estación (región)	T (°C) Promedio	T(°C) agua de la red
--------------------------	------------------------	-----------------------------

E37 (San Marcos)

15.27

11.27

Las consideraciones de la temperatura de red es determinada por la inercia de la temperatura del suelo que se tiene en cada mes de año, y debido

a que la tubería se encuentra enterrada, existe una transferencia de calor, y hace que el agua posea una temperatura. Y básicamente las temperaturas promedios propuesta se basan en la temperatura que tiene el suelo a cierta profundidad, para la determinación de la demanda, en Kwh., son necesarios los siguientes datos:

Datos para cálculos

T promedio agua de red °C	12.27	Densidad de agua a 12.27°C	999.1 Kg/m ³
T toma de agua °C	60	Densidad de agua a 60°C	983.21 Kg/m ³
Calor específico agua	4181.4 J/K°C	Densidad promedio (12 y 60)	991.15 Kg/m ³

1 Kwh = 3,600,000J

La temperatura de agua es la temperatura habitual para uso doméstico, para ACS, la cual es la ideal para centros de salud tipo, a continuación se presentan las expresiones que se utilizaron para obtener los de la demanda energética anual (Kwh), para centros de salud tipo B, en región occidental.

- (a) **Salto de temperatura** = $\Delta T = T \text{ del agua de uso} - T \text{ del agua de la red}$
(°C)
- (c) **Consumo anual/vivienda** = $[\text{Demanda energética anual (litros)}] / 1000$
(m³)
- (d) **Demanda de energía** = $(a) * (c) * \text{calor específico agua} * \text{densidad promedio} / 360,000$
(Kwh., al año)

Al aplicar las expresiones, los datos obtenidos se expresan en la siguiente tabla:

Tabla XXXVII

Calculo demanda anual Kwh.

Año	Demanda año (litros)	Demanda año (m³)	ΔT °C	Calor específico (J/K°C)	Densidad media(Kg/m³)	Demanda año (J)	Demanda año (Kwh)
2008	282960.00	282.96	47.73	4181.40	991.15	5597287071 1.90	15548.02
2009	286092.00	286.09	47.73	4181.40	991.15	5659241775 4.13	15720.12
2010	289314.83	289.31	47.73	4181.40	991.15	5722993166 0.59	15897.20
2011	292631.12	292.63	47.73	4181.40	991.15	5788593347 0.33	16079.43
2012	296043.58	296.04	47.73	4181.40	991.15	5856095933 2.56	16266.93
2013	299555.00	299.56	47.73	4181.40	991.15	5925556094 4.79	16459.88
2014	303168.26	303.17	47.73	4181.40	991.15	5997030600 3.77	16658.42
2015	306886.30	306.89	47.73	4181.40	991.15	6070577866 9.47	16862.72
2016	310712.16	310.71	47.73	4181.40	991.15	6146258004 2.47	17072.94
2017	314648.97	314.65	47.73	4181.40	991.15	6224132865 5.28	17289.26
2018	318699.95	318.70	47.73	4181.40	991.15	6304266097 7.87	17511.85
2019	322868.41	322.87	47.73	4181.40	991.15	6386723193 7.82	17740.90
2020	327157.76	327.16	47.73	4181.40	991.15	6471571545 5.60	17976.59
2021	331571.49	331.57	47.73	4181.40	991.15	6558880499 5.40	18219.11
2022	336113.23	336.11	47.73	4181.40	991.15	6648721413 1.85	18468.67
2023	340786.67	340.79	47.73	4181.40	991.15	6741167713 3.26	18725.47
2024	345595.64	345.60	47.73	4181.40	991.15	6836294956 1.71	18989.71
2025	350544.08	350.54	47.73	4181.40	991.15	6934180889 0.58	19261.61
2026	355636.01	355.64	47.73	4181.40	991.15	7034905514 0.00	19541.40
2027	360875.62	360.88	47.73	4181.40	991.15	7138551153 0.64	19829.31
2028	366267.17	366.27	47.73	4181.40	991.15	7245202515 6.62	20125.56

Fuente:

datos

propios.

4.4.1.2 Ganancia (ahorro energético) energía eléctrica.

El ahorro energético se representa, por la cantidad de dinero necesaria, para cubrir la demanda energética anual, utilizando energía eléctrica. La ganancia se determina en base al precio de la energía eléctrica, determinado en la sección 4.1.3.1., situación actual de la oferta, proporcionado por la empresa DEOCSA, el precio de Kwh., es de 1.1326 Q/ Kwh. El precio de Kwh., se multiplica por la demanda anual, y se obtiene los ingresos en ahorro energético a futuro, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXXVIII Ahorro energético, energía eléctrica

Año	Demanda año (Kwh.)	Costo (Q/Kwh.)	Ingreso (ahorro Q.)
2008	15548.02	1.1326	Q17,609.69
2009	15720.12	1.1326	Q17,804.60
2010	15897.20	1.1326	Q18,005.17
2011	16079.43	1.1326	Q18,211.56
2012	16266.93	1.1326	Q18,423.93
2013	16459.88	1.1326	Q18,642.46
2014	16658.42	1.1326	Q18,867.32
2015	16862.72	1.1326	Q19,098.71
2016	17072.94	1.1326	Q19,336.81
2017	17289.26	1.1326	Q19,581.81
2018	17511.85	1.1326	Q19,833.92
2019	17740.90	1.1326	Q20,093.34
2020	17976.59	1.1326	Q20,360.28
2021	18219.11	1.1326	Q20,634.97
2022	18468.67	1.1326	Q20,917.62
2023	18725.47	1.1326	Q21,208.46
2024	18989.71	1.1326	Q21,507.74
2025	19261.61	1.1326	Q21,815.70
2026	19541.40	1.1326	Q22,132.59
2027	19829.31	1.1326	Q22,458.68
2028	20125.56	1.1326	Q22,794.21

Fuente datos propios

4.4.1.3 Ganancia (ahorro energético) gas propano.

La ganancia por ahorro energético, utilizando gas propano, de igual manera que en la comparativa realizada con la energía eléctrica, se basa en el costo de la energía utilizada para obtener ACS, en Kwh.

La ganancia se determina con base al precio del gas propano, determinado en la sección 4.1.3.1., situación actual de la oferta, el cual se analizó con varios proveedores, el precio para un cilindro de gas de 100 libras es de Q490.00 y para un cilindro de gas de 25 libras es de Q.160.00.

Para determinar el ahorro energético, se plantean las siguientes expresiones:

(a) 1 Libra de propano produce = 6,3 Kwh.

(b) 1 Libra de gas propano = 4.9 Q/ lb.

El dato del precio de 1 libra de gas propano, se obtiene en base a, la división entre, el costo del cilindro de 100 libras, y la capacidad volumétrica del mismo.

Con las expresiones anteriores, se determina el costo del Kwh., producido con gas propano de la siguiente manera:

(c): Costo Kwh.: $4.9 \text{ (Q / lb.)} * (1 \text{ lb. / } 6.3 \text{ Kwh.)}$
Q/Kwh.

De la expresión anterior se obtiene el costo Kwh., utilizando gas propano, siendo este de 0.77 Q/ Kwh.

A partir del dato del precio Kwh., con gas propano, se determina la ganancia, o ahorro energético, multiplicando el costo, por la demanda anual, como se muestra en la siguiente expresión:

(d): Ganancia: Demanda ACS anual (Kwh.) * 0.77 Q./Kwh.

La expresión anterior, se aplica en los datos de demanda de ACS, analizada con anterioridad en la tabla XL y se expresa en la siguiente tabla:

Tabla XXXIX Ahorro energético, gas propano.

Año	Demanda año (Kwh.)	Costo (Q/Kwh.)	Ganancia (Q.)
2008	15548.02	0.77	Q11,971.98
2009	15720.12	0.77	Q12,104.49
2010	15897.2	0.77	Q12,240.84
2011	16079.43	0.77	Q12,381.16
2012	16266.93	0.77	Q12,525.54
2013	16459.88	0.77	Q12,674.11
2014	16658.42	0.77	Q12,826.98
2015	16862.72	0.77	Q12,984.29
2016	17072.94	0.77	Q13,146.16
2017	17289.26	0.77	Q13,312.73
2018	17511.85	0.77	Q13,484.12
2019	17740.9	0.77	Q13,660.49
2020	17976.59	0.77	Q13,841.97
2021	18219.11	0.77	Q14,028.71
2022	18468.67	0.77	Q14,220.88
2023	18725.47	0.77	Q14,418.61
2024	18989.71	0.77	Q14,622.08
2025	19261.61	0.77	Q14,831.44
2026	19541.4	0.77	Q15,046.88
2027	19829.31	0.77	Q15,268.57
2028	20125.56	0.77	Q15,496.68

Fuente: Datos Propios.

A continuación se presenta un ejemplo de el cálculo de ganancia (ahorro energético) comparativo con el gas propano, ejemplo para el año 2008, se procede a calcular con el inciso (d), explicado con anterioridad. Con la demanda anual, obtenida de la sección 4.1.2.4 estimación de la demanda (situación futura) página 63, obteniendo así la siguiente expresión.

$$(d): \text{Ganancia (2008): Demanda ACS anual (15548.02 Kwh.)} * 0.77 \text{ Q./Kwh.} = \text{Q11,971.98}$$

4.4.1.3. Ganancia (ahorro energético) biomasa.

La ganancia por ahorro energético, utilizando biomasa (leña), de igual manera que en la comparativas realizadas con anterioridad, se basa en el costo de le energía utilizada para obtener ACS, en Kwh.

La ganancia se determina con base al precio de biomasa en este caso leña, determinado en la sección 4.1.3.1., situación actual de la oferta el cual, se analizo con varios proveedores, el precio para una carga de leña es de Q50.00.

Para cálculos, den energía de biomasa (leña), se utiliza la siguiente expresión:

La energía efectiva de 1 Kg. de leña es de 0,21 Kwh./Kg., estimando el poder calorífico de la misma en 1.500 kJ/kg.

Expresada de la siguiente manera:

$$(a): \text{Energía Biomasa} = 1\text{Kg (biomasa leña)} * 0.21\text{Kwh./ Kg.}$$

Con lo anterior, es necesario hacer mediciones de peso, para las medidas utilizadas en nuestro país, para la venta de la leña, las mediciones, se muestran en el anexo 2, de las mediciones de leña, se determina lo siguiente:

- El peso de 1 carga de leña es de 70 Kg.

(ver anexo 2 y 3, toma de medidas de biomasa).

Con esta medición, se determina el costo, de la leña por Kg., de la misma, a partir de la siguiente expresión.

$$(b): \text{Costo leña (Q. / Kg.)} = 30 \text{ Q. / Carga} * (1 \text{ Carga} / 70 \text{ Kg.}).$$

Aplicando en la expresión anterior, se obtiene lo siguiente:

- Costo leña (Q. /Kg.) = 0.4285 Q. / Kg.

Para obtener el costo de energía proporcionado por la leña en Kwh., se utiliza la expresión (a), y se aplica para el costo de leña, determinado, de la siguiente manera:

$$(c): \text{Costo energía (biomasa) Q./Kwh.} = 0.4285 \text{ Q. / Kg.} * (1\text{Kg.} / 0.21 \text{ Kwh.}).$$

De la expresión anterior se determina el costo del Kwh., producido por biomasa, de la siguiente manera:

- Costo energía (biomasa) Q/Kwh. = 2.4285 Q/ Kwh.

El precio de Kwh., se multiplica por la demanda anual, y se obtiene los ingresos en ahorro energético a futuro, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XL Ahorro energético, gas propano.

Año	Demanda año (Kwh)	Costo (Q/Kwh)	Ganancia (Q.)
2008	15548.02	2.0408	Q31,730.65
2009	15720.12	2.0408	Q32,081.88
2010	15897.2	2.0408	Q32,443.27
2011	16079.43	2.0408	Q32,815.16
2012	16266.93	2.0408	Q33,197.82
2013	16459.88	2.0408	Q33,591.59
2014	16658.42	2.0408	Q33,996.78
2015	16862.72	2.0408	Q34,413.71
2016	17072.94	2.0408	Q34,842.73
2017	17289.26	2.0408	Q35,284.20
2018	17511.85	2.0408	Q35,738.47
2019	17740.9	2.0408	Q36,205.92
2020	17976.59	2.0408	Q36,686.92
2021	18219.11	2.0408	Q37,181.86
2022	18468.67	2.0408	Q37,691.16
2023	18725.47	2.0408	Q38,215.24
2024	18989.71	2.0408	Q38,754.51
2025	19261.61	2.0408	Q39,309.41
2026	19541.4	2.0408	Q39,880.41
2027	19829.31	2.0408	Q40,467.98
2028	20125.56	2.0408	Q41,072.57

Fuente: Datos propios.

4.4.2 Análisis de costos.

El análisis de costos, se basa en todos los costos necesarios, para la implementación del proyecto, así como para el funcionamiento del mismo, teniendo en cuenta, los cambios económicos a futuro.

4.4.2.1 Inversión inicial.

Los costos de la inversión inicial, son en sí, todos los costos necesarios para implementar el proyecto, quedando definido de la siguiente manera:

- Equipo.
- Estructura
- Kit de conexión
- Líquido calo-portador
- Transporte.
- Mano de obra.
- Servicio profesional.
- Costos imprevistos.

Equipo: el equipo necesario es el determinado y explicado en la sección 4.1 de este proyecto, siendo el captador solar plano, y el acumulador.

Estructura: la estructura queda definida en la sección 4.2.2.3. de este proyecto.

- Kit de conexión: el kit de conexión, queda definido en la sección 4.2, constando de todos la partes necesarios para el armado del equipo.
- Líquido calo-portador (glisol): el glisol, es el anticongelante necesario, para el funcionamiento del equipo.

- Transporte: el transporte, se cotiza en empresas de transporte que operan en el área occidental de nuestro país, en este caso para el departamento de San Marcos.
- Mano de obra: la mano de obra, es el costo, por el trabajo de fontanería para la conexión del equipo, al realizar la instalación del mismo.

Servicio profesional: el servicio profesional, es el costo, por el estudio de prefactabilidad, e instalación del equipo, así como la supervisión del mismo.

Costos imprevistos: los costos imprevistos, corresponden a cualquier eventualidad que aparezca en la instalación del equipo, como uso de cinta adhesiva, pérdida de tornillos etc. El análisis de los costos de inversión inicial se muestra en la tabla XLI

El costo del equipo se puede denotar en una cotización realizada con la empresa ENERSOL (**ver anexo 1, cotización**).

Tabla XLI Costos de Inversión

Costo	Precio unidad	Unidades	Total
Equipo	Q9,499.00	5	Q47,495.00
Estructura de soporte	Q650.00	5	Q3,250.00
Kit de conexión	Q100.00	5	Q500.00
Líquido calo-portador	Q50.00	5	Q250.00
Transporte	Q1,000.00	-----	Q1,000.00
Mano de obra	Q200.00	-----	Q200.00
Servicio Profesional	Q8,500.00	-----	Q8,500.00
Imprevistos	Q100.00	-----	Q100.00
TOTAL			Q61,295.00

Fuente: Datos propios.

El costo del equipo térmico solar, se encuentra definido en la sección 4.1.4, estudio de precios, del estudio de mercado, según la cotización realizada con la empresa ENERSOL.

El mismo proveedor del equipo, proporciono la cotización, para, la estructura de soporte, el kit de conexión, y el líquido calo- portador, esta cotización se realiza, con ENERSOL, como proveedor, ya que se trabaja con la misma marca, del equipo, para brindar una mejor calidad del mismo.

Los precios unitarios tanto del equipo térmico solar, como de la estructura de soporte, el kit de conexión, y el líquido calo-transportador, se multiplican por las 5 unidades necesarias para cubrir la demanda, como se explica en la sección 4.2.1., dimensionamiento del equipo, del estudio técnico, obteniendo así los totales, por 5 unidades de cada característica, mencionada.

El costo de transporte, se realiza por cotizaciones realizadas, con empresas de servicio de transporte al occidente del país, con la capacidad de poder transportar el equipo necesario.

La mano de obra necesaria, para servicios de fontanería, se realiza en base, al salario mínimo, para Guatemala al año 2008, Q45.82.00 al día, redondeando el pago de 4 días a lo máximo de servicio fontanería, o bien el pago de 4 fontaneros, en un día se determina el pago, se aproxima a Q.200.00

El costo del servicio profesional, en realización e implementación del proyecto se realiza, en base, al tiempo necesario, para la realización del estudio de prefactibilidad y la implementación del mismo.

Los costos imprevistos, son una cantidad máxima asignada de dinero, por cualquier imprevisto que pueda existir, como se explico con anterioridad.

4.4.2.2 Costos fijos y variables.

Se debe mencionar que el costo del líquido calo-portador, se debe de cambiar cada 6 meses, por lo que este costo, permanecerá fijo, durante todo el periodo analizar.

Los costos variables no existen, ya que el dimensionamiento del equipo, fue realizado para demanda máximas, y a proyecciones futuras, por lo que no, no existen cambios económicos, en relación a consumo de demanda, y no existe un mantenimiento considerable para el equipo solar térmico

4.4.3 Depreciación del equipo.

La depreciación del equipo, se realiza en base al periodo de vida del mismo, siendo este de 20 años como mínimo, por lo que el equipo, se depreciara 5% al año, sobre el valor, que tenga el equipo al final, de cada año, es decir, el valor del año menos la depreciación, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XLII Depreciación del equipo.

Año	Valor actual equipo	Depreciación
2008	Q47,495.00	Q2,374.75
2009	Q45,120.25	Q2,256.01
2010	Q42,864.24	Q2,143.21
2011	Q40,721.03	Q2,036.05
2012	Q38,684.97	Q1,934.25
2013	Q36,750.73	Q1,837.54
2014	Q34,913.19	Q1,745.66
2015	Q33,167.53	Q1,658.38
2016	Q31,509.15	Q1,575.46
2017	Q29,933.70	Q1,496.68
2018	Q28,437.01	Q1,421.85
2019	Q27,015.16	Q1,350.76
2020	Q25,664.40	Q1,283.22
2021	Q24,381.18	Q1,219.06
2022	Q23,162.12	Q1,158.11
2023	Q22,004.02	Q1,100.20
2024	Q20,903.82	Q1,045.19
2025	Q19,858.63	Q992.93
2026	Q18,865.69	Q943.28
2027	Q17,922.41	Q896.12
2028	Q17,026.29	Q851.31

Fuente: Datos propios.

4.4.4 Flujo de efectivo.

El flujo de efectivo se analiza en un período de tiempo, igual a el período mínimo de vida del equipo, siendo este de 20 años, contando con los ingresos, las ganancias por ahorro energético analizadas con anterioridad, los costos fijos únicamente se representa por el costo del liquido calo-portador que se compra dos veces al año, siendo un costo de Q500.00, al año, las depreciaciones analizadas, y la inversión inicial.

El flujo de efectivo, se realiza en comparativa con cada fuente de energía alterna, como lo es la energía eléctrica, el gas propano y la biomasa.

- Flujo de efectivo (energía eléctrica)

En la tabla siguiente se muestra el flujo de efectivo, comparado con ahorro energético, con uso de energía eléctrica dato obtenido en la sección 4.4.1.2, página 137:

Tabla XLIII Flujo de efectivo (energía eléctrica)

Concepto	2007	2008	2009	2010	2011	2012
INGRESOS						
Ahorro energético		Q17,609.69	Q17,804.60	Q18,005.17	Q18,211.56	Q18,423.93
Total Ingresos		Q17,609.69	Q17,804.60	Q18,005.17	Q18,211.56	Q18,423.93
EGRESOS						
	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						
Liquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q2,374.75	Q2,256.01	Q2,143.21	Q2,036.05	Q1,934.25
Total Egresos		Q2,874.75	Q2,756.01	Q2,643.21	Q2,536.05	Q2,434.25
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q14,734.94	Q15,048.59	Q15,361.96	Q15,675.51	Q15,989.68

Concepto		2013	2014	2015	2016	2017
INGRESOS						
Ahorro energético		Q18,642.46	Q18,867.32	Q19,098.71	Q19,336.81	Q19,581.81
Total Ingresos		Q18,642.46	Q18,867.32	Q19,098.71	Q19,336.81	Q19,581.81
EGRESOS (Q61,295.00)						
Costo Fijo						
Liquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q1,837.54	Q1,745.66	Q1,658.38	Q1,575.46	Q1,496.68
Total Egresos		Q2,337.54	Q2,245.66	Q2,158.38	Q2,075.46	Q1,996.68
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q16,304.92	Q16,621.66	Q16,940.33	Q17,261.35	Q17,585.13

Concepto		2018	2019	2020	2021	2022
INGRESOS						
Ahorro energético		Q19,833.92	Q20,093.34	Q20,360.28	Q20,634.97	Q20,917.62
Total Ingresos		Q19,833.92	Q20,093.34	Q20,360.28	Q20,634.97	Q20,917.62
EGRESOS (Q61,295.00)						
Costo Fijo						
Liquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q1,421.85	Q1,350.76	Q1,283.22	Q1,219.06	Q1,158.11
Total Egresos		Q1,921.85	Q1,850.76	Q1,783.22	Q1,719.06	Q1,658.11
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q17,912.07	Q18,242.58	Q18,577.06	Q18,915.91	Q19,259.51

Concepto		2023	2024	2025	2026	2027
INGRESOS						
Ahorro energético		Q21,208.46	Q21,507.74	Q21,815.70	Q22,132.59	Q22,458.68
Total Ingresos		Q21,208.46	Q21,507.74	Q21,815.70	Q22,132.59	Q22,458.68
EGRESOS (Q61,295.00)						

Costo Fijo						
Líquido calo-portador	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)	Q1,100.20	Q1,045.19	Q992.93	Q943.28	Q896.12	
Total Egresos	Q1,600.20	Q1,545.19	Q1,492.93	Q1,443.28	Q1,396.12	
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q19,608.26	Q19,962.55	Q20,322.77	Q20,689.31	Q21,062.56

Datos: Fuente Propia

- Flujo de efectivo (gas propano)

En la tabla siguiente se muestra el flujo de efectivo, comparado con ahorro energético, con uso de gas propano:

Tabla XLIV Flujo de efectivo (energía gas propano)

Concepto	2007	2008	2009	2010	2011	2012
INGRESOS						
Ahorro energético		Q11,971.98	Q12,104.49	Q12,240.84	Q12,381.16	Q12,525.54
Total Ingresos		Q11,971.98	Q12,104.49	Q12,240.84	Q12,381.16	Q12,525.54
EGRESOS	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						
Líquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q2,374.75	Q2,256.01	Q2,143.21	Q2,036.05	Q1,934.25
Total Egresos		Q2,874.75	Q2,756.01	Q2,643.21	Q2,536.05	Q2,434.25
FLUJO NETO DE FONDOS		Q9,097.23	Q9,348.48	Q9,597.63	Q9,845.11	Q10,091.29
Concepto		2013	2014	2015	2016	2017
INGRESOS						
Ahorro energético		Q12,674.11	Q12,826.98	Q12,984.29	Q13,146.16	Q13,312.73
Total Ingresos		Q12,674.11	Q12,826.98	Q12,984.29	Q13,146.16	Q13,312.73
EGRESOS	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						

Liquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q1,837.54	Q1,745.66	Q1,658.38	Q1,575.46	Q1,496.68
Total Egresos		Q2,337.54	Q2,245.66	Q2,158.38	Q2,075.46	Q1,996.68
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q10,336.57	Q10,581.32	Q10,825.91	Q11,070.70	Q11,316.05
Concepto		2018	2019	2020	2021	2022
INGRESOS						
Ahorro energético		Q13,484.12	Q13,660.49	Q13,841.97	Q14,028.71	Q14,220.88
Total Ingresos		Q13,484.12	Q13,660.49	Q13,841.97	Q14,028.71	Q14,220.88
EGRESOS	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						
Liquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q1,421.85	Q1,350.76	Q1,283.22	Q1,219.06	Q1,158.11
Total Egresos		Q1,921.85	Q1,850.76	Q1,783.22	Q1,719.06	Q1,658.11
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q11,562.27	Q11,809.73	Q12,058.75	Q12,309.65	Q12,562.77
Concepto		2023	2024	2025	2026	2027
INGRESOS						
Ahorro energético		Q14,418.61	Q14,622.08	Q14,831.44	Q15,046.88	Q15,268.57
Total Ingresos		Q14,418.61	Q14,622.08	Q14,831.44	Q15,046.88	Q15,268.57
EGRESOS	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						
Liquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q1,100.20	Q1,045.19	Q992.93	Q943.28	Q896.12
Total Egresos		Q1,600.20	Q1,545.19	Q1,492.93	Q1,443.28	Q1,396.12
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q12,818.41	Q13,076.89	Q13,338.51	Q13,603.60	Q13,872.45

Fuente: Datos propios-

Los ingresos de los flujos de efectivos, se obtienen de las secciones 4.4.1.2., y 4.4.1.3, respectivamente.

- Flujo de efectivo (biomasa)

En la tabla siguiente se muestra el flujo de efectivo, comparado con ahorro energético, con uso de biomasa:

Tabla XLV Flujo de efectivo (energía biomasa)

Concepto	2007	2008	2009	2010	2011	2012
INGRESOS						
Ahorro energético		Q31,730.65	Q32,081.88	Q32,443.27	Q32,815.16	Q33,197.82
Total Ingresos		Q32,081.88	Q32,443.27	Q32,815.16	Q33,197.82	Q33,591.59
EGRESOS						
	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						
Líquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q2,374.75	Q2,256.01	Q2,143.21	Q2,036.05	Q1,934.25
Total Egresos		Q2,874.75	Q2,756.01	Q2,643.21	Q2,536.05	Q2,434.25
FLUJO NETO DE FONDOS		Q29,207.13	Q29,687.26	Q30,171.95	Q30,661.77	Q31,157.34
Concepto		2013	2014	2015	2016	2017
INGRESOS						
Ahorro energético		Q33,591.59	Q33,996.78	Q34,413.71	Q34,842.73	Q35,284.20
Total Ingresos		Q33,996.78	Q34,413.71	Q34,842.73	Q35,284.20	Q35,738.47
EGRESOS						
	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						
Líquido calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q1,837.54	Q1,745.66	Q1,658.38	Q1,575.46	Q1,496.68
Total Egresos		Q2,337.54	Q2,245.66	Q2,158.38	Q2,075.46	Q1,996.68
FLUJO NETO DE FONDOS		Q31,659.24	Q32,168.05	Q32,684.35	Q33,208.74	Q33,741.79

Concepto		2018	2019	2020	2021	2022
INGRESOS						
Ahorro energético		Q35,738.47	Q36,205.92	Q36,686.92	Q37,181.86	Q37,691.16
Total Ingresos		Q36,205.92	Q36,686.92	Q37,181.86	Q37,691.16	Q38,215.24
EGRESOS						
	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						
Liquidado calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q1,421.85	Q1,350.76	Q1,283.22	Q1,219.06	Q1,158.11
Total Egresos		Q1,921.85	Q1,850.76	Q1,783.22	Q1,719.06	Q1,658.11
FLUJO NETO DE FONDOS						
	(Q61,295.00)	Q34,284.07	Q34,836.16	Q35,398.64	Q35,972.10	Q36,557.13
Concepto		2023	2024	2025	2026	2027
INGRESOS						
Ahorro energético		Q38,215.24	Q38,754.51	Q39,309.41	Q39,880.41	Q40,467.98
Total Ingresos		Q38,754.51	Q39,309.41	Q39,880.41	Q40,467.98	Q41,072.57
EGRESOS						
	(Q61,295.00)					
Costo Fijo						
Liquidado calo-portador		Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00
Depreciaciones (-)		Q1,100.20	Q1,045.19	Q992.93	Q943.28	Q896.12
Total Egresos		Q1,600.20	Q1,545.19	Q1,492.93	Q1,443.28	Q1,396.12
FLUJO NETO DE FONDOS						
	(Q61,295.00)	Q37,154.31	Q37,764.22	Q38,387.48	Q39,024.70	Q39,676.45

Fuente: Datos propios.

4.4.5 Índices financieros.

Los índices financieros son utilizados para evaluar la rentabilidad del proyecto, brindando una idea del beneficio económico que este brinda.

4.4.5.1 Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto, nos indica la cantidad de dinero, que genera el proyecto al término del mismo, en este caso, como ahorro energético, este se realiza con cada uno de las demás fuentes de energía.

- VAN (energía eléctrica).

El valor actual neto, comparado con consumo de energía eléctrica, es el siguiente:

Valor Actual Neto (VAN) energía eléctrica	Q294,781.65
--------------------------------------------------	-------------

El valor es positivo, por lo cual indica, que el proyecto es bastante rentable, obteniendo una cantidad considerable de ahorro, al final del período.

- VAN (gas propano).

El valor actual neto, comparado con consumo de gas propano, es el siguiente:

Valor Actual Neto (VAN) gas propano.	Q167,828.32
---------------------------------------------	-------------

El valor es positivo, por lo cual indica, que el proyecto es bastante rentable, obteniendo una cantidad considerable de ahorro, al final del periodo.

- VAN (biomasa).

El valor actual neto, comparado con consumo de gas propano, es el siguiente:

Valor Actual Neto (VAN) biomasa.	Q502,881.67
-----------------------------------------	-------------

El valor es positivo, por lo cual indica, que el proyecto es bastante rentable, obteniendo una cantidad considerable de ahorro, al final del periodo.

4.4.5.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno presenta como resultado el retorno porcentual que en promedio anual rinde el proyecto, proporciona una medida de eficiencia que refleja cuanto paga un proyecto en términos de ingresos sobre sus costos.

La TIR, se realiza, para las otras fuentes de energía, para generar la comparativa.

- TIR (energía eléctrica)

La tasa interna de retorno para la comparativa, de ahorro energético, con servicio de energía eléctrica, queda definida de la siguiente manera:

Tasa Interna de Retorno (TIR) energía eléctrica.	26%
---------------------------------------------------------	-----

La tasa interna de retorno (TIR), comparativa con energía eléctrica, al ser este mayor que la unidad, nos indica la eficiencia, del proyecto, así, como la rentabilidad del mismo.

- TIR (gas propano)

La tasa interna de retorno para la comparativa, de ahorro energético, con servicio de gas propano, queda definida de la siguiente manera:

Tasa Interna de Retorno (TIR) gas propano.	16%
---------------------------------------------------	-----

La tasa interna de retorno (TIR), comparativa con energía eléctrica, al ser este mayor que la unidad, nos indica la eficiencia, del proyecto, así, como la rentabilidad del mismo.

- TIR (biomasa)

La tasa interna de retorno para la comparativa, de ahorro energético, con servicio de biomasa, queda definida de la siguiente manera:

Tasa Interna de Retorno (TIR) biomasa	49%
----------------------------------------------	-----

La tasa interna de retorno (TIR), comparativa con energía eléctrica, al ser este mayor que la unidad, nos indica la eficiencia, del proyecto, así, como la rentabilidad del mismo.

4.4.5.3 Análisis beneficio-costo.

La relación beneficio costo es el resultado de dividir los flujos netos actualizados positivos entre los flujos netos actualizados negativos, incluyendo la inversión total, permitiendo establecer la eficiencia con que actúa el proyecto.

- Beneficio – costo (energía eléctrica)

La relación beneficio costo, para la comparativa, con ahorro energético, con energía eléctrica queda de la siguiente manera:

Suma Ingresos	Q396,545.36		
Suma Egresos	Q40,468.71	Relación B/C energía eléctrica	3.89672664
Inversión	Q61,295.00		
Inversión mas egresos	Q101,763.71		

Al obtener una relación beneficio costo, mayor que la unidad, se considera que el proyecto es aceptable, en términos económicos y de beneficio para la sociedad.

- Beneficio – costo (gas propano)

La relación beneficio costo, para la comparativa, con ahorro energético, con gas propano queda de la siguiente manera:

Suma Ingresos	Q269,592.03		
Suma Egresos	Q40,468.71	Relación B/C gas propano	2.649196
Inversión	Q61,295.00		
Inversión mas egresos	Q101,763.71		

Al obtener una relación beneficio costo, mayor que la unidad, se considera que el proyecto es aceptable, en términos económicos y de beneficio para la sociedad.

- Beneficio – costo (biomasa)

La relación beneficio costo, para la comparativa, con ahorro energético, con biomasa queda de la siguiente manera:

Suma Ingresos	Q723,871.59		
Suma Egresos	Q40,468.71	Relación B/C biomasa	7.113259
Inversión	Q61,295.00		
Inversión mas egresos	Q101,763.71		

Al obtener una relación beneficio costo, mayor que la unidad, se considera que el proyecto es aceptable, en términos económicos y de beneficio para la sociedad.

4.4.6 Periodo de recuperación.

El período de recuperación, es el tiempo en que tarda en recuperarse la inversión inicial del proyecto, este indicador financiero es importante, denota el tiempo necesario en el que la inversión se amortiza o se paga.

Para determinar el período de recuperación de la inversión inicial del proyecto, se utilizan los flujos netos de fondos actualizados de cada año y su acumulación, para establecer en que tiempo la inversión será recuperada, este se analiza con cada una de las alternativas de fuente de energía, como función de ahorro energético.

- Período de recuperación (energía eléctrica)

En la tabla siguiente, se muestra la suma de flujo neto de fondos, incluyendo la inversión, que se utiliza, para localizar, el periodo de recuperación, en comparativa con energía eléctrica.

Tabla XLVI Período de recuperación (energía eléctrica)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q14,734.94	Q15,048.59	Q15,361.96	Q15,675.51	Q15,989.68
		(Q46,560.06)	(Q31,511.47)	(Q16,149.51)	(Q474.00)	Q15,515.68

Datos: Fuente Propia.

Como se denota en la tabla anterior, el período de recuperación de la inversión comparado, con ahorro energético por uso de energía eléctrica se produce después de los primeros 4 años.

Para tener una mayor exactitud, en los datos, del período de recuperación de la inversión se proceda de la siguiente manera:

Inversión	Q61,295.00	
Suma primeros 3 años	Q60,821.00	
Diferencia	Q474.00	Diferencia inversión y acumulado
Flujo año 5	Q15,515.68	Flujo del año de recuperación
Proporción anual	0.030549741	Proporción Diferencia/ flujo de año5
Meses	0.366596888	Proporción * 12 meses del año
Días	10.99790663	Restante meses * 30 días al mes

El período de recuperación de la inversión es de 4 años y 11 días, es decir el 11 de enero del año 2012.

- Período de recuperación (gas propano)

En la tabla siguiente, se muestra la suma de flujo neto de fondos, incluyendo la inversión, que se utiliza, para localizar, el periodo de recuperación, en comparativa con gas propano.

Tabla XLVII Período de recuperación (gas propano)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q9,097.23	Q9,348.48	Q9,597.63	Q9,845.11	Q10,091.29
		(Q52,197.77)	(Q42,849.29)	(Q33,251.66)	(Q23,406.55)	(Q13,315.26)

	2013	2014	2015	2016	2017
FLUJO NETO DE FONDOS	Q10,336.57	Q10,581.32	Q10,825.91	Q11,070.70	Q11,316.05
	(Q2,978.69)	Q7,602.63	Q18,428.54	Q29,499.24	Q40,815.29

Datos: Fuente Propia.

Como se denota en la tabla anterior, el período de recuperación de la inversión comparado, con ahorro energético por uso de gas propano se produce después de los primeros 6 años.

Para tener una mayor exactitud, en los datos, del período de recuperación de la inversión se proceda de la siguiente manera:

Inversión	Q61,295.00	
Suma primeros 6 años	Q58,316.31	
Diferencia	Q2,978.69	Diferencia inversión y acumulado
Flujo año 7	Q10,581.32	Flujo del año de recuperación
Proporción anual	0.281504576	Proporción Diferencia/ flujo de año7
Meses	3.378054912	Proporción * 12 meses del año
Días	11.34	Restante meses * 30 días al mes

El período de recuperación de la inversión es de 6 años 3 meses y 11 días, es decir el 11 de abril del año 2014.

- Período de recuperación (biomasa)

En la tabla siguiente, se muestra la suma de flujo neto de fondos, incluyendo la inversión, que se utiliza, para localizar, el periodo de recuperación, en comparativa con gas propano.

Tabla XLVIII Período de recuperación (biomasa)

Concepto	2007	2008	2009	2010	2011	2012
FLUJO NETO DE FONDOS	(Q61,295.00)	Q29,207.13	Q29,687.26	Q30,171.95	Q30,661.77	Q31,157.34
		(Q32,087.87)	(Q2,400.62)	Q27,771.34	Q58,433.10	Q89,590.44

Datos: Fuente Propia.

Como se denota en la tabla anterior, el período de recuperación de la inversión comparado, con ahorro energético por uso de biomasa se produce después de los primeros dos años.

Para tener una mayor exactitud, en los datos, del período de recuperación de la inversión se proceda de la siguiente manera:

Inversión	Q61,295.00	
Suma primeros 2 años	Q58,894.38	
Diferencia	Q2,400.62	Diferencia inversión y acumulado
Flujo año 7	Q30,171.95	Flujo del año de recuperación
Proporción anual	0.079564525	Proporción Diferencia/ flujo de año7
Meses	0.954774305	Proporción * 12 meses del año
Días	28.641	Restante meses * 30 días al mes

El período de recuperación de la inversión es de dos años y 28 días, es decir, el 28 de enero del año 2009.

4.4.7 Propuesta de inversión

La propuesta de inversión muestra la cantidad económica, necesaria para emprender el proyecto, así como el beneficio económico que genera a lo largo de los años, comparado con cada una de las alternativas para producción de energía.

INVERSIÓN:

La inversión queda definida de la siguiente forma:

Tabla XLIX Costos de Inversión

Costo	Precio unidad	Unidades	Total
Equipo	Q9,499.00	5	Q47,495.00
Estructura de soporte	Q650.00	5	Q3,250.00
Kit de conexión	Q100.00	5	Q500.00
Líquido calo-portador	Q50.00	5	Q250.00
Transporte	Q1,000.00	-----	Q1,000.00
Mano de obra	Q200.00	-----	Q200.00
Servicio Profesional	Q8,500.00	-----	Q8,500.00
Imprevistos	Q100.00	-----	Q100.00
TOTAL			Q61,295.00

Fuente: Datos propios.

La inversión para la implementación de equipo solar térmico, para uso de ACS, en el centro de salud tipo B de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, es de Q.61, 295.00., la cual cubre todos los costos para poner en marcha el funcionamiento del mismo, y garantizar la durabilidad del mismo.

Resumen financiero:

En la siguiente tabla, se muestra en resumen los índices financieros, para cada una de las comparativas, con los diferentes tipos de fuentes energía, para ACS, que se obtuvieron con anterioridad.

Tabla XL Resumen índices financieros

Índice financiero				
Energía.	VAN	TIR	Beneficio-Costo	Periodo recuperación
Energía eléctrica	Q294,781.65	26%	3.8967	4 años y 11 días
Biomasa (leña)	Q167,828.32	16%	2.6492	6 años 3 meses
Gas propano	Q502,881.67	49%	7.1133	2 años y 28 días

Fuente: Datos propios

En la tabla anterior, se muestra, la rentabilidad del proyecto a nivel económico, lo cual a la larga, es beneficio económico para la población, en el cual se lleve a cabo.

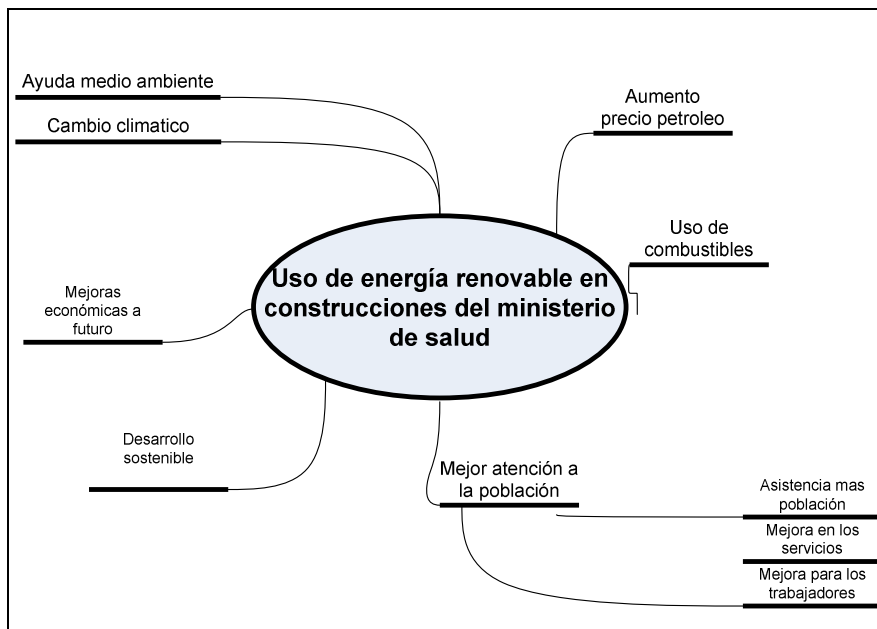
5 IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE USO DE CAPTADORES SOLARES COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA, EN CENTROS DE SALUD TIPO B, DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL.

En la siguiente sección se determinan los procedimientos para la instalación del equipo necesario para uso de captadores solares, como alternativa energética, en centros de salud tipo B, determinando cada una de las características necesarias para la instalación de este, así como también, indicaciones para el mantenimiento y el uso del equipo, para garantizar así una vida larga del mismo.

5.1 Idea de implementación del proyecto

Con los problemas discutidos con anterioridad, se genera una lluvia de ideas, para la aplicación de uso de energía renovable, en centros de salud tipo B, teniendo como finalidad el desarrollo y una mejor atención para la población guatemalteca.

Figura 43. Lluvia de ideas, uso de energía renovable



Fuente: datos propios

Entre los muchos beneficios, que puede tener la implementación del proyecto se mencionan:

- Ayuda al medio ambiente
- Solución a largo plazo del problema del petróleo.
- Asistencia de mas población a los centros de atención de salud.
- Mejora de las instalaciones.
- Desarrollo sostenible.
- Ahorro económico en materia energética.

Todo esto partiendo de un plan de implementación del proyecto, a través de una propuesta para uso de energía solar, como alternativa energética, en centros de atención de salud.

5.2 Procedimiento de instalación del equipo.

El procedimiento de instalación del equipo, tiene como fin, crear los lineamientos para la instalación de equipo solar térmico, de una manera de adecuada y sencilla, para que al momento de la instalación del mismo, no ocurra problemas de instalación , tanto para el equipo, como para la persona encargada de instalarlo.

5.2.1 Forma de instalación.

Para la instalación de los captadores se debe realizar en un área sin sombras proyectadas por árboles o edificios, y asegurarse que el tejado o

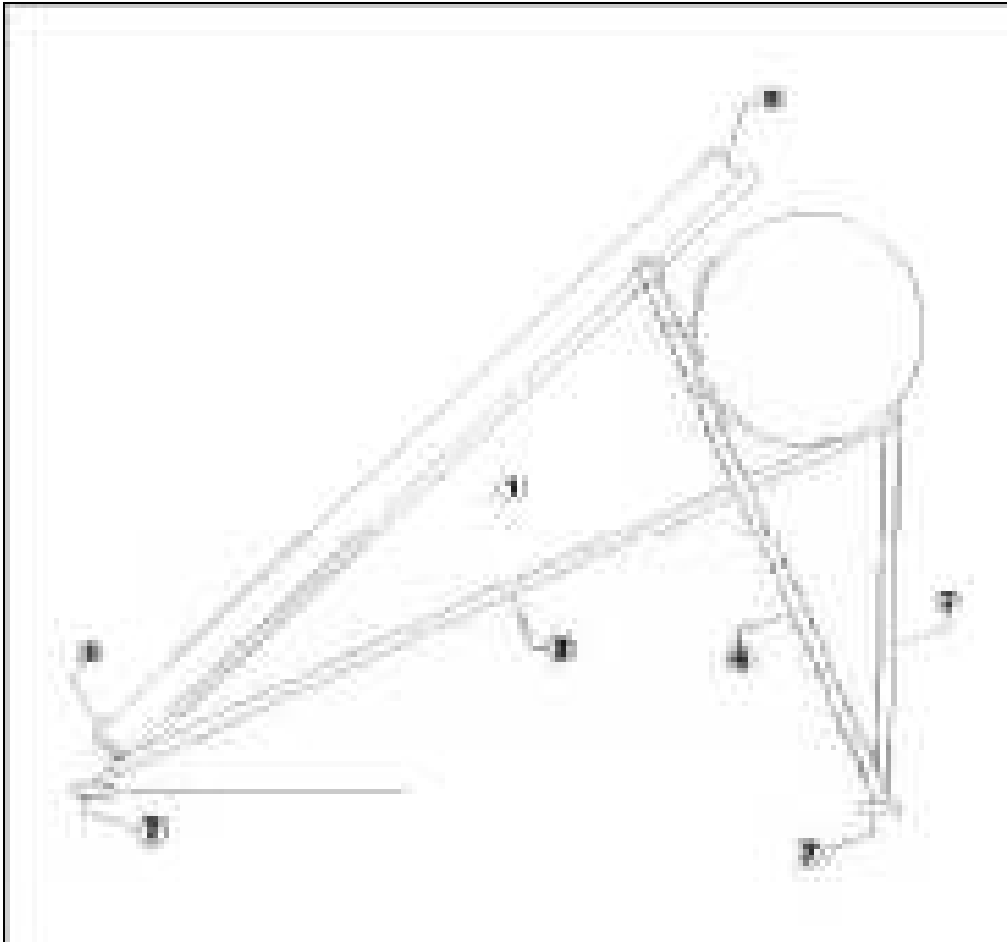
terrazza pueda soportar la carga. El peso total del equipo una vez instalado es aproximadamente el doble de su capacidad en litros.

Dirección y ángulo de inclinación del equipo:

Como se explico en la sección 4.2.2.3.1. , orientación del equipo, del estudio técnico, el ángulo de inclinación recomendado es la latitud mas 10°, recomendando el valor de 15° , debiendo de situarse los captadores, en este caso el equipo completo en dirección sur, por lo que se debe utilizar una brújula para determinar la posición correcta, para la orientación hacia el sur se puede admitir una desviación de $\pm 15^\circ$.

Instalación del soporte:

Figura 44. Estructura montada.



Fuente: Manual técnico CHROMAGEN.

FASES DE MONTAJE:

1. Ensamblar las piezas 1 y 3 por la parte inferior, (Detalle 1).
2. Unirlas mediante la pieza 4. Téngase en cuenta que las cabezas de los tornillos queden en la parte exterior. (Detalle 2)
3. A continuación atornille la pieza 2 tal y como se aprecia en la fotografía (Detalle 3).
4. Cuando haya terminado un lateral, proceda a montar el lateral opuesto.

5. Proceda a unir los laterales con los soportes frontales superior e inferior (véase Detalle 4). El tope de fijación y el soporte superior se dejará sin apretar, para dejar espacio para colocar el captador.
6. Atornille las 2 uniones diagonales traseras (Detalle 5).
7. Coloque los ángulos de fijación traseros y delanteros (Detalle 6).
8. Apriete firmemente todos los tornillos exceptuando los del travesaño superior.
9. Realice bancadas de mortero, hormigón u hormigón prefabricado y apoye la estructura sobre estos atornillándola por los agujeros previstos en las patas. Cuando la cubierta sea inclinada realice la bancada sobre la teja dejando previsto un sistema de drenaje para evitar remansos de agua que puedan producir goteras.
10. Ajuste el travesaño superior y apriételo firmemente.
11. Coloque el termotanque en la parte posterior del soporte. Asegúrese que en la parte lateral del tanque aparezca el indicativo "This side up "
12. Proceda a conectar el kit de conexiones de acuerdo con el esquema correspondiente.

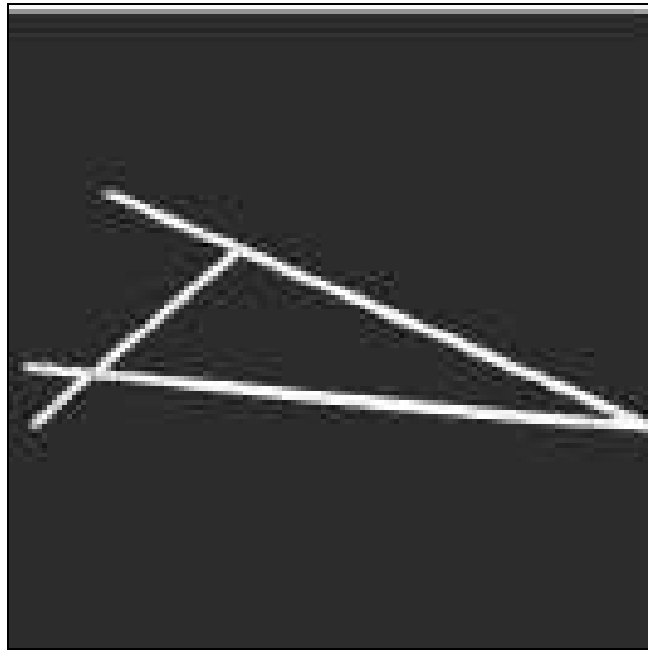
Figura 45. Detalle 1



Fuente: Manual técnico CHROMAGEN

La unión de las piezas 1 y 3 se realizan de manera tal que los ángulos quedan como están reflejados en las hojas.

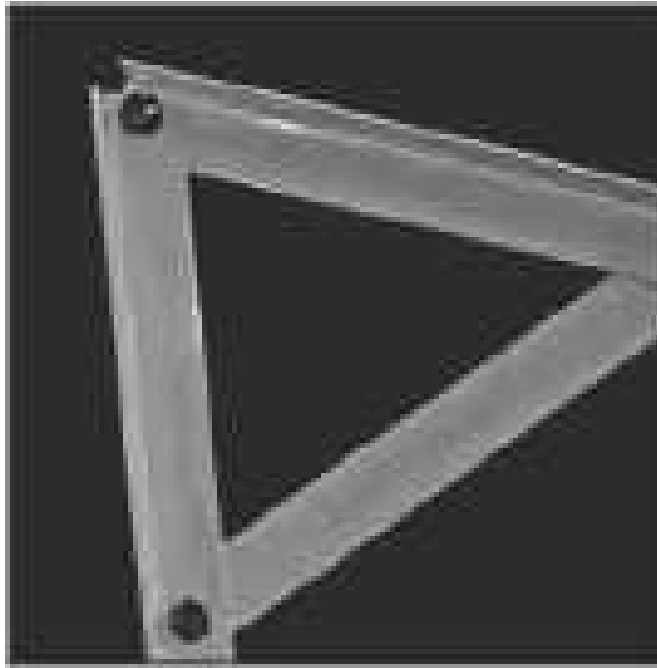
Figura 46. Detalle 2



Fuente: Manual técnico CHROMAGEN

La pieza 4 se colocará de tal forma que la parte plana de la barra caiga sobre la zona de posterior contacto con el acumulador.

Figura 47. Detalle 3



Fuente: Manual técnico CHROMAGEN

Forma en la que quedan las piezas 2, 3 y 4 en la parte posterior.

Figura 48. Detalle 4



Fuente: Manual técnico CHROMAGEN

Se deja sin apretar para colocar posteriormente el captador, en la unión se utiliza el orificio mas externo para los soportes frontales.

Figura 49. Detalle 5



Fuente: Manual técnico CHROMAGEN

Atornillar las uniones diagonales traseras.

Figura 50. Detalle 6



Fuente: Manual técnico CHROMAGEN

Coloque los ángulos de fijación traseros y delanteros.

5.2.2 Recomendaciones generales.

En la instalación de un sistema solar térmico para calentamiento de agua sanitaria, se debe de prestar especial atención a los siguientes aspectos:

1. Elevar el lado de la salida de agua del captador, dándole una inclinación de 3° por encima del plano.
2. Se recomienda la instalación de un termómetro para visualizar la temperatura, la presión del equipo motivará la puesta en funcionamiento de las válvulas de seguridad si llega a un valor de 3 bar., en los sistemas indirectos y 8 bar., en los sistemas directos, que es la presión de tara de dichas válvulas.
3. Se recomienda, y siempre en función del aislamiento de tuberías, que la distancia máxima entre salida del acumulador y los puntos de consumo más lejanos sea alrededor de 30m como máximo.
4. Si la red de tuberías existentes fuese de acero o hierro galvanizado, la conexión con ella se debería hacer en polietileno reticulado o en cobre, añadiendo si fuese de este material manguitos dieléctricos para evitar la aparición de par galvánico. Sería conveniente añadir a la instalación una válvula mezcladora para evitar que las temperaturas de las tuberías de hierro galvanizado supere los 55°C.

5. En cuanto al aislamiento debe ser como mínimo de 20 mm., para el exterior y de 10 mm., para el interior.

5.2.3 Recomendaciones generales de transporte.

Para el transporte y almacenaje del equipo solar térmico, debe de efectuarse atendiendo las siguientes directrices:

- Los termotanques deberán llevar protegidas sus partes superior e inferior mediante cartón sujeto por flejes.
- Los termotanques deberán de ir envueltos con plástico con cámara de aire y su transporte se efectuará de forma individual o mediante un palet con 4 unidades.
- Los captadores solares, deben de llevar protegidas sus conexiones superior e inferior y su parte trasera con cartón sujeto por flejes.
- El transporte de los captadores solares, se debe de realizar con un palet cada 10 unidades o individualmente.
- Si se ha llenado el circuito primario con anticongelante, no conectar la válvula de llenado automático a la red de abastecimiento de agua.

5.2.4 Medidas de seguridad.

Antes de realizar la instalación se deben de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. *Precaución es esencial!*

- Siempre tener extremo cuidado cuando trabaje sobre un tejado
 - Evite peligros tales como cables eléctricos o tejas sueltas.
 - Desconecte la corriente del área de la instalación de un sistema de con apoyos energéticos eléctricos.
2. Se deben cumplir los requisitos legales de la zona o comunidad en las que se instala el equipo.
 3. Aunque en esta sección se explica como instalar los sistemas de energía térmica solar, no se puede cubrir todas las circunstancias posibles, por lo que por cualquier circunstancia que se presente se puede solicitar asistencia al proveedor.
 4. Antes de comenzar a trabajar, se debe de tener a mano la localización del sistema, (el equipo), el cual se encuentra localizado en la sección 4.2.3.2. del estudio técnico, (ubicación del equipo en el edificio), y adjuntar el mapa de ubicación del mismo, marcando el lugar de la tubería de entrada y de salida. Se debe de observar con determinación el área de medida del techo en la parte que se ubicara el equipo solar térmico. Antes de instalar se debe de asegurar que la posición de los captadores permite su drenaje para poder limpiarlos.
 5. Estudie todos los componentes y accesorios de fontanería del sistema que serán necesarios para llevar a cabo la instalación, determinando productos de calidad que soporten la radiación solar durante años.

5.3 Manual de mantenimiento y uso de equipo.

Para el uso y mantenimiento del equipo solar térmico (EST), se presenta a continuación las siguientes directrices, para el mismo.

5.3.1 Recomendaciones de uso del equipo.

Para el uso del equipo se recomienda tener en consideración los siguientes aspectos:

- Un consumo racional de agua, no solo implica un ahorro de esta, si no también de la energía auxiliar.
- Se debe tener en cuenta que las instalaciones están basadas en un consumo de diseño u orientativo de 40- 50 litros por persona al día, el cual puede variar en función de los usos y costumbres familiares así como las condiciones climáticas.
- Las temperaturas en el interior del tanque pueden oscilar, en función del consumo y de las condiciones climáticas entre otros factores, entre 30° y 65°, pudiendo alcanzar en épocas de bajo consumo temperaturas elevadas del orden de 90° - 95°.
- Si debido a ausencias prolongadas, el equipo solar no se utilizase, TAPAR TOTALMENTE LOS CAPTADORES, (tomando las precauciones adecuadas cuando la cubierta no sea transmisible), o VACIAR EL EQUIPO, y al regresar ABRIR LOS GRIFOS CON CUIDADO, no permitir que ningún niño realice este procedimiento.

- Si el problema es de bajas temperaturas, puede ser debido a las siguientes causas:
 1. Existencia de aire atrapado como consecuencia de una tubería doblada, el agua que sale del captador, lo debe de hacer en subida.
 2. Los accesorios de conexión o as tuberías estén tapados con sedimentos.

5.3.2 Indicaciones de mantenimiento.

Los sistemas térmicos solares, para uso de ACS, que brinda el proveedor seleccionad son altamente fiables y requieren solo un mínimo de mantenimiento a lo largo de todos los años de vida, para asegurar el alto rendimiento de estos equipos, se debe hacer una serio de comprobaciones encaminadas a mantener el perfecto estado de la instalación siendo estas las siguientes:

- *Captadores:* Observar posibles diferencias entre los captadores de cada equipo.
- *Vidrio de captador:* Observar condensación y humedad.
- *Aislamiento de tuberías:* Comprobar que no hay humedad.
- *Pintura de asilamiento:* Comprobar su posible deterioro.
- *Posibles fugas en las diferentes conexiones.*
- *Estructura:* Apriete de los tornillos, degradación y corrosión.

Estas revisiones se deben de realizar en carácter semestral.

Otras operaciones a realizar por personal debidamente autorizado, en este caso el encargado de mantenimiento del centro de salud, para este tipo de instalaciones son:

Periódicamente:

- Desconectar las tuberías y manguitos de la parte baja del captador y lavar con agua.
- Verificación del ánodo de sacrificio y reemplazar si fuese necesario

5.4 Capacitaciones de los usuarios del equipo.

Las capacitaciones de los usuarios del equipo, se basan en informar, tanto al personal técnico como al personal profesional, sobre las alternativas, para uso de nuevas fuentes de energía en construcciones públicas, en este caso explicando el funcionamiento, de los equipos solares térmicos, para uso de agua caliente sanitaria, usando como material de apoyo, para la explicación de los sistemas.

El material de apoyo contiene los puntos más importantes para la comprensión del personal al cual se le imparte. Las charlas impartidas en las capacitaciones se dividen en cuatro partes, siendo estas:

- Introducción
- Utilización
- Agua caliente sanitaria.
- Ventajas.

Introducción

La introducción, es la parte de la capacitación en la cual se da una idea de que es la energía solar y cual es su importancia en la actualidad, tomando en cuenta todos los aspectos ambientales, en esta parte se tocan los temas de:

(ver apéndice Ap-2)

- Consumo de energía:

El consumo de energía se enfatiza en el impacto que tiene este para el mundo denotando los puntos de:

- Problemática mundial
- Desarrollo humano y medio ambiente.
- Producción CO2
- Altos costos
- Fuentes de energía.

Enfatizando en las capacitaciones en cada uno de los puntos mencionados.

- Fuentes de energía:

Las fuentes de energía pueden ser dos tipos siendo estas:

- Temporales (agotables): Son aquellas fuentes cuya utilización son superior a su ritmo de utilización como por ejemplo, la energía fósil.
- Renovables (permanentes): Fuentes naturales, virtualmente inagotables, como por ejemplo: energía solar, energía eólica, biomasa, etc.

- Energía Solar:

Es la energía obtenida directamente del sol, a través de la incidencia de la radiación solar sobre la superficie de la tierra, existen 3 tipos de radiaciones siendo estas:

- Radiación directa
 - Radiación difusa
 - Radiación reflejada
 - Y la suma de estas 3 la radiación global.
- Acerca de la radiación:

La distribución de energía solar que llega a la superficie de la tierra depende de los siguientes aspectos:

- Hora del día.
- Latitud del lugar.
- La orientación del receptor.
- La inclinación del receptor.
- Condiciones climatológicas.

Utilización:

La utilización se refiere, a las formas de aprovechamiento de la energía solar, clasificando este tema en los siguientes puntos:

(Ver apéndice AP-3)

- Uso de la radiación solar.

La energía solar térmica se obtiene a través de un ramo explicativo, de la siguiente manera, el sol genera la energía solar directa, de esta se obtiene la captación térmica, de la cual se obtiene la energía activa, la cual se aprovecha de forma solar térmica.

- Aprovechamiento térmico.

El aprovechamiento térmico se refiere a las formas en que se puede utilizar energía solar térmica para uso de cualquier actividad energética que se requiera siendo estas:

- Energía solar térmica de alta temperatura.

La energía solar térmica de alta temperatura, se obtiene de las siguientes formas:

Centrales de torre: formando un campo de helióstatos, que reflejan la radiación sobre un intercambiador de calor, situado en la parte superior de una torre central, se alcanzan temperaturas de 600 °C.

Generadores solares de discos parabólicos consiste en un conjunto de espejos que forman una figura disco-parabólico, en cuyo foco se dispone un colector solar, en el que se calienta un fluido, alcanzando temperaturas de hasta 750°C.

- Energía solar térmica de baja temperatura.

El principio de funcionalidad de una instalación solar se basa en la energía radiante, proveniente del sol que es absorbida por los captadores, y transferida por estos al fluido de trabajo por el circuito primario; este a su paso por el intercambiador de calor, cede energía al fluido de trabajo, del circuito secundario, este calor se almacena en el sistema de acumulación en forma de energía térmica.

Agua caliente sanitaria:

La obtención de agua caliente sanitaria, utilizando energía solar, se obtiene a través de las instalaciones solares térmicas, la cual se explica a continuación:

(Ver apéndice AP-4)

- Instalaciones solar térmicas

Es una instalación que aprovecha la energía solar, para la producción de agua caliente.

La importancia de este tipo de instalaciones, es que el potencial energético es enorme, al ser una energía limpia en su producción y consumo, pero además de ello, dicho consumo es gratuito.

El uso de las instalaciones solares térmicas, tiene varios usos, entre los que se puede mencionar el uso de ACS, climatización de piscinas, y calefacción.

El proceso de captación solar, que se lleva a cabo en este tipo de instalaciones, es el procedimiento de transformar energía radiante del sol en calor o energía térmica.

Considerando que la aplicación de la energía solar es baja temperatura, es decir 80°C.

- Clasificación de instalaciones solares térmicas

Por el principio de circulación las instalaciones solares térmicas pueden ser: funcionamiento por bombeo (instalación por circulación forzada), funcionamiento por convección natural (instalación por termosifón).

Por su sistema de intercambio, las instalaciones solares térmicas pueden ser: sistemas directos (agua directa de consumo), sistemas indirectos (intercambiador de calor).

- Instalaciones por termosifón

La transferencia de energía solar al agua del acumulador se realiza por la circulación del fluido contenido en el circuito primario. Este se calienta a su paso por los colectores y se enfría cuando pasa a través del sistema de intercambio, al transmitir el calor al agua del consumo. El agua caliente del sistema de acumulación queda almacenada y dispuesta para ser consumida.

- Instalaciones por circulación forzada.

Una instalación solar térmica, por circulación forzada, el cual se divide en tres partes, un circuito primario un circuito secundario y un sistema auxiliar.

- Colector plano.

Si se completa el conjunto de la placa absorbidora con el vidrio aislándolo por la parte posterior y por los laterales se consigue que la placa pierda menos calor y, por tanto, aumente su temperatura. Si a la placa se adhiere un serpentín o un circuito de tubos por la que se pueda circular un fluido se habrá conseguido que el fluido aumente su temperatura al circular por la placa con lo que se estará evacuando la energía térmica de la placa

Ventajas:

Las ventajas de consideración, que conllevan la capacitación, sobre uso de nuevas fuentes de energía, son los beneficios para la sociedad, y las ventajas para la construcción, como los aspectos a tomar en cuenta antes de la aplicación de este tipo de tecnología, en este caso para centros de salud tipo B, al área de occidente.

(Ver apéndice AP-5)

- Beneficios

Los beneficios para la sociedad, pueden ser de tipo, económico, ambientales, de desarrollo, y las mejoras para el personal que labora en las instalaciones.

- Aspectos a tomar en cuenta para instalaciones solares térmicas, para nuevas construcciones centros de salud tipo B.

Aspectos de consumo energético:

- Tipo de servicio que realiza
- Numero de personas que laboran en el centro
- Afluencia de personas.
- Capacidad instalación
- Procedimientos.
- Proyecciones de crecimiento poblacional.

Aspectos climáticos:

- Región del centro de salud
 - Topografía
 - Latitud
 - Longitud
 - Altura.
 - Nubosidad.
 - Radiación
 - Temperatura
- Aspectos a tomar en cuenta para instalaciones solares térmicas, construcciones ya existentes, centro de salud tipo B.

Tomar en cuenta los aspectos para construcciones nuevas, y además los siguientes aspectos:

- Localización de entrada de agua
- Estructura del techo.
- Ubicación del área de duchas.

- Ubicación de lavandería.
- Construcciones cercanas.

El material de apoyo completo se muestra en el Apéndice A1, donde se muestra, las diapositivas utilizadas en la capacitación.

5.5 Información de resultados.

Los resultados que se muestran, son las consideraciones que se deben de tomar en cuenta, para el dimensionamiento, o construcción de edificaciones, en este caso centros de salud tipo B, aplicable en general, a cualquier edificación de servicio de salud pública, ya que el diseño de la instalación, dependerá, en sí, de la cantidad de demanda que se tendrá, para poder adaptar el diseño a la construcción.

Los aspectos a tomar en cuenta para el diseño, de equipo solar térmico, para uso de ACS, se dividen en dos:

- Para nuevas construcciones de salud.
- Para construcciones de salud ya existentes.

Aspectos a tomar en cuenta para el diseño, de equipo solar térmico, para nuevas construcciones de servicio de salud:

Son las consideraciones, que se deben de tomar en cuenta para el diseño de equipo solar térmico, para cualquier edificación de servicio de salud, que desee hacer uso de energía solar para uso de ACS, en este caso para construcciones nuevas.

Aspectos de consumo energético:

- Tipo de servicio que realiza:

Se enfoca en definir, todos los aspectos, de los servicios que el centro ofrece para atención al cliente, por ejemplo: atención de partos, esterilización, etc.

- Número de personas que laboran:

Es definir la cantidad de personas, que harán uso de ACS, personas internas de el servicio de salud, y que por recomendaciones de salud e higiene personal, deben de hacer uso de ACS, ya sea para eliminación de bacterias entre otras, y definir el uso moderado que debe de tener cada uno de ellas.

- Afluencia de personas:

Consiste en analizar, la cantidad de personas, que esta en capacidad de atención el servicio de salud, y las personas que utilizarán ACS, por cuestiones de higiene, realizando este análisis en los días de más afluencia al mismo.

- Capacidad de instalación:

La capacidad de instalación se refiere, al diseño de la construcción, para así poder observar, la colocación del equipo, y el diseño del mismo, teniendo especial atención en los espacios reducidos, para poder definir, la ubicación exacta del equipo.

- Encamamiento:

El encamamiento, es definir la capacidad de atención de pacientes, que sean internados en el servicio de salud, definiendo el número de pacientes máximos que puedan ser ingresados en el servicio de salud, y la atención que estos reciben.

- Procedimientos:

Conocer los procedimientos ya definidos, en cada servicio de salud, el cual sirve de referencia, para analizar si hacen uso de ACS, y la cantidad de uso que pueden tener.

- Proyecciones de crecimiento poblacional:

Analizar las proyecciones de crecimiento poblacional, del área de influencia, del servicio de salud, para así, poder determinar, un diseño de equipo a futuro, con capacidad de recibir y atender a la población, contemplando el crecimiento que esta pueda tener.

Aspectos climáticos:

- Región del servicio de salud.

La región del servicio de salud, es muy importante, ya que define tanto las costumbres de la comunidad que lo alberga, si no como también, determina si es necesario o no la aplicación del proyecto, además de generar una idea de la cercanía, del proyecto y la accesibilidad a las áreas lejanas en donde este se pueda encontrar.

- Topografía del lugar:

La topografía del lugar es muy importante, ya que define, la existencia de sombras que puedan afectar el equipo, ya sea producida por montañas cercanas a la edificación, o por alguna otra razón, así como la latitud longitud y altura, de la edificación ya que con ello, se tiene una idea de donde se encuentra realmente el proyecto, necesaria para la orientación del equipo.

- Condiciones climáticas:

Tanto la nubosidad, como la radiación y la temperatura del lugar son importantes para el diseño del equipo, ya que estas afectan directamente al funcionamiento del mismo, ya que pueden ser muy severas en determinadas épocas del año, y con ello reducir la eficiencia en el funcionamiento del equipo.

Aspectos a tomar en cuenta para el diseño, de equipo solar térmico, para construcciones ya existentes de servicio de salud:

Son las consideraciones, que se deben de tomar en cuenta para el diseño de equipo solar térmico, para cualquier edificación de servicio de salud, que desee hacer uso de energía solar para uso de ACS, en este caso para construcciones ya existentes.

Se deben de tomar en cuenta todos los aspectos mencionados, para el diseño para construcciones nuevas e incluir los siguientes aspectos:

- Localización de entrada de agua:

La localización de entrada de agua es importante ya que genera una idea de la ubicación del equipo, ya que con ello, facilita la llegada de la toma de agua, y definir, si el sistema puede ser por termosifón o por circulación forzada.

- Estructura del techo:

La estructura del techo, nos da una idea si el equipo, puede ser colocado en el techo de la edificación y si este es capaz de soportarlo, o si es recomendable buscarle otra ubicación al equipo.

- Ubicación de área de duchas:

La ubicación de área de duchas, ayuda a definir la ubicación del equipo, ya que es una de las áreas con mayor consumo de ACS, y así define, la cantidad necesaria para esta área, y el equipo solar térmico que hace uso en esta área.

- Ubicación de lavandería:

La ubicación de lavandería, si el servicio de salud cuenta con ella, el equipo solar térmico puede ser utilizado para el lavado de ropa, que se pueda utilizar en el servicio de salud, y con ella dependerá la demanda de ACS, necesaria y la ubicación del equipo.

- Construcciones cercanas:

Las construcciones cercanas, pueden afectar en el funcionamiento del equipo solar térmico, ya que pueden generar sombra sobre el mismo, a ciertas horas, y por ello disminuir el tiempo de captación solar, y con ello, el funcionamiento del equipo, por lo que se debe de diseñar tratando de evadir las sombras creadas por construcciones cercanas.

Con lo anterior, las personas encargadas, en el diseño y funcionamiento de servicios de salud, en nuestro país pueden pensar en incorporar el diseño de equipos solar térmicos en las construcciones, tomando en cuenta todos los aspectos mencionados, antes de diseñar la construcción y el equipo.

CONCLUSIONES

1. La presentación de este proyecto sirve como referencia, para normalizar el uso de captadores solares térmicos, para calentamiento de agua sanitaria, en centros de salud tipo B, puede ser utilizado para cualquier o proyecto de las mismas características, en el área del altiplano de nuestro país, y que sea aplicable a cualquier centro que preste servicio de atención de salud, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
2. Los beneficios económicos se reflejan a través de ahorro energético es decir, el ahorro que se obtiene a diferencia de usar otro tipo de fuente de energía, siendo estos de Q. 294,781.00 en 20 años representado en comparativa con la energía eléctrica de Q. 167,828.00 en 20 años representado con la biomasa (leña) y de Q. 502,881.00 en 20 años, representado por el gas propano, estas cantidades son representativas para un centro de salud tipo B, las cuales pueden variar dependiendo de las características de cada centro.
3. Los beneficios ambientales de este proyecto son el uso de fuentes alternas de energía, los cuales reducen la dependencia de otras fuentes de energía no renovables, que contaminan el medio ambiente y contribuyen a la crisis del calentamiento global, como la reducción de la quema de biomasa, para el calentamiento de agua, o el uso desmedido de petróleo, además de incentivar el desarrollo en la sociedad, y al mismo tiempo crear conciencia de las ventajas de este tipo de tecnología.

4. La cantidad de demanda energética para un Centro de Salud tipo B, del área del altiplano, en este caso, el Centro de Salud de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos, es de 1,017 litros al día, y 30,528 litros al año, esta cifra expresada hacia futuro, ya que se debe de dimensionar para cubrir todos los aspectos, incremento de población, cambios de costumbre, entre otras, la cual sirve para futuras aplicaciones.

5. Los equipos solares térmicos Chromagen de 200 litros son los más idóneos para la aplicación del proyecto, cubriendo la demanda con 5 de estos equipos, y cubren en el aspecto técnico, cumpliendo las características de: cumplimiento de la demanda, eficiencia en el consumo y uso, y costo, entre los que se pueden encontrar en los proveedores del país.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que las instituciones públicas den seguimiento a este tipo de proyectos, ya que generan desarrollo para la sociedad, beneficios económicos a largo plazo, y ayudan al medio ambiente, y que al cambiar cada gobierno, se tenga el seguimiento de cada proyecto y que no se dejen en el olvido.
2. La flexibilidad, en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, debe de mejorar, para aplicar este tipo de proyectos, y ayudar a solucionar problemas sociales, como lo es la atención que se le brinda a la población, en los temas de servicio para la población, en este caso de servicios médicos.
3. Las cotizaciones para otros proyectos se pueden realizar con proveedores internacionales, para poder comparar eficiencias y costos, tratando de reducir los mismos, y poder comparar con proveedores guatemaltecos, y analizar la mejor propuesta.
4. Se sugiere el análisis de proyectos de las mismas características, como lo puede ser el uso de energía solar para iluminación, o energía eólica para electrificación, o el uso de biomasa, para aprovechar los desechos y transformarlos en energía, aplicándolos en distintas áreas y regiones de nuestro país, aprovechando las ventajas de ubicación geográfica en nuestro país.
5. Es recomendable la inversión, tanto privada como pública en investigación y desarrollo, para ser aplicable al beneficio de la sociedad y así poder aprovechar todos los recursos que cuenta nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

1. De León Navarro, Edgar Roberto. REVISIÓN DE NORMATIAS ESPAÑOLAS Y ADAPTACIÓN DE NORMATIVA GUATEMALTECA PROPUESTA PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGÍA TÉRMICA EN EDIFICIOS NO INDUSTRIALES, Guatemala, 2006. Página 125
2. Fernández Salgado José. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN LA EDIFICACIÓN, primera edición, AMV ediciones, España, 2004. Página 75.
3. Aroca Lastra Santiago. CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE, AMU ediciones, España, 1991. Página 98
4. Arizmendi Luis Jesús. Cálculo y Normativa Básica de las instalaciones en los edificios (Tomo 1), 5ª edición, España, 1995. Página 58

APÉNDICE

AP-1 (ENCUESTAS CENTROS DE SALUD)

ENCUESTA CENTROS DE SALUD TIPO B

Como considera la atención en los centros de salud.

- Excelente
- Buena
- Mala

Por que la considera excelente, mala o buena ?

- Malos Servicios
- Capacidad de atención
- Instalaciones
- Equipo

Informa usted sobre el tipo de atención que recibe?

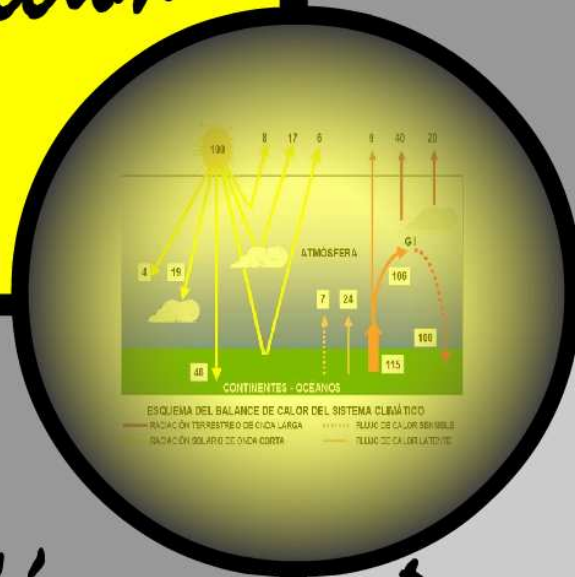
- Si .
- No.

AP-2 (MATERIAL DE APOYO CAPACITACIONES) INTRODUCCIÓN

A continuación se muestran las diapositivas utilizadas como material de apoyo utilizado para la capacitación de personal del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para personal técnico, como para profesionales de áreas.

Introducción

Ventajas



Utilización

Agua Caliente

Consumo de Energía

Problemática mundial.
Desarrollo humano y medio ambiente.
Producción de CO₂.
Altos Costos.
Fuentes de Energía.



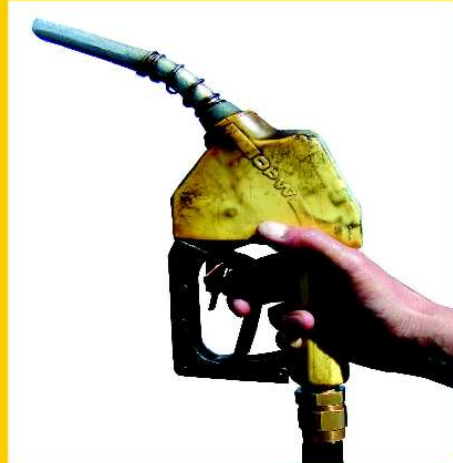
Fuentes de Energía

Temporales (agotables): Son aquellas fuentes cuya utilización es superior al ritmo de su formación.
Ejemplo: Energía Fósil.

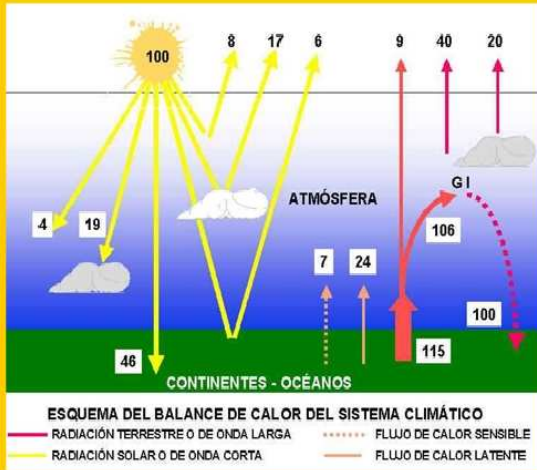
Renovables (permanentes): Fuentes naturales virtualmente inagotables.
Ejemplo: Energía solar, Energía Hidráulica, Energía de la Biomasa, Energía Solar.



Fuentes de Energía



Energía Solar



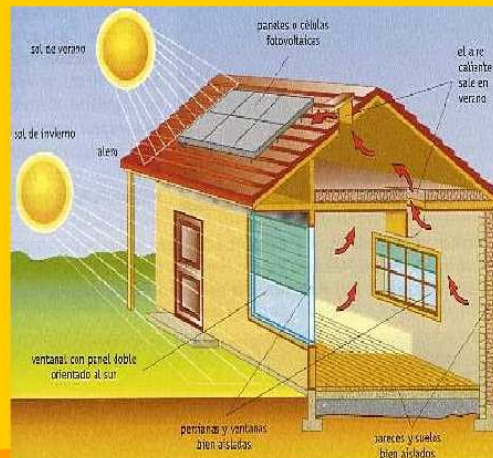
Es la energía obtenida directamente del Sol, a través de la incidencia de la radiación solar sobre la superficie terrestre. Radiación Directa, Difusa, Reflejada y Global.

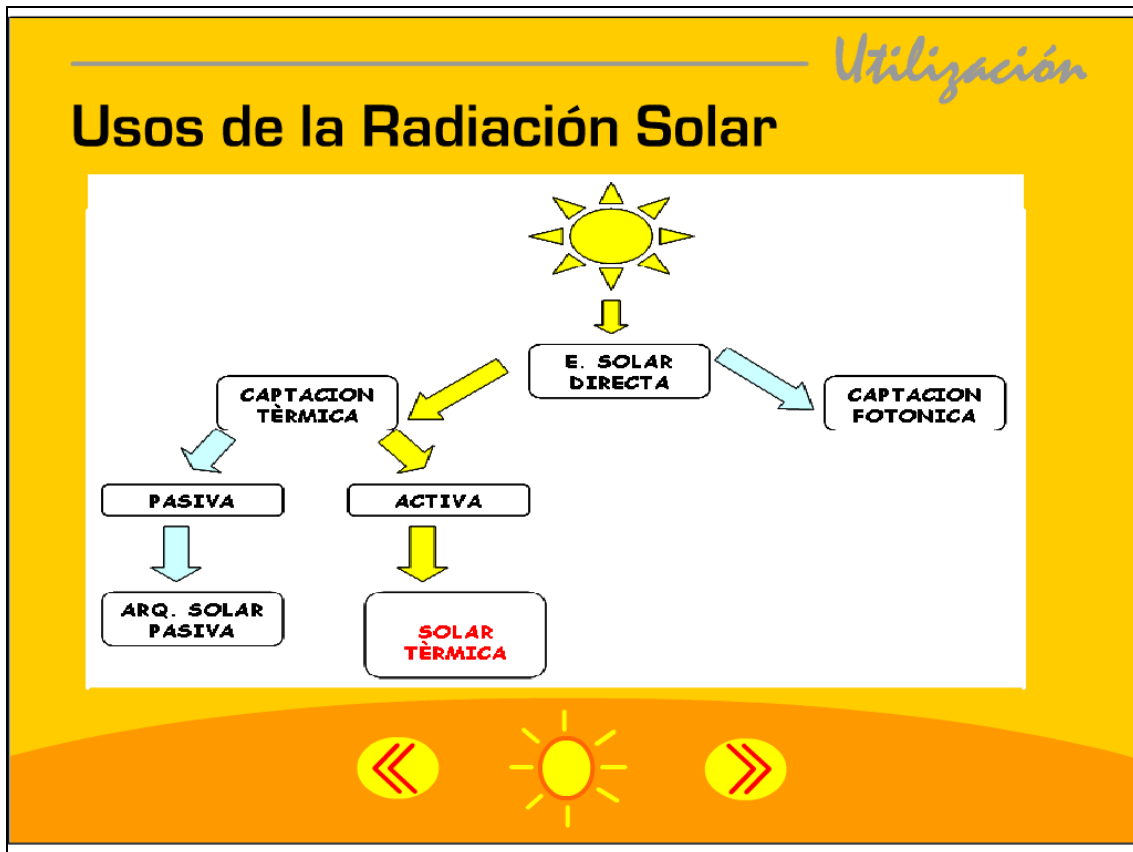


Acerca de la Radiación

La distribución de energía solar que llega a la superficie de la Tierra depende de:

- Hora del Día
- La latitud del Lugar
- La Orientación del Receptor
- La Inclinación del Receptor
- Condiciones Climatológicas





Clasificación de la Energía Solar Activa

Térmica:
Aprovechamiento de la energía térmica del sol para calentar agua mediante colectores solares. Clasificada en baja, media y alta temperatura.



Clasificación de la Energía Solar Activa



Fotovoltaica:
Aprovechamiento de la energía solar para la producción de energía eléctrica mediante el efecto fotoeléctrico.



Aprovechamiento Térmico

Energía Solar Térmica de Alta Temperatura.

Energía Solar Térmica de Media Temperatura.

Energía Solar Térmica de Baja Temperatura.



Utilización

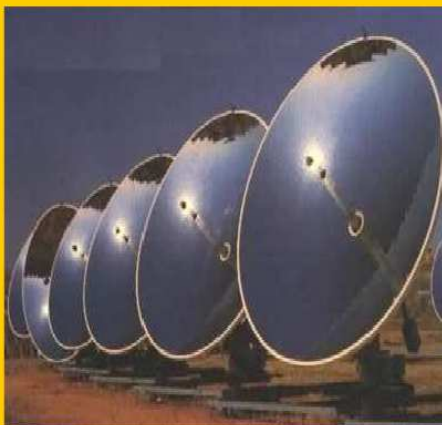
Energía Solar Térmica de Alta Temperatura

Centrales de Torre
Formados por un campo de helióstatos que reflejan la radiación sobre un intercambiador de calor situado en la parte superior de una torre central. Se alcanzan temperaturas de 600 °C.



Utilización

Energía Solar Térmica de Alta Temperatura



Generadores Solares Disco Parabólico
Consisten en un conjunto de espejos que forman una figura disco-parabólico en cuyo foco se dispone el receptor solar el que se calienta un fluido, alcanzando temperaturas de hasta 750 °C.



Energía Solar Térmica de Media Temperatura

Centrales de Colectores Cilindro-parabólicos

Están formados por colectores de espejo que reflejan la radiación sobre un tubo situado en la línea focal, el cual contiene el absorbente y el fluido caloportador. El fluido alcanza temperaturas de 400 °C.

Posee un sistema de seguimiento solar.



Utilización

Energía Solar Térmica de Media Temperatura



Utilización

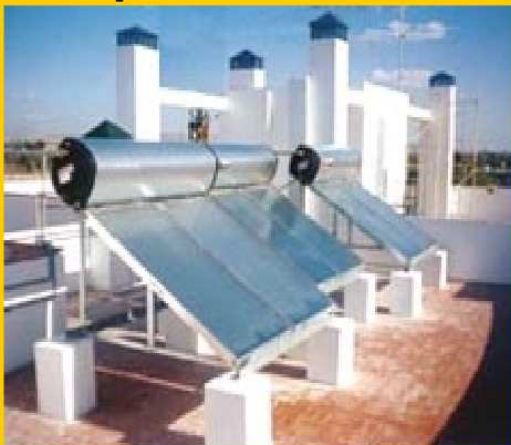
Energía Solar Térmica de Baja Temperatura

El principio de funcionalidad de una instalación solar se basa en que la energía radiante proveniente del sol es absorbida por los captadores y transferida por éstos al fluido de trabajo del circuito primario. Éste, a su paso por el intercambiador de calor, cede energía al fluido de trabajo del circuito secundario. Este calor se almacena finalmente en el sistema de acumulación en forma de energía térmica.



Utilización

Energía Solar Térmica de Baja Temperatura



AP-4 (MATERIAL DE APOYO CAPACITACIONES) AGUA CALIENTE

Instalaciones Solares Térmicas

Es una instalación que aprovecha la energía solar para la producción de agua caliente.

La importancia de este tipo de instalaciones radica en que el potencial energético solar es enorme, al ser una energía limpia en su producción y consumo, pero además de ello dicho consumo es gratuito.



Instalaciones Solares Térmicas



Producción de ACS.

Calefacción.

Climatización de Piscinas



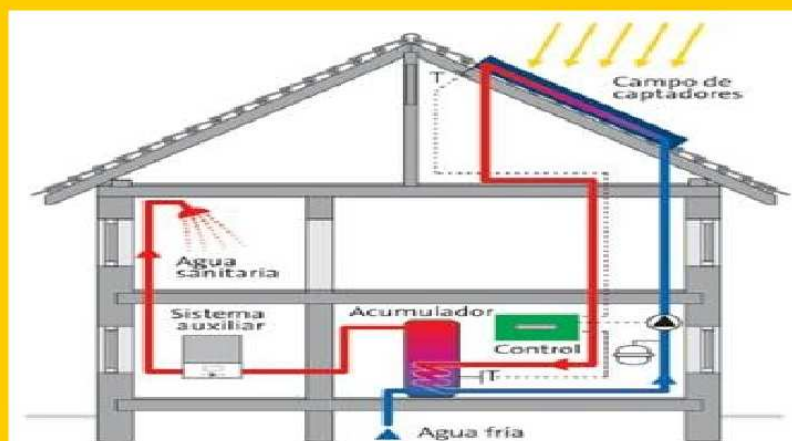
Instalaciones Solares Térmicas

El proceso de captación solar que se lleva a cabo en este tipo de instalaciones, es el procedimiento de transformar la energía radiante del sol en calor o energía térmica.

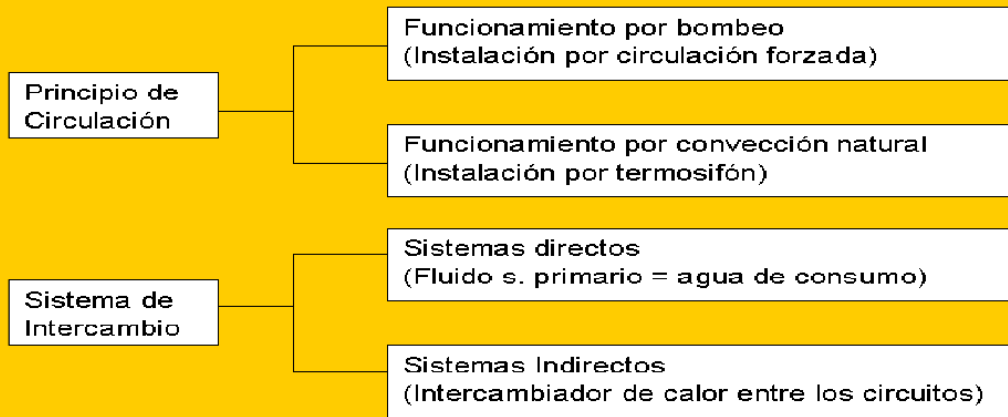
Considerando que la aplicación de la energía solar es baja temperatura, es decir temperaturas inferiores a los 80° C..



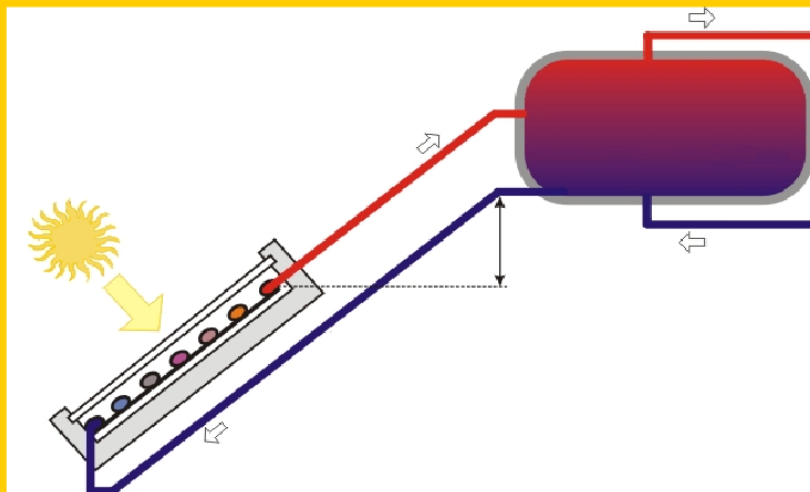
Instalaciones Solares Térmicas



Clasificación de Instalaciones Solares Térmicas



Instalación por Termosifón



Agua Caliente

Instalación por Termosifón

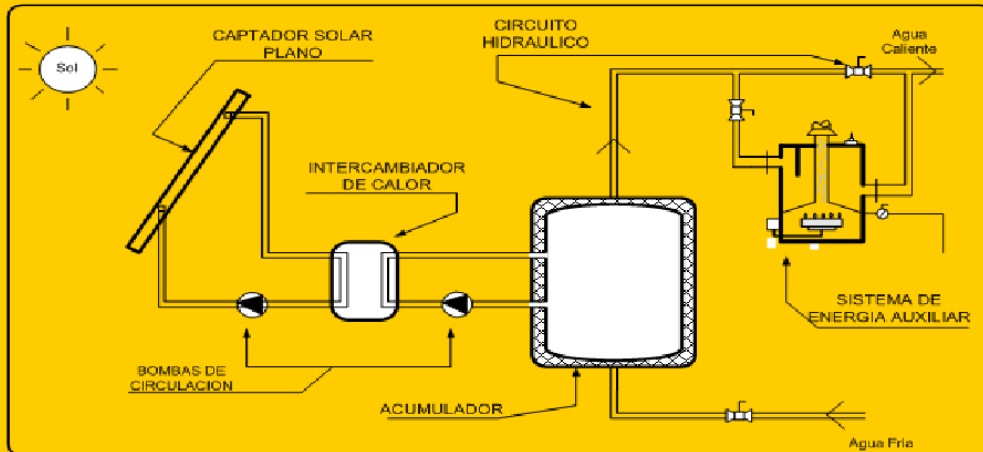


Agua Caliente

Instalación por Termosifón



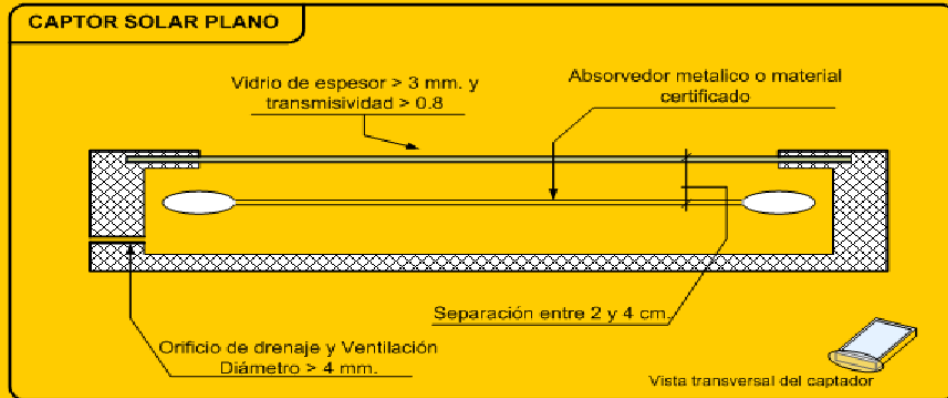
Instalación por Circulación Forzada



Instalación por Circulación Forzada



Colector Plano



AP-5 (MATERIAL DE APOYO CAPACITACIONES) VENTAJAS

Beneficios

Económicos

Ambientales

Desarrollo



ANEXOS

ANEXO 1: Cotización de proveedor, ENERSOL, para equipo solar térmico, necesario para uso de ACS.

Guatemala 18 de diciembre de 2007

Señor
Ángel de Leon
Presente

Estimado Ángel:

Es un gusto presentarle la cotización de un calentador solar de agua para el proyecto de Centro de Salud en San Marcos

BENEFICIOS DE LOS CALENTADORES SOLARES

- **Recuperación de la inversión en menos de 2 años**
- **Libres de mantenimiento**
- **Vida útil mayor a 15 años**
- **Ahorro monetario aproximado del 65% al 85% del consumo anual por no consumir electricidad ni combustibles para calentar agua.**
- **Alta eficiencia térmica**
- **Fácil montaje y desmontaje**
- **Garantizado contra defectos de fabrica**
- **Aumenta la plusvalía de su propiedad.**

Sistema TERMOSIFON

- **Colector Solar CHROMAGEN.** (Fabricado en ISRAEL) Placa colectora y tubería de cobre, soldados entre si ultrasónicamente para una excelente transferencia de calor. Vidrio térmico resistente a golpes. Caja de acero galvanizado y pintado.
- **Tanque de almacenamiento CHROMAGEN,** Cubierta exterior de poliéster blanco, proporciona larga duración y muy buen aspecto. Capa aislante de 50mm. Que asegura óptimo aislamiento. Tanque construido en acero de 5mm de espesor. El tanque esta protegido interiormente por una capa protectora de Esmalte Vidriado. Apoyo Eléctrico y termostato electro-mecánico.

Todos los componentes son de producción autónoma y soldados automáticamente por robot dirigido por láser.

Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
Panel solar + Tanque de 200 litros y Kit de conexión	Q9,499.00	1	5.5.1 Q9,499.00
Estructura metálica de montaje	Q650.00	1	5.5.2 Q650.00
TOTAL			5.5.3 Q10,149.00

Precio en Dólares US\$1,350.00



No incluye instalación, materiales, ni flete.

❖ **OPCIONES DE PAGO:**

100% con la orden de compra

Pago con tarjeta de crédito Visa. **(8% de recargo)***(Puede utilizarse cualquier tarjeta VISA)*

Visa Cuotas **(3, 6,10 y 12 pagos con recargo según plazo)** *(no participan las tarjetas BI club, credomatic visa, tarjetas de debito, tarjetas empresariales, y tarjetas extranjeras)*

❖ **TIEMPO DE INSTALACION 5 DIAS HABLES MAXIMO**

❖ **Esta cotización es valida por 15 días**

En espera de sus noticias

Atentamente,

Licda. Elena de Turton
ENERSOL

ANEXO 2: Calibración de pesa, toma de medidas (biomasa)

Calibración de pesa:



ANEXO 3: Peso, toma de medidas (biomasa)



Anexo 4: Centros de salud tipo B, región occidente, instalaciones.





















