



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

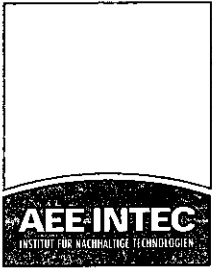
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

23587



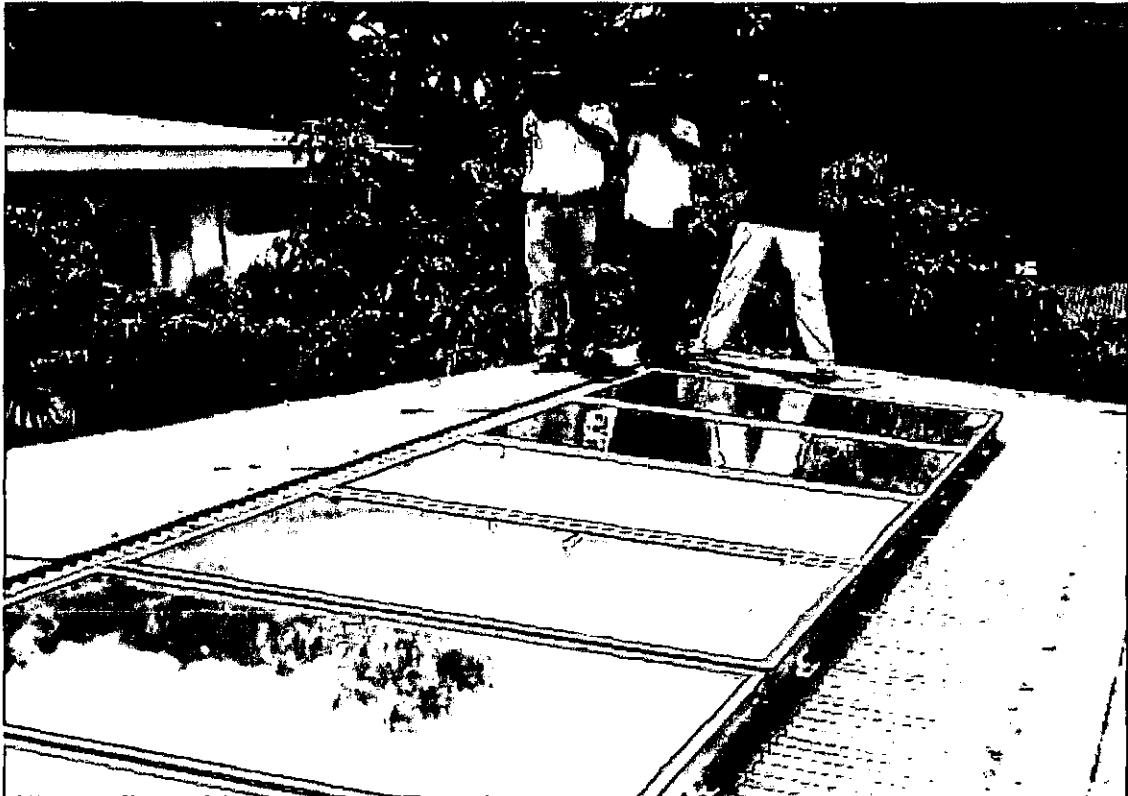
Final Annual Assessment Report 2008

NICATEC UE/NIC/06/001/16001409ML/CZ

NICATEC

SUSTAINABLE INDUSTRIAL RESOURCE MANAGEMENT
IN SELECTED NATIONAL PRIORITY SECTORS OF NICARAGUA

FINAL ANNUAL ASSESSMENT REPORT 2008



Report prepared by
Werner Weiss



Cooperación Austríaca
= para el Desarrollo

UE/NIC/06/001 - Contract no. 16001409ML/CZ
UNIDO Project Number: UE/NIC/06/001

21th September 2008

Original: English

NICATEC

SUSTAINABLE INDUSTRIAL RESOURCE MANAGEMENT IN SELECTED NATIONAL PRIORITY SECTORS OF NICARAGUA

UE/NIC/06/001 - Contract no. 16001409ML/CZ
UNIDO Project Number: UE/NIC/06/001

FINAL ANNUAL ASSESSMENT REPORT 2008

Werner Weiss



Project Manager: Petra Schwager-Quijano
United Nations Industrial Development Organization
Vienna

Table of Contents

| | | |
|--------------|---|-----------|
| I. | Summary | 4 |
| II. | Training Workshops..... | 6 |
| A. | Preparation of training manuals | 6 |
| B. | Training workshops conducted..... | 6 |
| III. | Feasibility Studies | 10 |
| A. | Analyses of feasibility studies carried out by CPmL..... | 10 |
| IV. | Demonstration Plants | 11 |
| A. | Demonstration Plants 1 and 2: Hotel Mansión Teodolinda..... | 12 |
| B. | Demonstration Plant 3: Hotel Estrella | 14 |
| C. | Demonstration Plant 4 and 5: Hotel Villa Paraiso | 16 |
| D. | Demonstration Plant 6: Lácteos Santa Martha | 19 |
| E. | Demonstration Plant 7: Industria Alimenticia RODCEN..... | 20 |
| F. | Demonstration Plant 8: Hotel Las Altos..... | 22 |
| G. | Demonstration Plant 9: Finca Santa Clara | 24 |
| H. | Demonstration Plant 10: Hotel Posada Don Pantaleón | 26 |
| V. | Commissioning..... | 28 |
| VI. | Manual on quality standards | 28 |
| VII. | Awareness Raising Events | 29 |
| A. | Awareness raising event | 29 |
| B. | Second awareness raising event – Foro de Energía Solar 2008..... | 30 |
| C. | Press conference at Hotel Estrella..... | 32 |
| VIII. | Time Table of the Project..... | 33 |
| IX. | ANNEXES | 35 |
| | ANNEX 1 – Agenda and List of participants - 3 rd Training Workshop | 35 |
| | ANNEX 2 – Evaluation - 3 rd Training Workshop | 40 |
| | ANNEX 3 – Hotel Los Altos – Installation Report | 43 |
| | ANNEX 4 – Finca Santa Clara – Installation Report..... | 62 |
| | ANNEX 5 – La Posada Don Pantaleón– Installation Report | 84 |
| | ANNEX 6 – Commissioning Reports..... | 102 |

I. Summary

Based on the Terms of Reference of the contract (UE/NIC/06/001 - Contract no. 16001409ML/CZ) the following work was carried out:

1. Preparation and **accomplishment of three training workshops**. The 1st training workshop was carried out on 31 July and 1 August 2007, the 2nd training workshop was carried out on 17 and 18 January 2008 and the 3rd training workshop was carried out on 4th, 7th and 8th July 2008. All training courses took place at the Universidad Nacional de Ingeniería in Managua.
2. **Analyses of 25 feasibility studies**, which were carried out by CPmL.
3. **Detailed design, layout and calculation of the material demand for ten solar thermal systems** for hotel Mansión Teodolinda (2 plants), hotel Estrella, hotel Villa Pariso (2 plants), hotel Los Altos, Lácteos Santa Martha, Industria Alimenticia RODCEN, Finca Santa Clara and hotel Posada Don Pantaleón.
4. Based on the feasibility studies the following 4 companies and 5 hotels were selected for the installation of the **demonstration plants**:
 - Hotel Mansión Teodolinda, Managua
 - Hotel Estrella, Managua
 - Hotel Villa Paraiso, Ometepe Island
 - Hotel Los Altos, Managua
 - Lácteos Santa Martha, Jinotega
 - Industria Alimenticia RODCEN, Managua
 - Finca Santa Clara
 - Hotel Posada Don Pantaleón

It has to be mentioned that instead of 5 solar thermal demonstration plants – which were foreseen in the contract - now in **total 10 solar thermal plants at 8 sites were installed** in the tourism and industry sector of Nicaragua.

5. **Commissioning** of the 10 solar thermal plants.
6. Preparation of a **manual on quality standards**

7. Preparation and **accomplishment of the two awareness raising events**. The first event took place in Managua at the Hotel Intercontinental Metrocentro on 30 July 2007. Besides representatives from the Austrian Development Agency, UNIDO headquarter in Vienna and the European Union, 52 participants from Nicaraguan companies and the media attended this event.

The second event – the “**Foro de Energía Solar 2008**” took place in Managua at the Centro de Capacitación PAEBANIC in Managua on 3 July 2008. Besides the vice-minister Lorena Lanza, representatives from the Austrian Development Agency and 67 participants from policy, administration, the university, companies and the media attended this event.

8. Preparation of **maintenance guidelines** for solar thermal systems

II. Training Workshops

A. Preparation of training manuals

According to the contract the agendas for the three training workshops were prepared by AEE INTEC and CPmL. CPmL made all organizational arrangements in Nicaragua (invitation of the participants, reservation of rooms, organization of computers and other training facilities).

B. Training workshops conducted

In total three training workshops were carried out. The following table gives an overview on the training workshops.

Table 1: Overview training workshops

| | Date | Participants |
|---|---|---------------------|
| 1 st Training Workshop | 31 July and 1 August 2007 | 15 |
| 2 nd Training Workshop – Part A Regional Workshop | 17 and 18 January 2008 | 25 |
| 2 nd Training Workshop – Part B Training for installers | 18 January 2008 | 10 |
| 3 rd Training Workshop | 4 th , 7 th and 8 th July 2008 | 18 |

1st training workshop

According to the contract the 1st training workshop was carried out at the Universidad Nacional de Ingeniería in Managua from 31 July to 1 August 2007. In total 15 participants attended the training workshop.

The detailed agenda of the training workshop was attached in Annex 1 of the 2007 assessment report.

An evaluation of the training workshop was conducted by CPmL. The results of the evaluation were presented in the 1st and 2nd progress report, which was submitted to UNIDO in October 2007.

2nd training workshop

The 2nd training workshop was divided in two parts (Part A & B) due to the fact that for this training workshop also new participants from Nicaragua and participants from other Central American countries were invited. On the other hand some of the interested people attended already three other training courses. Due to this reason training course A (Regional Workshop) was targeted to new Nicaraguan participants and participants from other Central American countries and part B was targeted only to people who attended already the previous training courses.

The main focus of part B was on practical work especially on details of installation of solar thermal systems. Both training courses were carried out in parallel. One was lead by Werner Weiss the other one by Rudolf Moschik (Both from AEE INTEC).

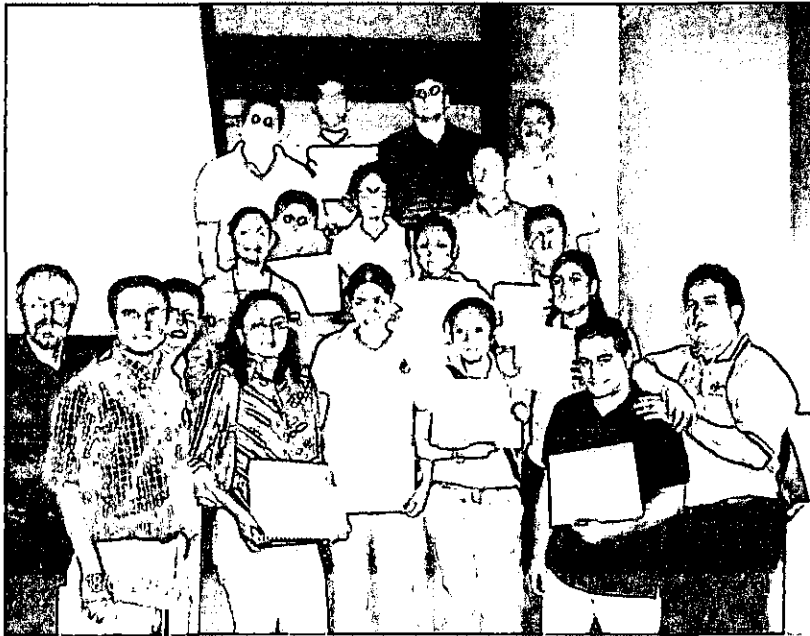


Figure 1: Participants of training course 2 - Part A

Part A was carried out at the Universidad Nacional de Ingeniería in Managua on 17 and 18 January 2008. In total 25 participants attended the 2nd training workshop. The detailed agenda of the 2nd training workshop and a comprehensive report were attached in Annex 2 and 3 of the Annual Assessment Report 2007.

As requested by UNIDO, to this workshop also participants from other Central American countries were invited. Due to funding reasons just three participants from outside Nicaragua attended the training course: One participant from CPmL Guatemala and two participants from CPmL Honduras.

Part B was carried out at CPmL on 18 January 2008. In total 10 participants attended part B.

Table 2: List of participants of part A of the 2nd training workshop

| Nº | Nombre | Profesion | Empresa | Responsabilidad | 17/01/2008 | 18/01/2008 | Teléfono | E-mail |
|----|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------|------------|-----------|---------------------------------|
| 1 | Mario Méndez Fajardo | Ing. Mecánico | CPmL- Honduras | Consultor | x | x | 552-7556 | marmendez@arnnetbn.com |
| 2 | Edwin Farfán Chavarría | Ing. Mecánico | CPmL | Consultor | x | - | 692-8436 | farfan79@yahoo.com |
| 3 | Edmundo Pérez | Ing. Mecánico | CPmL | Consultor Externo | - | x | 647-4897 | ef_perez@yahoo.com |
| 4 | Víctor Miguel Hernández M. | Ing. Eléctrico | FEC-UNI | Docente | X | X | 251-4613 | vmahm@yahoo.es |
| 5 | Erick López | Ing. Mecánico | CPmL | Consultor | x | x | 607-9538 | ecuadra@cpmlnic.org.ni |
| 6 | Roberto Bayardo Romero Soza | Ing. Mecánico | CPmL | Consultor Externo | x | - | 860-9718 | robertrom@hotmail.com |
| 7 | Claudia Marcela Coca | Ing. Mecánico | CPmL | Consultor | x | x | 642-8431 | marcocca@hotmail.com |
| 8 | Felix Rodríguez Peralta | Ing. Mecánico | CPmL | Consultor | x | - | 617-1810 | fixies_rp@yahoo.com |
| 9 | Donald Santos | Ing. Mecánico | CPmL | Consultor | x | - | 458-9680 | dogesag@yahoo.com |
| 10 | Lester Aleman Pérez | Ing. Mecánico | CPmL | | - | x | 867-0339 | laleman@cpmlnic.org.ni |
| 11 | Ana Raquel Antola B | Est. Ing. Mecánica | UNI | Estudiante | - | x | 450-1957 | rantola@cpmlnic.org.ni |
| 12 | Carlos Humberto Quintanilla | | TECNOSOL (energía solar) | Responsable Dpto. W.S.T | x | x | 251-5152 | equintanilla@tecnosolsa.com.ni |
| 13 | María Teresa Castillo Rayo | Ing. Mecánico | UNI | Especialista en energía | x | x | 602-0211 | mcastillorayo@yahoo.com |
| 14 | Eva Verónica Mairena | Ing. Mecánico | CPmL | Consultor Externo | x | x | 634-4054 | emairena@cpmlnic.org.ni |
| 15 | Yanila Díaz Reynosa | Est. Ing. Mecánica | UNI-RUPAP | Estudiante | x | x | 807-0635 | yanil19852000@yahoo.com |
| 16 | Arturo José Ordoñez Valle | Est. Ing. Industrial | UNI-RUPAP | Estudiante | x | x | 622-7345 | ArturoValle_07@yahoo.com |
| 17 | Danielo José Norori Castillo | | Ministerio de Energía y Minas | Auditor | x | x | 222-7091 | dnc0112@gmail.com |
| 18 | Néstor Noguera Valle | | Jaleas Callejas | Recursos Humanos | x | x | 552-3726 | JaleasCallejas@turbonett.com.ni |
| 19 | Sonia Magaly Solís Morales | | CPmL- Guatemala | Consultor | x | x | 233-9026V | ssolis@ogpi.org.gt |
| 20 | Renaldy Antonio Sotelo Ortiz | Est. Ing. Industrial | UNI-RUPAP | Estudiante | x | - | 663-9657 | sotelortiz@hotmail.com |
| 21 | Daryll José Velásquez Rivera | Est. Ing. Industrial | UNI-RUPAP | Estudiante | x | x | 847-7010 | darvivelasquez@gmail.com |
| 22 | Yenara Patricia Tijerino Sequeira | Est. Ing. Industrial | UNI-RUPAP | Estudiante | x | - | 658-3362 | yenaratijerino87@hotmail.com |
| 23 | Walter Castillo | | CPmL- Honduras | Consultor | x | x | 550-2976 | wcastillo@unicah.edu |
| 24 | Araely Hernández Méndez | | MEM | Dpto. Edifica-Solar-Biomasa | - | x | 222-5676 | ahernandez@mem.gob.ni |
| 25 | Wilber D. Narvaes A. | | ENICALSA (energía solar) | Consultor | - | x | 849-6749 | danielo.alvarado@yahoo.es |

An evaluation of the training workshop was conducted by CPmL. The results were shown in the 2007 assessment report.

3rd training workshop

The 3rd training workshop was carried out at the Universidad Nacional de Ingeniería in Managua on 4th, 7th and 8th July 2008. In total 18 participants attended this training workshop.

The detailed agenda and list of participants of the training workshop is attached in Annex 1 of this report.

An evaluation of the training workshop was conducted by CPmL. The results of the evaluation are presented in Annex 2 of this report.

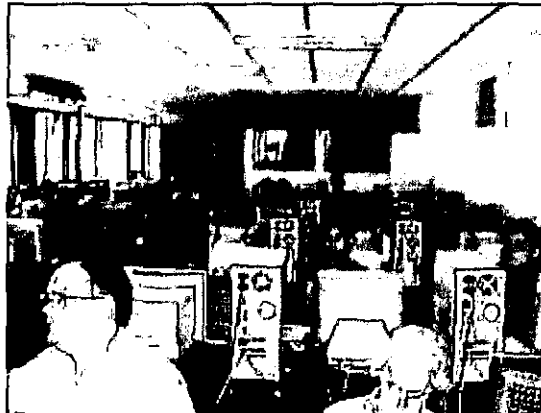
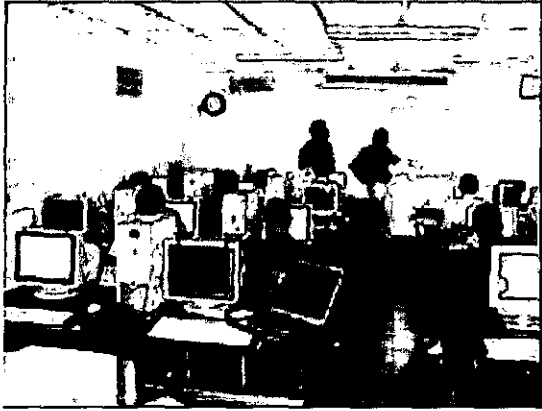


Figure 2: Training course 3, which took place in July 2008 in Managua

III. Feasibility Studies

A. Analyses of feasibility studies carried out by CPmL

25 feasibility studies were carried out by CPmL staff with assistance of AEE INTEC until August 2008. The feasibility studies were elaborated based on templates, which were prepared by AEE INTEC.

15 feasibility studies were carried out for industrial companies, 8 for hotels and two for hospitals. The following list shows the feasibility studies carried out.

Table 3: Feasibility studies carried out

| No. | Company for which a feasibility study was carried out | Comment |
|-----|---|---|
| 1 | Fabrica de Alimentos la Matagalpa | contract signed |
| 2 | Lácteos Santa Martha ¹⁾ | contract signed installed in January 2008 |
| 3 | Hotel Estrella | contract signed installed in August 2007 |
| 4 | MATADERO PROINCASA | |
| 5 | Hotel Mansión Teodolinda | contract signed installed in August 2007 |
| 6 | Hotel Selva Negra | no follow-up activity |
| 7 | Hotel CAOBA-1 | hotel closed : no more activity |
| 8 | Lacteos la completa | no follow-up activity |
| 9 | Hotel SUYAPA BEACH | no follow-up activity |
| 10 | Hotel CAOBA-2 | hotel closed : no more activity |
| 11 | Rio de lecche | Fábrica de lacteos |
| 12 | Lácteos Masiguito | no follow-up activity |
| 13 | Hospital Alemán Nicaragüense | no follow-up activity |
| 14 | Los pipitos_Managua | no follow-up activity |
| 15 | Taller de Rectificación el Triunfo | contract signed but installation postponed |
| 16 | Hotel Villa Paraíso Isla de Ometepe Rivas | contract signed installed in January 2008 |
| 17 | TIP TOP industrial_Ticuanetepe | More detailed study needed |
| 18 | Nicaragoacoop | More detailed study needed |
| 19 | Industrias RODCEN | contract signed installed in January 2008 |
| 20 | Indusrial de Cames | no follow-up activity |
| 21 | Hotel Las Altos | contract signed installed in June 2008 |
| 22 | Finca Santa Clara | contract signed |

| | | |
|----|----------------------------|---|
| | | installed in June 2008 |
| 23 | Hotel Posada Don Pantaleón | contract signed installed in July 2008 |
| 24 | Lacteos Nicarao | Feasibility study carried out in June 2008 |
| 25 | Ingemann | Feasibility study carried out in July 2008 |

*) The companies indicated in blue colour have already installed a solar thermal system

IV. Demonstration Plants

Based on the feasibility studies carried out, 4 hotels and 4 companies from the food sector were selected for the installation of demonstration plants.

It has to be mentioned that instead of 5 solar thermal demonstration plants – which were foreseen in the contract - now in total 10 solar thermal plants at the 8 sites shown in the table below were installed in the tourism and industry sector of Nicaragua.

Besides the technical feasibility one criterion for the selection was that the owners were ready to prepare all construction work prior to the installation of the solar thermal plant and they were ready to sign the co-financing contract with CPmL timely.

The following table gives an overview on the hotels and companies selected for the installation of the solar thermal plants. It gives also some information on the size of the plants.

Table 4: Installed demonstration plants by July 2008

| No. | Plant | Location | Size of the plant Collector area / storage tank m ² / ltr. | Commissioning |
|-----|------------------------------|----------------|---|---------------|
| 1 | Hotel Mansión Teodolinda 1 | Managua | 16 m ² / 1000 ltr. | August 2007 |
| 2 | Hotel Mansión Teodolinda 2 | Managua | 16 m ² / 1000 ltr. | August 2007 |
| 3 | Hotel Estrella | Managua | 16 m ² / 1000 ltr. | August 2007 |
| 4 | Hotel Villa Paraiso 1 | Ometepe Island | 15 m ² / 1000 ltr. | February 2008 |
| 5 | Hotel Villa Paraiso 2 | Ometepe Island | 17.5 m ² / 1000 ltr. | February 2008 |
| 6 | Lácteos Santa Martha | Jinotega | 16 m ² / 1000 ltr. | February 2008 |
| 7 | Industria Alimenticia RODCEN | Managua | 32 m ² / 2000 ltr. | February 2008 |
| 8 | Hotel Las Altos | Managua | 14 m ² / 1000 ltr. | July 2008 |
| 9 | Finca Santa Clara | Jinotepe | 6 m ² / 300 ltr. | July 2008 |
| 10 | Hotel Posada Don Pantaleón | Managua | 16 m ² / 1000 ltr. | July 2008 |
| | Total | | 164,5 m ² | |

In the following the lay out, design and installation of the 10 solar thermal demonstration plants are described in detail. The commissioning forms can be found in Annex 6.

A. Demonstration Plants 1 and 2: Hotel Mansión Teodolinda

Hotel "Mansión Teodolinda" in Managua is a hotel with 41 rooms of 1 and 2 beds respectively, open during the whole year. The mean occupation is estimated to be about 70%. The rooms dispose of hot water and air conditioning.

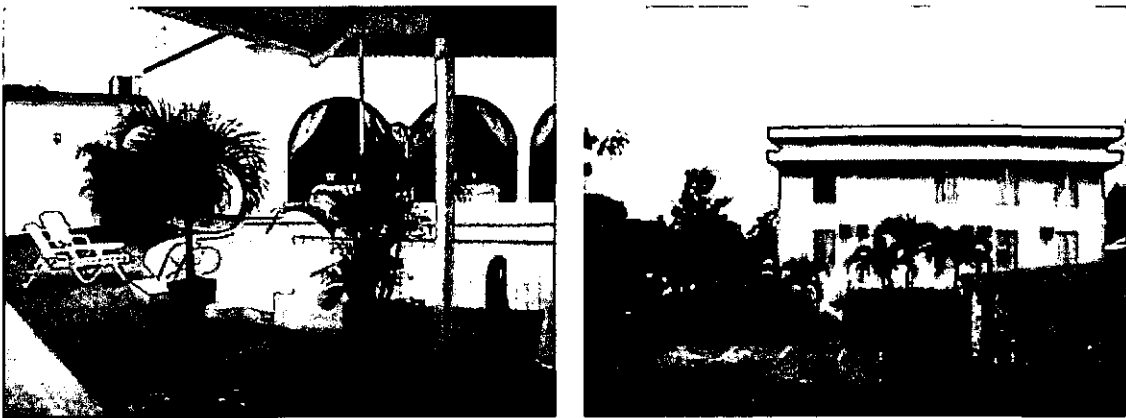


Figure 3: Hotel Mansión Teodolinda in Managua

The hot water demand of this hotel is about 2500 litre per day, corresponding to a heat consumption of about 30 MWh/year. Based on the feasibility study a solar thermal system was proposed with a total capacity of 22.4 kW_{th} (32 m² collector area) for hot water preparation, composed of two sub-systems (16 m² collector area / 11.2 kW_{th} each) for the two main buildings of the hotel. The proposed system size was designed to cover 77% of the hot water demand.

Hotel Mansión Teodolinda - Design

Based on the feasibility study for hotel Mansión Teodolinda a detailed design, layout and calculation of the material demand was carried out. An overview of the design results and the key data of the plant are shown in the following. A more detailed design-plan and the list of materials and components needed were documented in Annex 4 of the 2007 assessment report.

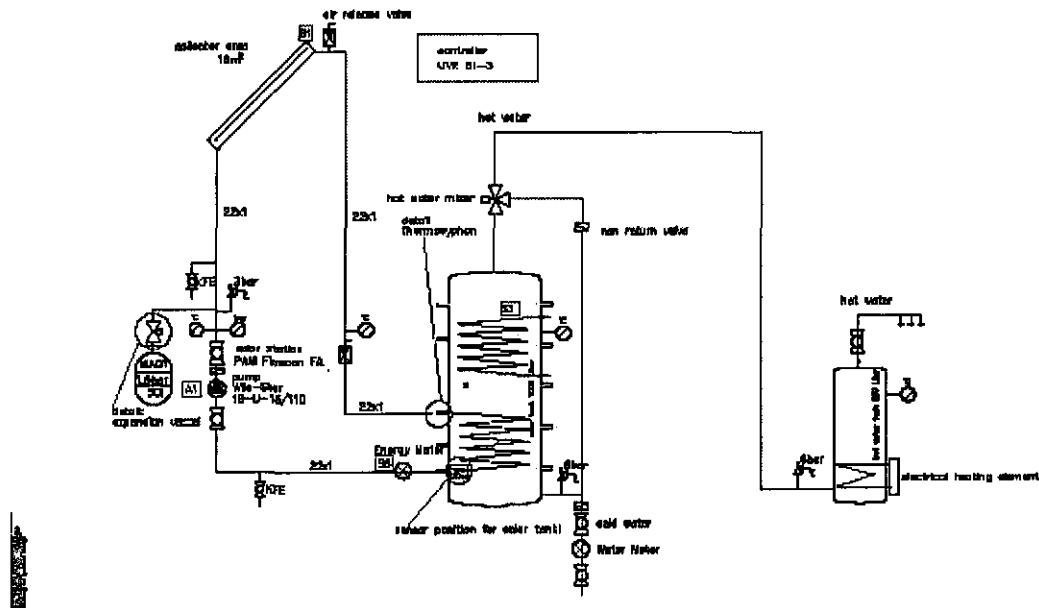


Figure 4: Hydraulic scheme of the solar thermal plants 1 & 2 at hotel Mansión Teodolinda

Table 5: Key data of the solar thermal plant at hotel Mansión Teodolinda 1

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 16 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 11.2 | |
| Inclination of the collector | [°] | 20 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 1000 | Enamelled steel tank |

Table 6: Key data of the solar thermal plant at hotel Mansión Teodolinda 2

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 16 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 11.2 | |
| Inclination of the collector | [°] | 20 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 1000 | Enamelled steel tank |

Installation

The installation of the these demonstration plants took place in August 2007 by the Nicaraguan company TECNOSOL S.A. with assistance of Rudolf Moschik of AEE INTEC and CPmL staff. The following pictures show the installation of the plants.

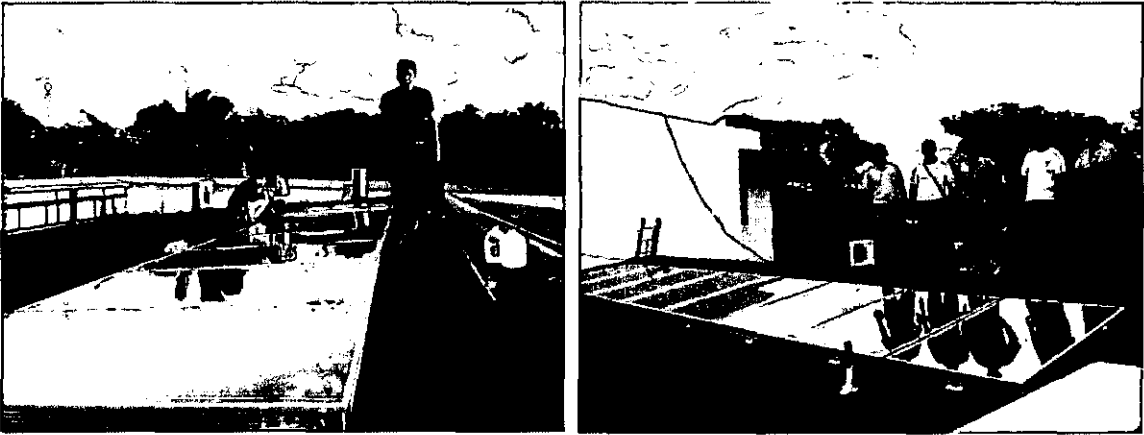


Figure 5: Two solar thermal systems at the hotel Mansión Teodolinda, Managua

Hotel Mansión Teodolinda is promoting the solar thermal systems also on the front page of the hotel website. See <http://www.teodolinda.com.ni/>

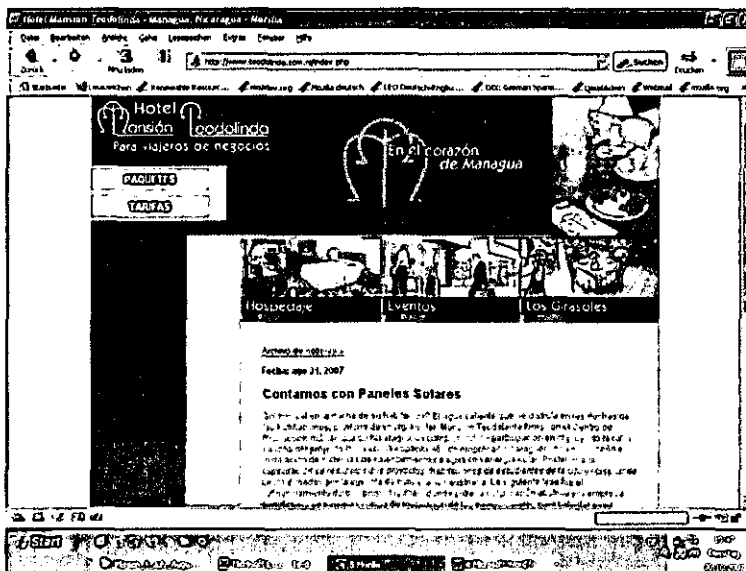


Figure 6: Screen shot of the hotel website

B. Demonstration Plant 3: Hotel Estrella

Hotel Estrella in Managua is a hotel with 40 rooms of 2 and 3 beds respectively, open during the whole year. The mean occupation is about 50 %. The rooms dispose of hot water and air conditioning.



Figure 7: Hotel Estrella in Managua

The hot water demand of the hotel is about 2500 litre per day. As a first step a solar thermal system with a capacity of 11.2 kW_{th} (16 m² collector area) for hot water preheating was proposed to the hotel owner. The proposed system size is designed to cover 43% of the hot water demand, in order to obtain a good economic performance.

Design

Based on the feasibility study for hotel Estrella a detailed design, layout and calculation of the material demand was carried out. An overview of the design results and the key data of the plant are shown in the following. A more detailed design plan and the list of materials and components, which were needed, were documented in Annex 5 of the 2007 assessment report.

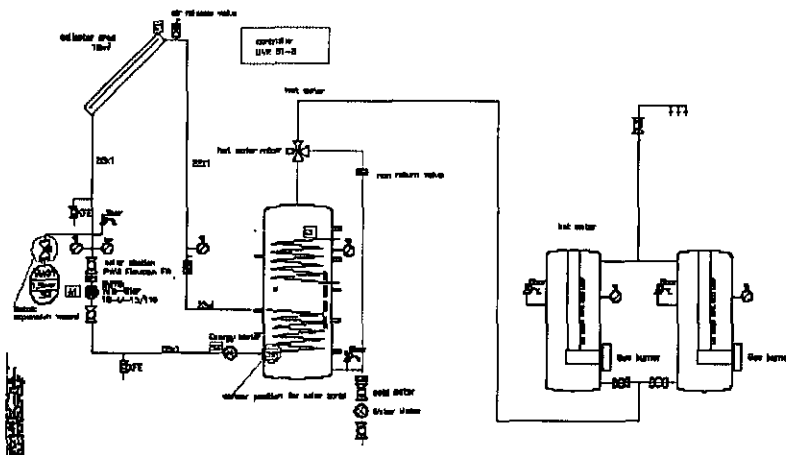


Figure 8: Hydraulic scheme of the solar thermal plant at hotel Estrella

Table 7: Key data of the solar thermal plant at hotel Estrella

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 16 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 11.2 | |
| Inclination of the collector | [°] | 20 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 1000 | Enamelled steel tank |

Installation

The installation of the this demonstration plant took place in August 2007 by the Nicaraguan company ECAMI S.A. with assistance of Rudolf Moschik of AEE INTEC and CPmL staff. The following pictures show the installation of the plant.

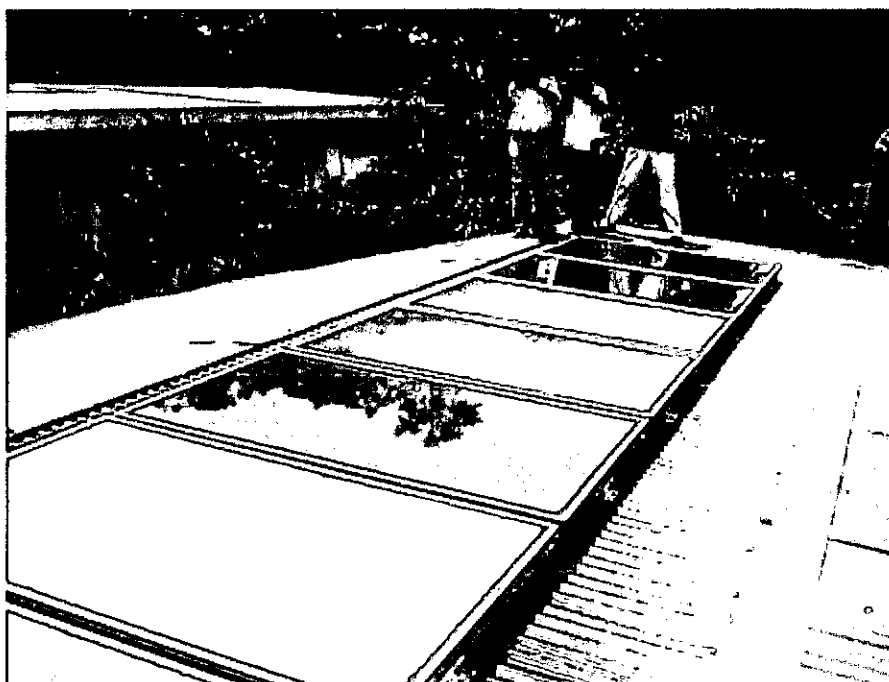


Figure 9: Solar thermal system at the hotel Estrella in Managua

C. Demonstration Plant 4 and 5: Hotel Villa Paraiso

Hotel Villa Paraiso is located on Omentepe Island in the Lake Nicaragua. The hotel offers 16 rooms, of which 7 are double rooms and 9 rooms are equipped with 3 beds. The occupation of the hotel is with 90% quite high all over the year. Before the installation of the solar thermal systems, besides of two rooms, no hot water preparation plant was installed. Therefore it was the intention of the owner of the hotel to increase the level of comfort by installing solar hot water systems. In addition to the connection of the showers of the 16

rooms to the solar hot water system, also the kitchen of the restaurant was connected to the solar hot water supply.

Since the hotel consist of several buildings, it was decided to install two independent systems in order to keep the pipe distances from the collector to the hot water storage tank and to the consumers as short as possible. A further challenge was the fact that no electricity supply from a public grid is available at the location. Due to this reason the pumps of the two installed solar thermal plants are powered also by solar energy via a Photovoltaic panel.

Design

Based on the feasibility study for hotel Villa Paraiso a detailed design, layout and calculation of the material demand was carried out. An overview of the design results and the key data of the plant are shown in the following. A more detailed design plan and the list of materials and components needed were documented in Annex 6 of the 2007 assessment report.

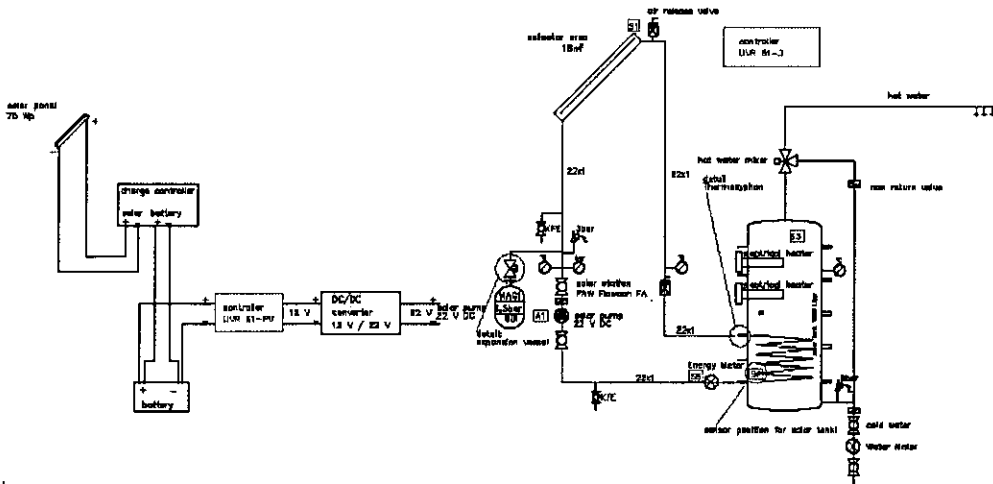


Figure 10: Hydraulic scheme of the solar thermal plant 1 at hotel Villa Paraiso

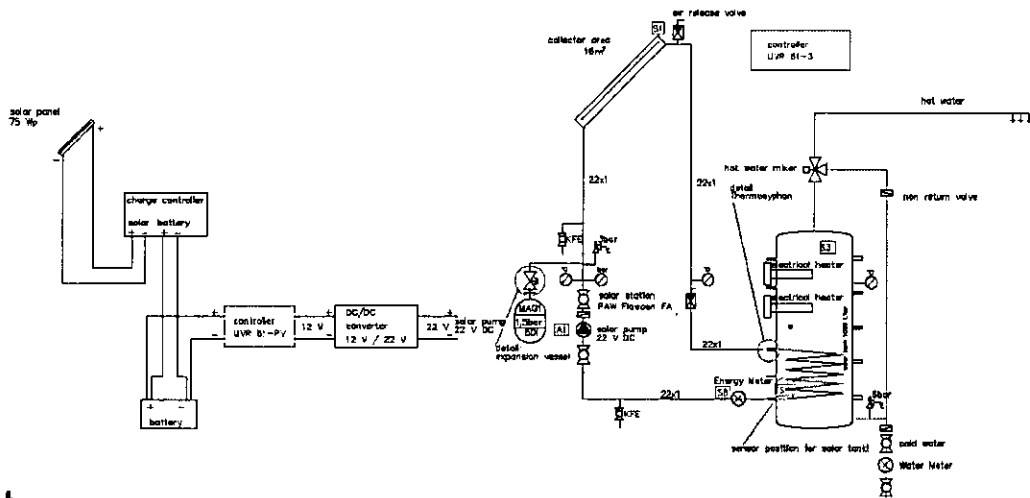


Figure 11: Hydraulic scheme of the solar thermal plant 2 at hotel Villa Paraiso

Table 8: Key data of the solar thermal plant at hotel Villa Paraiso 1

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 15 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 10.5 | |
| Inclination of the collector | [°] | 25 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 1000 | Enamelled steel tank |

Table 9: Key data of the solar thermal plant at hotel Villa Paraiso 2

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|-------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 17.5 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 12.25 | |
| Inclination of the collector | [°] | 17 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 1000 | Enamelled steel tank |

Installation

The installation of these demonstration plants took place in February 2008 by the Nicaraguan company SOLTECH with assistance of Rudolf Moschik of AEE INTEC and CPmL staff. The following pictures show the installed plants.



Figure 12: Solar plant 1 at hotel Villa Paraiso. The pump is powered by a PV module

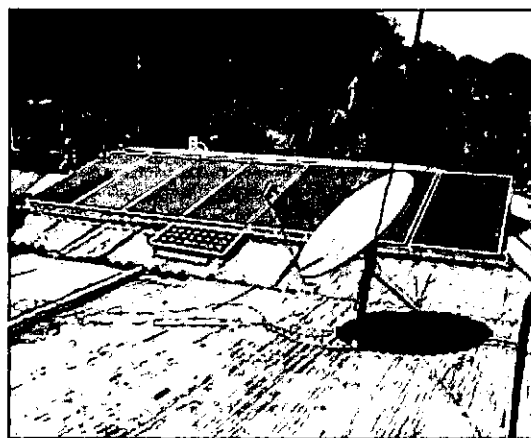


Figure 13: Solar plant 2 at hotel Villa Paraiso. The pump is powered by a PV module

D. Demonstration Plant 6: Lácteos Santa Martha

Fábrica de Lácteos Santa Martha is located in the city of Jinotega and is producing cheese and other milk products. The company was interested in the installation of a solar thermal system since they wanted to reduce the energy cost for the production.

The company is in operation 10 hours a day and 7 days a week. There are several processes that have a need of hot water in the temperature range between 23 and 95°C. These processes are described in detail in the case study, which was carried out for the company. This case study was submitted to UNIDO in the 3rd progress report of the previous phase of the project.

After discussions with the owner of the company it was decided to install as a first step a solar thermal system, which can provide hot water for the cheese production as well as for cleaning purposes.

Design

Based on the feasibility study for the company Lácteos Santa Martha a detailed design, layout and calculation of the material demand was carried out. An overview of the design results and the key data of the plant are shown in the following. A more detailed design plan and the list of materials and components needed were documented in Annex 7 of the 2007 assessment report.

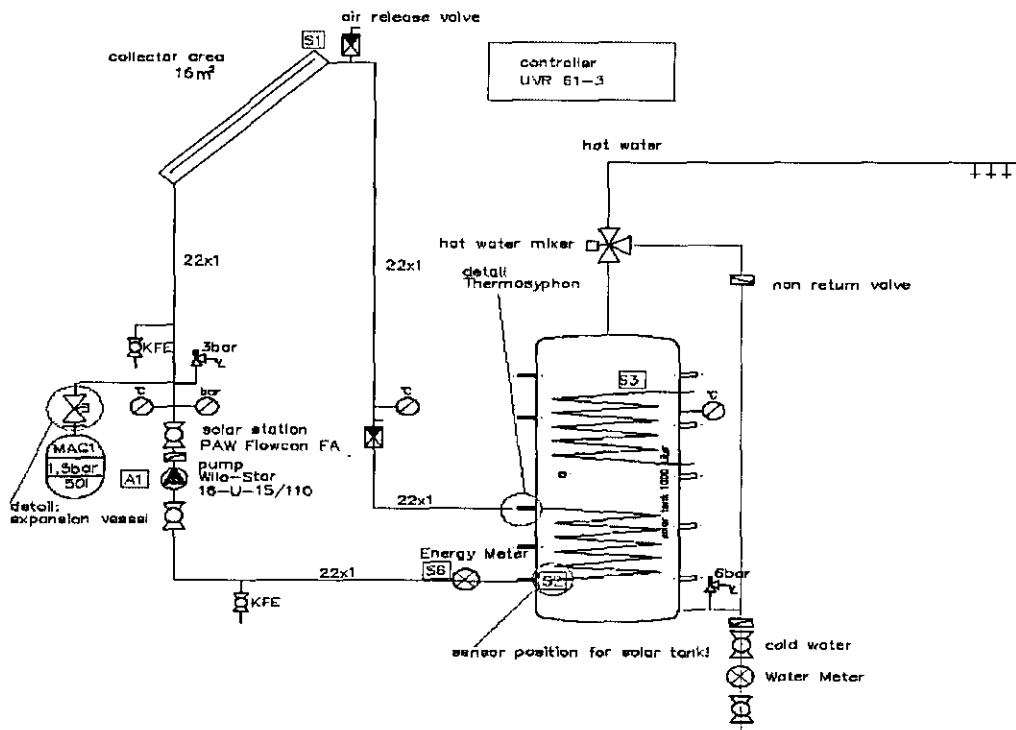


Figure 14: Hydraulic scheme of the solar thermal plant at Lácteos Santa Martha

Table 10: Key data of the solar thermal plant at Lácteos Santa Martha

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 16 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 11.2 | |
| Inclination of the collector | [°] | 12 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 1000 | Enamelled steel tank |

Installation

The installation of the this demonstration plant took place in February 2008 by the Nicaraguan company TECNOSOL S.A. with assistance of Rudolf Moschik of AEE INTEC and CPmL staff. The following pictures show the installed plant.



Figure 15: Installed solar thermal system at Lácteos Santa Martha

E. Demonstration Plant 7: Industria Alimenticia RODCEN

The company RODCEN is a small company located in the city of Managua. It employs 12 persons and it is producing tomato sauces and dressings, vinegar, vanilla and mustard for the national Nicaraguan market.

Hot water is needed in this company for heating up the different products. The maximum temperature level needed is 80°C.

A detailed description of the processes and the solar thermal plant can be found in the case study, which was carried out for the company (see Annex 8 of the 2007 assessment report).

Design

Based on the case study for the company Industria Alimenticia RODCEN a detailed design, layout and calculation of the material demand was carried out. An overview of the design results and the key data of the plant are shown in the following. A more detailed design plan and the list of materials and components needed were documented in Annex 9 of the 2007 assessment report.

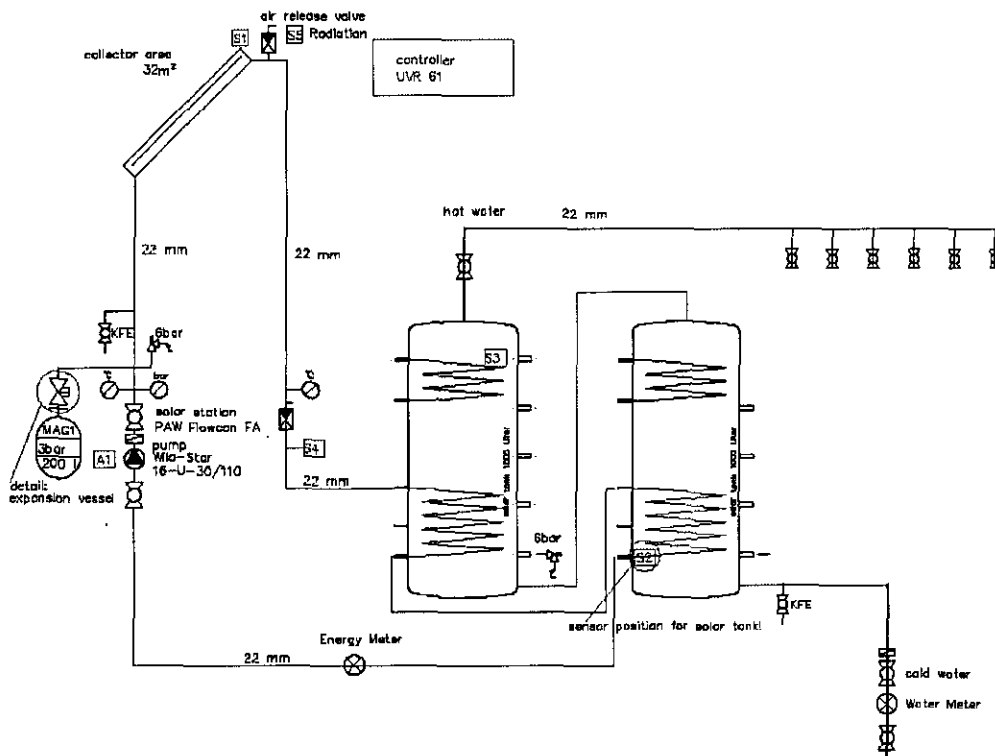


Figure 16: Hydraulic scheme of the solar thermal plant at the company Industria Alimenticia RODCEN

Table 11: Key data of the solar thermal plant at Industria Alimenticia RODCEN

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 32 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 22.4 | |
| Inclination of the collector | [°] | 12 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 2000 | Enamelled steel tank |

Installation

The installation of this demonstration plant took place in February 2008 by the Nicaraguan company SOLTECH with assistance of Rudolf Moschik of AEE INTEC and CPmL staff. The following pictures show the installed plant.

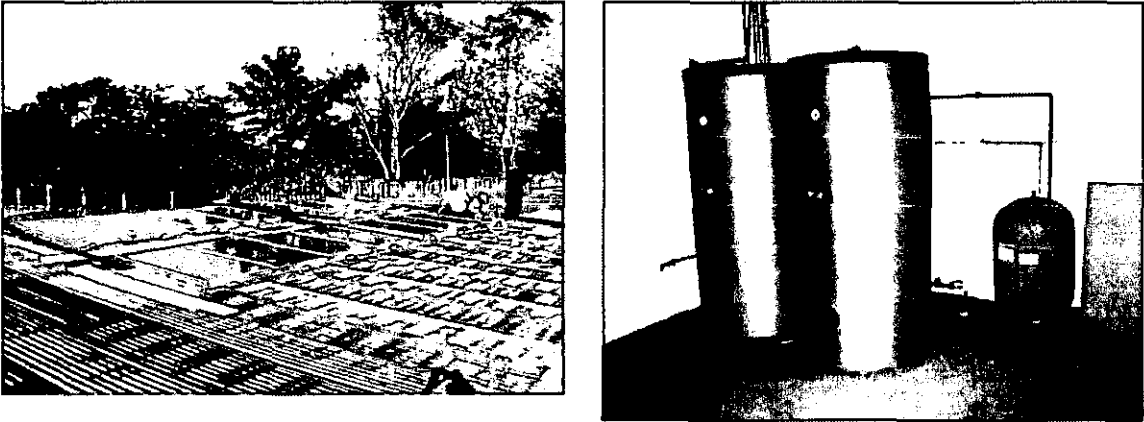


Figure 17: Collector area (left) and hot water storage tanks - 2 x 1000 litre (right)

F. Demonstration Plant 8: Hotel Las Altos

Hotel “Los Altos” in Managua is a hotel with 7 suites and 8 apartments, which are equipped with a kitchen and two room units with complete laundry facilities.

The hot water demand for the apartments and suites as well as for the laundry (hot water connection to the washing machines) is about 900 litre per day, corresponding to a heat consumption of about 17 MWh/year. Based on the feasibility study a solar thermal system was installed with a total capacity of 9.8 kW_{th} (14 m² collector area).

A detailed description of the installed solar thermal plant as well as the list of materials used can be found in the installation report, which was provided by CPmL (see Annex 3).



Figure 18: Hotel Los Altos in Managua

Design

Based on the case study for Hotel Los Altos a detailed design, layout and calculation of the material demand was carried out. An overview of the design results and the key data of the plant are shown in the following.

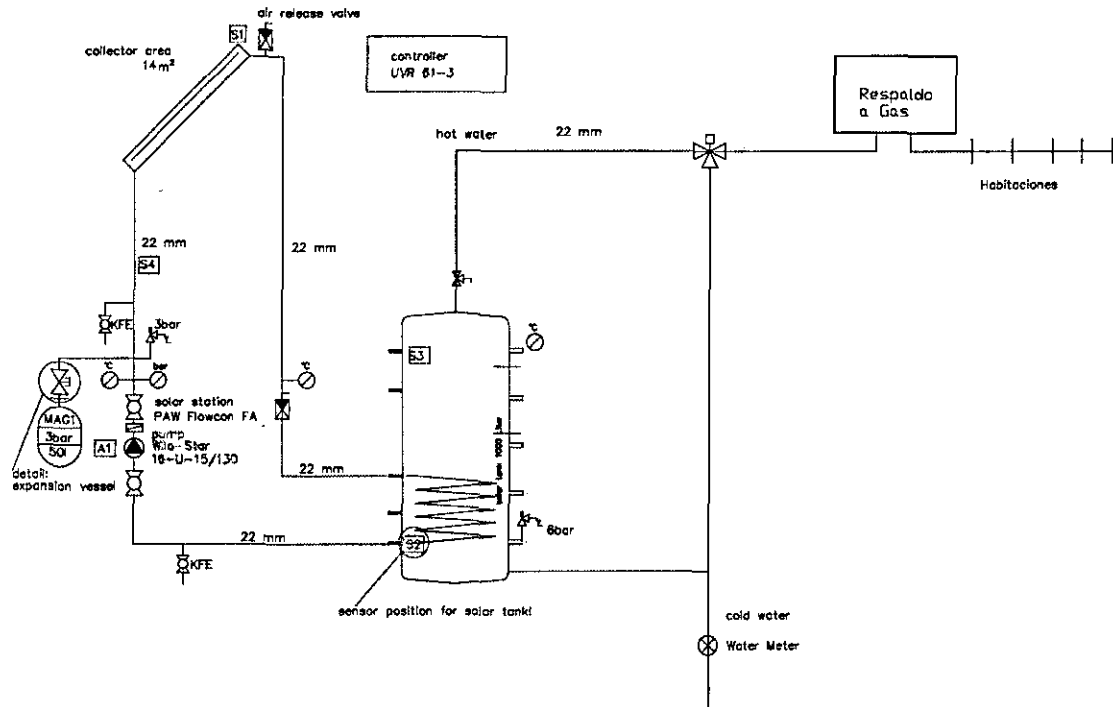


Figure 19: Hydraulic scheme of the solar thermal plant at the Hotel Los Altos

Table 12: Key data of the solar thermal plant at the Hotel Los Altos

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 14 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 9.8 | |
| Inclination of the collector | [°] | 32 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 1000 | Enamelled steel tank |

Installation

The installation of this demonstration plant took place in June 2008 by the Nicaraguan company SOLTECH and CPmL staff. The following pictures show the installed plant.

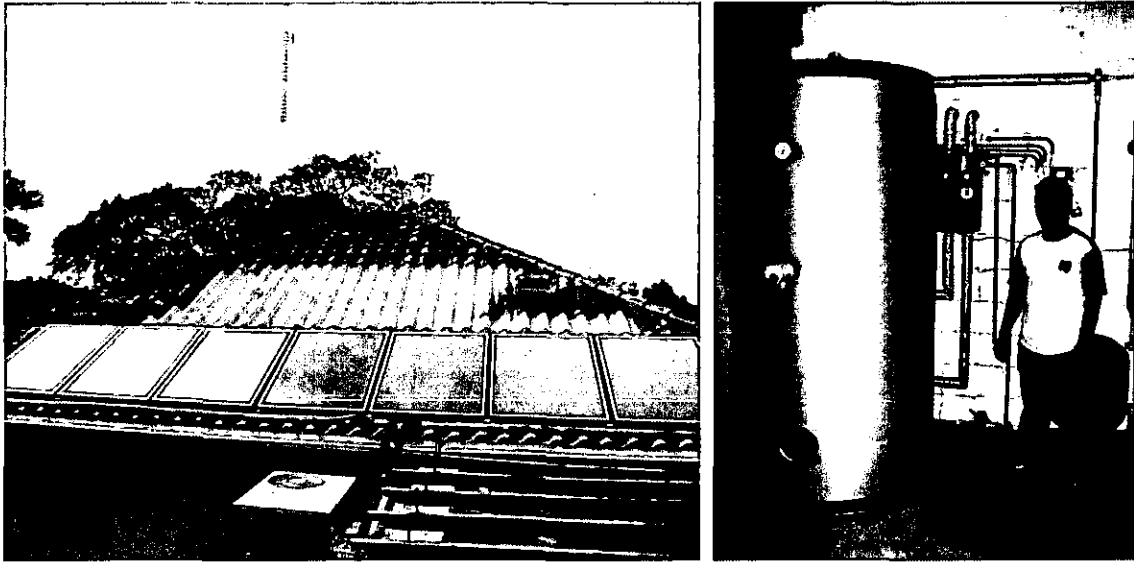


Figure 20: Collector area (left) and hot water storage tank 1000 litre (right)

G. Demonstration Plant 9: Finca Santa Clara

Finca Santa Clara is a small company located in Jinotepe. It employs 4 persons and it is producing jam and canned vegetables for the national Nicaraguan market.

Hot water is needed in this company for sterilizing the canned products. The maximum temperature level needed is 80°C. For the sterilization process 300 litre of hot water are needed per day. The company operates the sterilization plant 6 days a week.

A detailed description of the solar thermal plant as well as the list of materials used can be found in the installation report (see Annex 4 of this report).

Design

Based on the case study for Finca Santa Clara a detailed design, layout and calculation of the material demand was carried out. An overview of the design results and the key data of the plant are shown in the following.

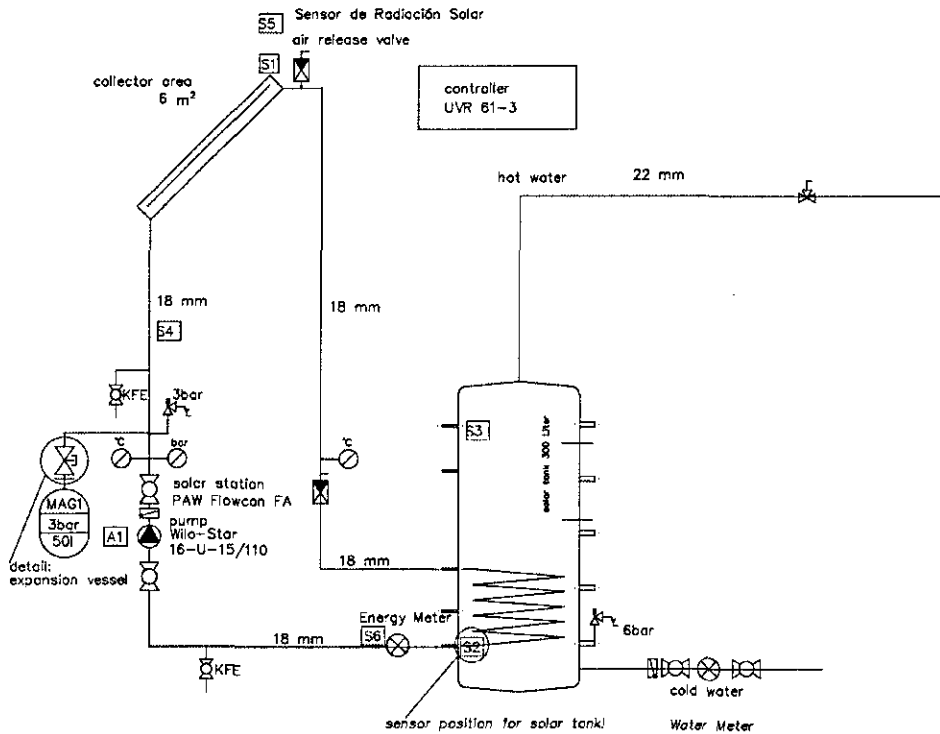


Figure 21: Hydraulic scheme of the solar thermal plant at Finca Santa Clara

Table 13: Key data of the solar thermal plant at Finca Santa Clara

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|-----|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 6 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 4.2 | |
| Inclination of the collector | [°] | 20 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 300 | Enamelled steel tank |

Installation

The installation of this demonstration plant took place in June 2008 by the Nicaraguan company SOLTECH with assistance of CPmL staff. The following pictures show the installed plant.

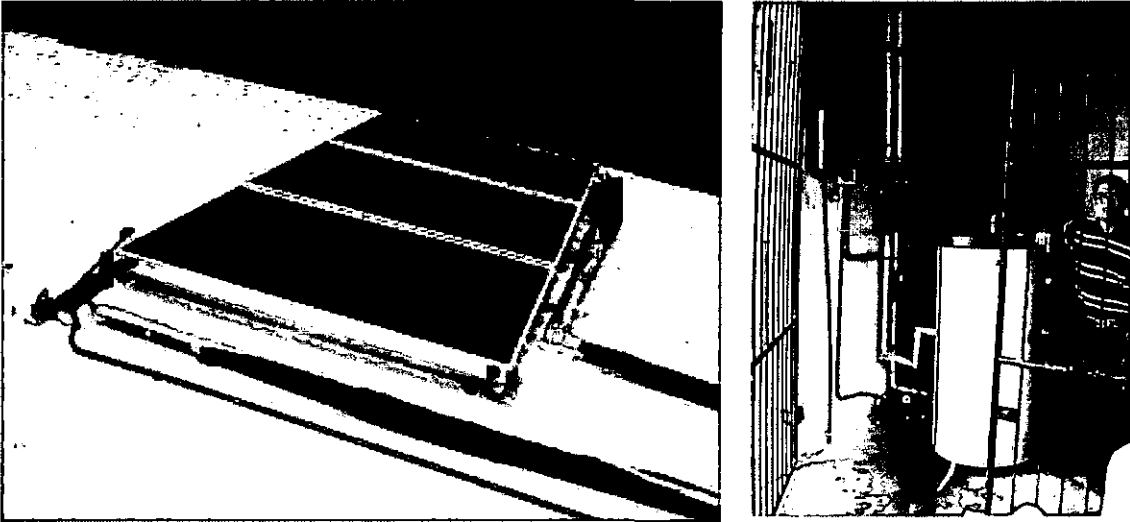


Figure 22: Collector area (left) and hot water storage tank 300 litre (right)

H. Demonstration Plant 10: Hotel Posada Don Pantaleón

“La Posada Don Pantaleón” in Managua is a hotel with 16 double rooms. According to the hotel owner the mean occupation over the whole year is about 70 %.

Based on the feasibility study a solar thermal system was installed with a total capacity of 11.2 kW_{th} (16 m² collector area).

A detailed description of the solar thermal plant as well as the list of materials used can be found in the installation report (see Annex 5 of this report).

Design

Based on the case study for the hotel Poasada Don Pantaleón a detailed design, layout and calculation of the material demand was carried out. An overview of the design results and the key data of the plant are shown in the following.

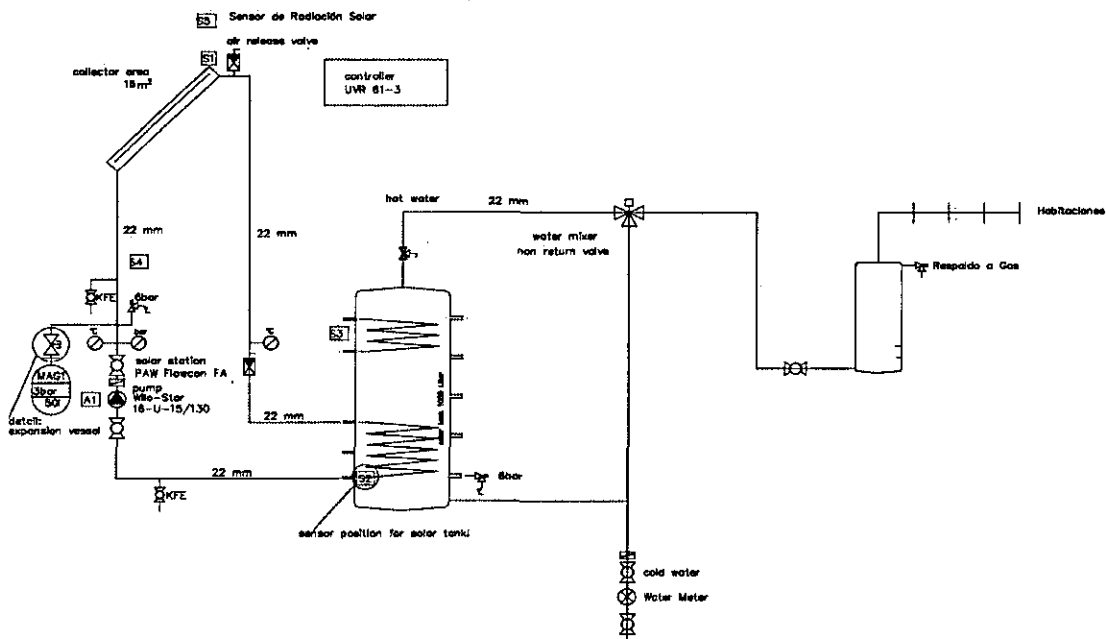


Figure 23: Hydraulic scheme of the solar thermal plant at the Posada Don Pantaleón

Table 14: Key data of the solar thermal plant at Posada Don Pantaleón

| Main component of the solar plant | Unit | | Remark |
|-----------------------------------|---------------------|------|---------------------------|
| Collector area | [m ²] | 16 | Selective coated absorber |
| Installed capacity | [kW _{th}] | 11.2 | |
| Inclination of the collector | [°] | 8 | |
| Hot water storage capacity | [ltr.] | 1000 | Enamelled steel tank |

Installation

The installation of this demonstration plant took place in July 2008 by the Nicaraguan company SOLTECH and CPmL staff. The following pictures show the installed plant.

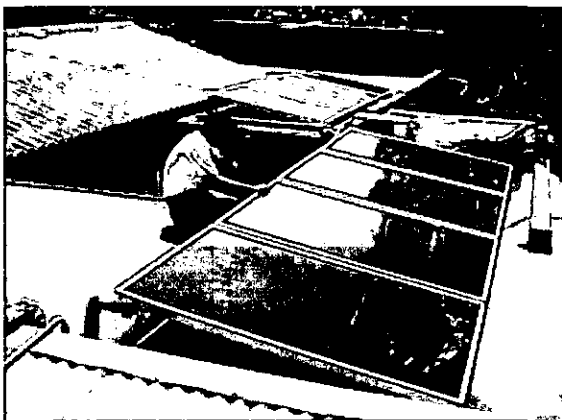


Figure 24: Collector area (left) and hot water storage tank 1000 litre (right)

V. Commissioning

Right after the installation of the plants nb. 1 – 3 in August 2007 also the commissioning was carried out. The commissioning of the plants number 4 – 7 was carried out in February 2008 and the commissioning of the plants number 8 – 10 was carried out in July and August 2008. The “Commissioning Reports” for the demonstration plants 8 – 10 signed by (CPmL), the hotel or company owners (end users) as well as by an AEE INTEC expert can be found in Annex 6. The commissioning reports for the demonstration plants 1 – 7 were presented in the Assessment report 2007.

As requested in the contract, the commissioning reports also show the date of installation, the date of commissioning and the date of full operation of the solar thermal plant.

VI. Manual on quality standards

A comprehensive manual on quality standards and inspection guidelines for solar thermal systems was prepared by AEE INTEC and handed over to CPmL in August 2007. This manual should help to check the quality of the installed systems according to European standards. A print out of this manual (37 pages) and the check lists were attached to the 1st and 2nd progress report.

Also a comprehensive manual on maintenance for solar thermal systems was prepared and translated into Spanish language. A print out of this manual was attached to the 2007 assessment report.

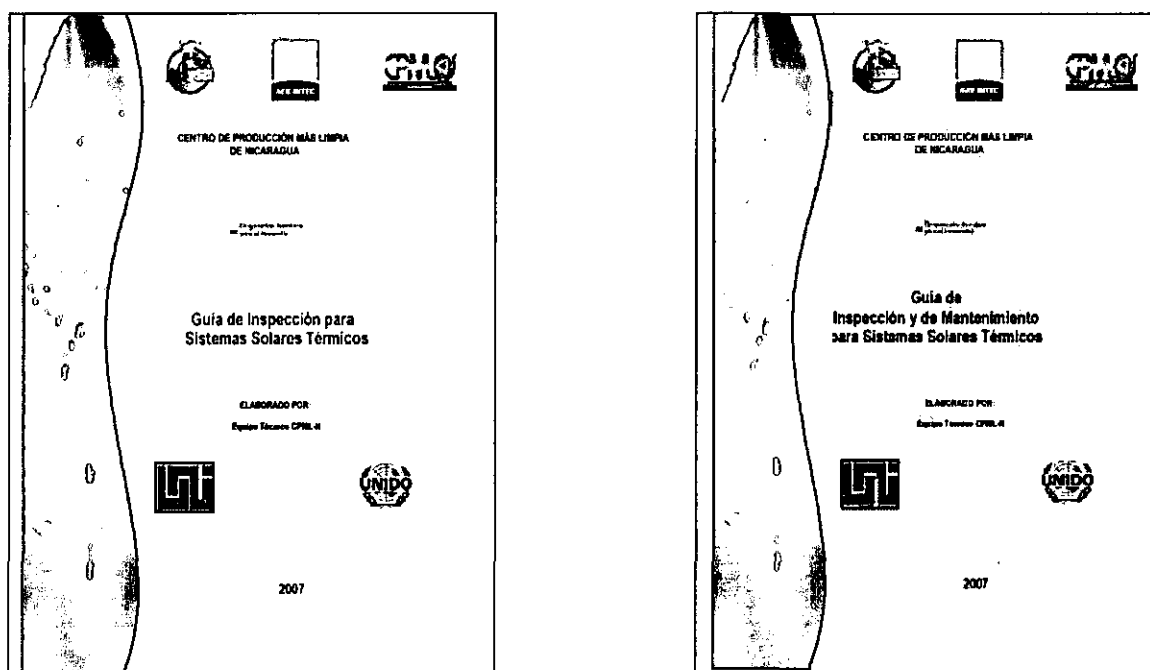


Figure 25: Cover pages of the quality standards and inspection guidelines manuals

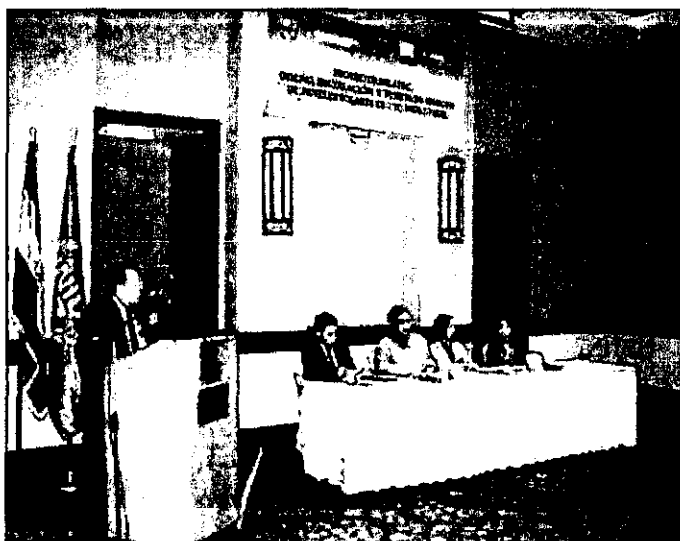
VII. Awareness Raising Events

According to the contract two awareness raising events were carried out during this project phase. In addition a press conference took place at one of the installed solar thermal plants.

A. Awareness raising event

The first awareness raising event took place in Managua at the Hotel Intercontinental Metrocentro on 30 July 2007. Besides representatives from the Austrian Development Agency, UNIDO headquarter in Vienna and the European Union, 52 participants from Nicaraguan companies and the media participated at this event.

The following pictures give some impression of the event.



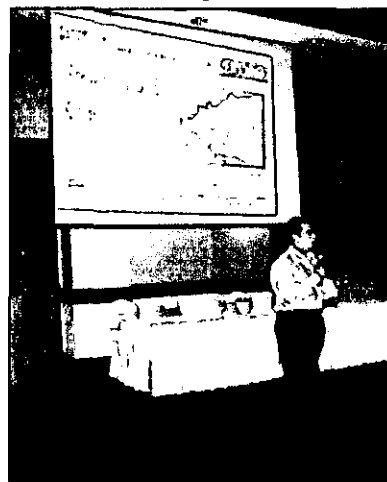
Mesa de Presidium



Petra Schwager, UNIDO



Sra. Michaela Ellmeier, Austrian Embassy



Cesar Barahona, CPmL

A report on the 1st awareness raising event and the list of participants was presented already in Annex 8 of the 1st and 2nd progress report.

B. Second awareness raising event – Foro de Energía Solar 2008

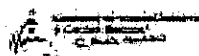
The second awareness raising event, called “Foro de Energía Solar 2008” took place in Managua at the Centro de Capacitación PAEBANIC in Managua on 3 July 2008. Besides the vice-minister Lorena Lanza, representatives from the Austrian Development Agency and 67 participants from policy, administration, the university, companies and the media attended this event.

The following pictures give some impression of the event.



Figure 26: Foro de Energía Solar 2008. From left to the right: Ceasr Barahona, CPmL, Jerónimo Zeas, UNI, Vice Ministra Lorena Lanza, representative of the Austrian Development Agency (ADA) and Augustin Jarquín Anaya. Right picture: Werner Weiss, AEE INTEC

The detailed agenda of the Foro den Energía Solar 2008 can be found on the following pages.



El Ministerio de Energía y Minas (MEM), El Centro de Producción más Limpia de Nicaragua de la Universidad Nacional de Ingeniería (CPML-N/UNI) y La Organización de Las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

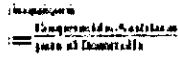
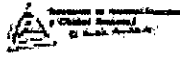
"FORO ENERGIA RENOVABLES 2008"

AGENDA

JUEVES 3 DE JULIO DEL 2008

- 08:30 - 09:00** Llegada e inscripción de los participantes.
- 09:00 - 09:10** Palabras de apertura del Ministerio de Energía y Minas.
- 09:10 - 09:20** Palabras de representante Agencia Austriaca para el Desarrollo.
- 09:20 - 09:35** Avances de la energía renovable en Europa: Especialista en Energías Renovables de la ONUDI, director general de AEE INTEC, Austria (Werner Weiss).
- 09:35 - 09:50** Presentación del Ministerio de Energía y Minas (Vice Ministra Lorena Lanza).
- 9:50 - 10:05** Energía solar en Nicaragua: Presente y futuro de la Energía Solar. Presentación del Sector Privado; (Tecnosól, Vladimir Delagnéau)
- 10:05 - 10:30** **REFRIGERIO**
- 10:30 - 10:50** Presentación de estudio de políticas de Energía Renovables Especialistas de Energía Solar CPML-N.
- 10:50 - 11:10** Resultados de la mesa solar del primer foro de Energía "Fortaleciendo el sector Energético en Nicaragua UNJ"; (Jerónimo Zeas)
- 11:10 - 11:30** Presentación situación de la Energía Renovable en Nicaragua Diputado Agustín Jarquín Anaya.
- 11:30 - 11:45** Presentación: Caso de instalación de Sistemas Solares Térmicos en un hotel. Hotel Mansión Teodolinda.
- 11:45 - 12:00** **PREGUNTAS Y RESPUESTAS**
- 12:00 - 01:00** **ALMUERZO**
- 01:00 - 02:30** **MESAS DE DISCUSIONES:**
- Mesa 1: Lic. Arturo Solórzano.
"Incentivos y desincentivos para la energía renovable"
- Mesa 2: Jerónimo Zeas.
"Políticas y legislaciones: los aciertos y cambios necesarios"
- Mesa 3: Fernando Sánchez.
"Rol de los involucrados para la implementación de Energía Renovable"

Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua



| | |
|----------------------|--|
| 02:30 - 03:00 | REFRIGERIO |
| 03:00 - 03:45 | PRESENTACIÓN DE RESULTADOS |
| 03:45 - 04:00 | PALABRAS DE CLAUSURA UNI. Rector Aldo Urbina. |

Lugar del Foro de Energía Renovables: Centro de Capacitación PAEBANIC REPTO Montserrat
1ra entrada 200m AL Norte. Managua.

C. Press conference at Hotel Estrella

In order to raise the public awareness concerning solar thermal systems in Nicaragua, CPmL organized on 4 July 2008 a press conference at hotel Estella in Managua.

Three TV stations and representatives from the press were present. The TV stations broadcasted the news already on 4th July 2008.

Besides the director of the CPmL, Cesar Barahona also the representative of the Austrian Development Agency as well as two representatives from the hotel sector (Hotel Estrella and Hotel Mansión Teodolinda) were interviewed.



Figure 27: Press conference at hotel Estella in Managua on 4 July 2008

VIII. Time Table of the Project

Table 15: Timetable of the project

| | 2007 | | | | | | | | | | | | 2008 | | | | | | | | | | | |
|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Management | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Project Preparation / Reporting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Training Courses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Three Training courses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Awareness Raising Events | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Two awareness raising events | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Five Solar Thermal Demonstration Systems | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Selection of companies for demonstration projects | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Organization and shipment of materials | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementation of a work plan (detailed system design and installation of plants) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Support and assistance for the installer companies - monitoring | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manuals on Quality Standards and Maintenance Guidelines | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quality standards and maintenance guidelines | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- ▽ Milestones scheduled
- ▽ Mission to Nicaragua
- ▽ Milestones postponed
- △ Milestones achieved
- △ Milestones not achieved

The red dotted line shows the status of the project at the time of reporting

Abbreviations

| | |
|----|--|
| R | Report to UNIDO |
| TC | Training Course |
| AR | <i>Awareness raising event</i> |
| PM | Procurement of materials and equipment |
| AM | Arrival of equipment in Managua |
| SD | System Design |
| SI | System Installation |
| QS | Manual for Quality Standards available |
| MG | Maintenance Guidelines available |

IX. ANNEXES

ANNEX 1 – Agenda and List of participants - 3rd Training Workshop



Cooperación Austríaca
para el Desarrollo

SOLAR WATER HEATERS

Agenda - Training Workshop 6

4 July and 7 - 8 July, 2008

CPML, Managua

| Friday, 4 July | Dimensioning of Solar Thermal Systems based on Simulation T-SOL |
|----------------|---|
| 08:30 h | Welcome Cesar Barahona, CPML |
| 08:40 h | Repetition of use and limits of simulation tools Availability of radiation data - Meteonorm Werner Weiss, AEE INTEC |
| 09:00 h | Simulation of solar thermal systems for hotels and comparison with monitoring results of the already installed systems - DHW profile, occupancy... |
| 09:30 h | Coffee break |
| 10:30 h | Continuation of simulation of solar thermal systems |
| 12:00 h | Lunch |
| 13:30 h | Simulation of solar thermal systems for an industrial application and comparison with monitoring results of the already installed systems |
| 15:00 h | Coffee break |
| 15:30 h | Continuation of simulation of solar thermal systems |
| 17:00 h | End |

| | |
|---|--|
| Monday, 7 July | Analyses of installed systems and monitoring results |
| <p>08:30 h</p> <p>09:30 h</p> <p>10:30 h</p> | <p>Presentation of monitoring results of solar thermal plants installed at hotels.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hotel Estrella - Hotel Teodolinda - Villa Paraiso <p><i>Erik Lopez, CPmL</i></p> <p>Analyses of the monitoring data in groups</p> <p>Discussion of the results – lessons learned concerning dimensioning, occupancy, hot water demand, flow- and return temperatures...</p> <p><i>Werner Weiss and Rudi Moschik, AEE INTEC</i></p> <p>Coffee break</p> |
| <p>11:00 h</p> | <p>Presentation of monitoring results of solar thermal plants installed in the industry</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rodcen - Sta Martha - <p><i>Erik Lopez, CPmL</i></p> |
| <p>12:00 h</p> | <p>Lunch</p> |
| <p>13:30 h</p> <p>15:00 h</p> <p>15:30 h</p> <p>17:00 h</p> | <p>Analyses of the monitoring data in groups</p> <p>Discussion of the results – lessons learned concerning dimensioning, hot water demand, flow- and return temperatures...</p> <p><i>Werner Weiss and Rudi Moschik, AEE INTEC</i></p> <p>Coffee break</p> <p>Hydraulics of large collector areas Pressure drops in large collector arrays</p> <p><i>Werner Weiss and Rudi Moschik, AEE INTEC</i></p> <p>End</p> |

| | |
|-----------------|---|
| Tuesday, 8 July | Collector array design Dimensioning of components |
| 08:30 h | Dimensioning of pumps <i>Werner Weiss and Rudi Moschik, AEE INTEC</i> |
| 10:30 h | Coffee break |
| 11:00 h | Dimensioning of Expansion vessels <i>Werner Weiss and Rudi Moschik, AEE INTEC</i> |
| 12:00 h | Lunch |
| 13:30 h | Commissioning of solar thermal plants Quality and quality assurance <i>Werner Weiss and Rudi Moschik, AEE INTEC</i> |
| 15:00 h | Coffee break |
| 15:30 h | Electronic controllers and Data Logging Set parameters and possibilities of getting monitoring results <i>Rudi Moschik, AEE INTEC</i> |
| 17:00 h | End |

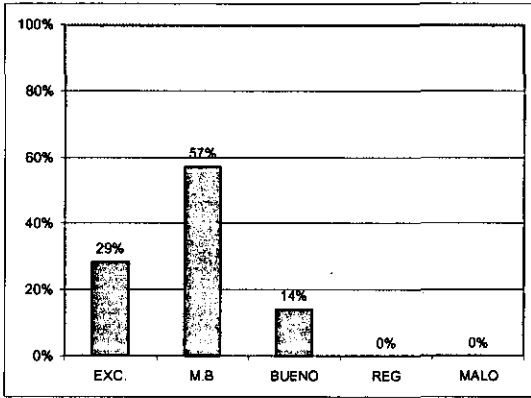
List of participants

| No. | Nombres y Apellidos | Institución | Responsabilidad | Teléfono | E-mail. |
|-----|------------------------------|------------------|-----------------|----------|------------------------------|
| 1 | Peter Waldsam | Hotel Austria | Gerente | 3111206 | haustria@ibw.com.ni |
| 2 | Susan Kinne | PFAE Grupo Fenix | Directora | 6249350 | skinne1@juno.com |
| 3 | Daryll Jose Velasquez Rivera | UNI | Estudiante | 8477010 | darylljose@hotmail.com |
| 4 | Renaldy Antonio Sotelo Ortiz | UNI | Estudiante | 6639657 | sotelortiz@hotmail.com |
| 5 | Erick Lopez Layos | ENITEL | Supervision | 8502685 | erick.lopez@enitel.com.ni |
| 6 | Robelt Romero | CPmL-N | Consultor | 8609718 | rromero@cpmlnic.org.ni |
| 7 | Francisco Javier Rayo | UNI | Estudiante | 8493771 | franray09@gmail.com |
| 8 | John Cordell | Personal | | 8258429 | jhoncordell@yahoo.com |
| 9 | Donald Santos | CPmL-N | Consultor | 4588680 | dsantos@cpmlnic.org.ni |
| 10 | Ulises Monge Vallejos | TECNOSOL | Tecnico | 4423094 | |
| 11 | Carlos Quintanilla | TECNOSOL | Tecnico | 4423094 | cquintanilla@tecnosol.com.ni |
| 12 | Isaias Obando Morales | TECNOSOL | Tecnico | 8144017 | isamles79@hotmail.com |
| 13 | Eva Mairena | CPmL-N | Consultor | 6344054 | emairena@cpmlnic.org.ni |
| 14 | Jairo Velasquez | ECAMI | Instalador | 670-9685 | miquel.mendoza@reteca.com.ni |
| 15 | Wilfredo Van de Velde | ALTERTEC | Instalador | 7133482 | altertec@ibw.com.ni |
| 16 | Ana Raquel Artola | CPmL-N | Consultor | 6020231 | artola@cpmlnic.org.ni |
| 17 | Daniel Debeer | Independiente | Asesor | 4074078 | daniel_debeer@yahoo.com |
| 18 | Arturo Ordones | UNI | Estudiante | 9231157 | arturovalle01@yahoo.com |

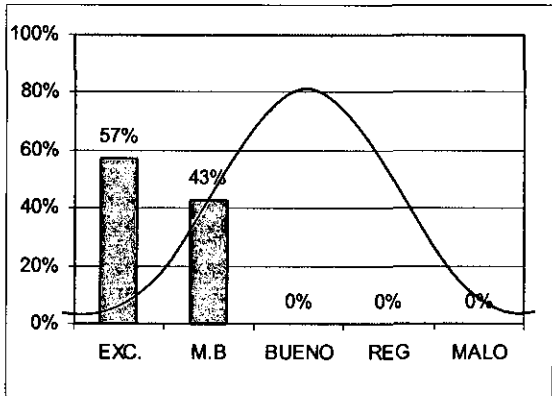
ANNEX 2 – Evaluation - 3rd Training Workshop

The training course was carried out by Werner Weiss and Rudolf Moschik from AEE INTEC. The following graphs show the results of the evaluation of a questionnaire, which was filled in by the participants.

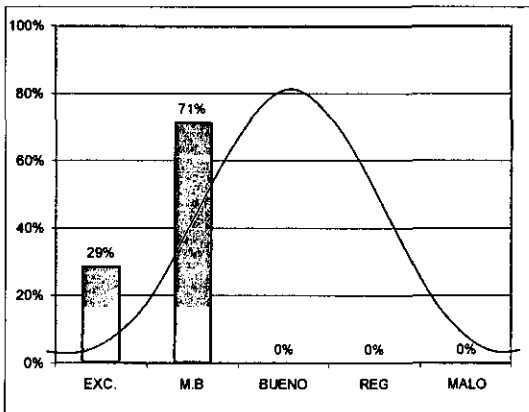
Werner Weiss



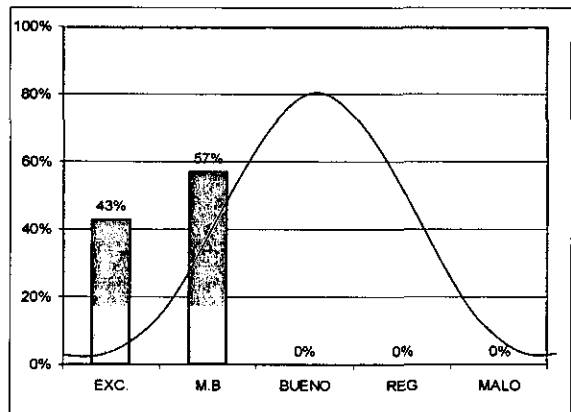
Organización de la capacitación



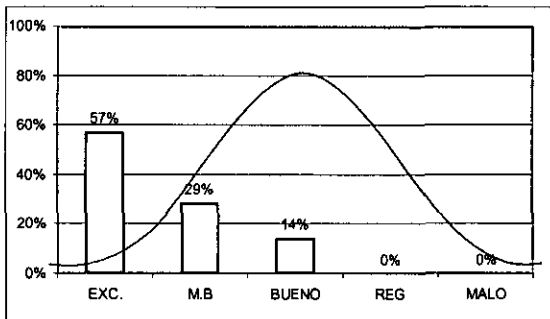
Dominio del tema



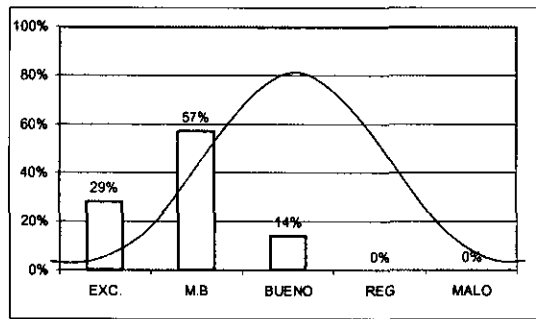
Cumplimiento de los objetivos



Asignación de tiempo para los diferentes contenidos del curso

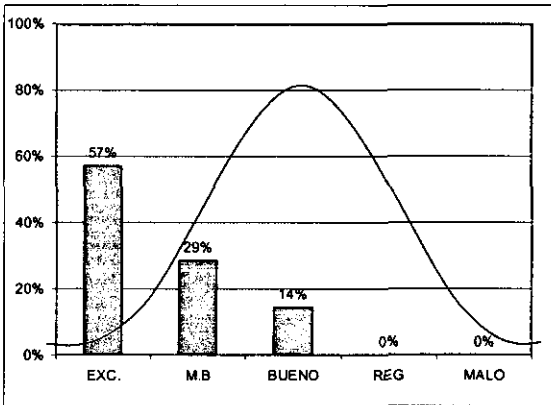


La importancia de la capacitación para mi desarrollo y aplicación

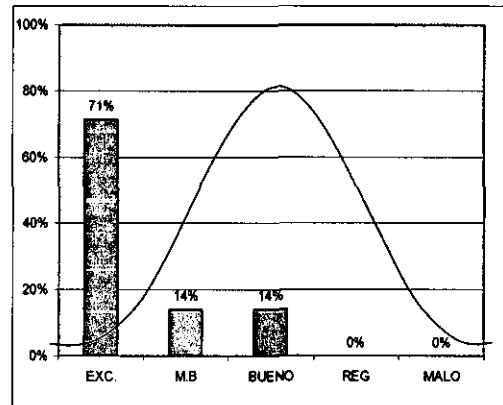


Difusión de la Programación del curso

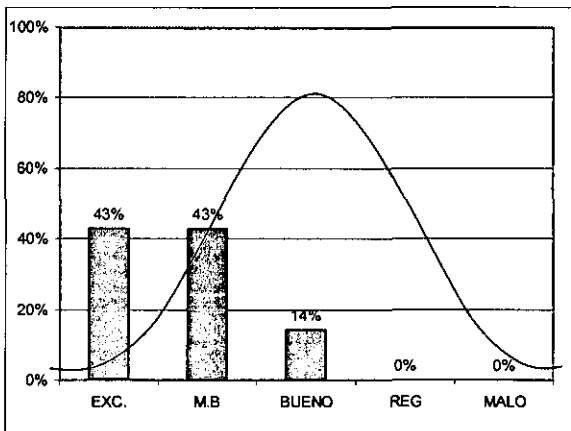
Rudolf Moschik



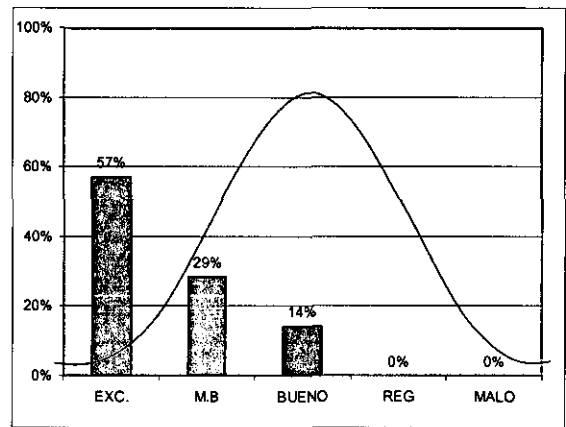
La capacidad pedagógica demostrada por el Instructor fue



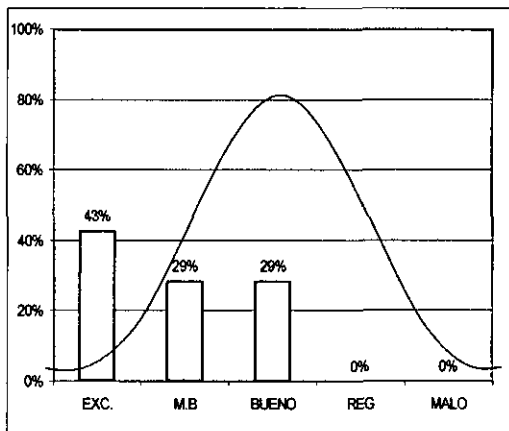
Dominio del tema



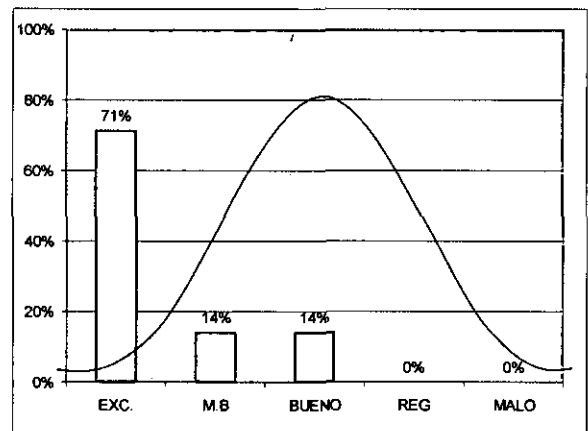
Amenidad en la presentación



Fomento o motivación de la participación de los asistentes

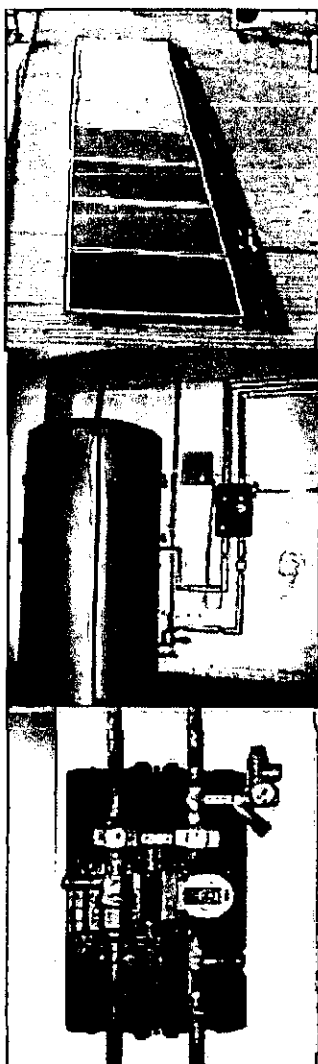


Utilización de apoyos Didácticos



Habilidad para verificar la comprensión de los temas impartidos

ANNEX 3 – Hotel Los Altos – Installation Report



CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA NICARAGUA

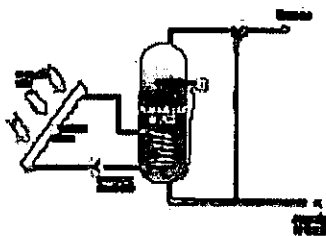
REPORTE DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO EN EL "HOTEL LOS ALTOS"

ELABORADO POR:

Equipo Técnico del CPmL-N

Con la colaboración del personal de la Empresa

Julio 2008



financiado por la
Cooperación Austríaca
para el Desarrollo



INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN EJECUTIVO | 1 |
| I OBJETIVOS..... | 2 |
| 1.1 Objetivo general..... | 2 |
| 1.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| II DISTRIBUCIÓN PREVIA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO | 2 |
| III DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO..... | 3 |
| 3.1 Colectores de Placa Plana | 4 |
| 3.2 Bomba de Recirculación y sus accesorios..... | 4 |
| 3.3 Tanque de Almacenamiento Hidrotérmico | 4 |
| 3.4 Vaso de Expansión..... | 5 |
| 3.5 Unidad de Control Electrónico..... | 5 |
| IV PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO | 6 |
| 4.1 Conexión e instalación de los colectores de placa plana | 6 |
| 4.2 Conexión e instalación del tanque de almacenamiento de agua caliente | 7 |
| 4.3 Conexión e instalación del kit de bomba..... | 8 |
| 4.4 Conexión entre el tanque de almacenamiento y la caja de la bomba | 9 |
| 4.5 Conexión entre la caja de la bomba y los colectores..... | 10 |
| 4.6 Conexión de la tubería de agua fría con el tanque de almacenamiento térmico | 10 |
| 4.7 Conexión de la tubería de la caja de la bomba al vaso de expansión..... | 10 |
| 4.8 Conexión de la unidad de control electrónico | 11 |
| V FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO..... | 11 |
| VI BARRERAS EN LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO..... | 12 |
| VII CHECK LIST DEL MONITOREO DEL SISTEMA TÉRMICO SOLAR..... | 13 |
| VIII ANEXOS..... | 14 |



RESUMEN EJECUTIVO

La instalación del Sistema Solar Térmico en el Hotel Los Altos se realizó con el apoyo de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), a través del proyecto "NICATEC", en coordinación con la Universidad Nacional de Ingeniería. Su ejecución técnica está a cargo de AEE-INTEC y el Centro de Producción más Limpia de Nicaragua.

El hotel Los Altos se encuentra ubicado en la ciudad de Managua, del colegio Centroamérica 120 metros al sur. Se dedica a brindar el servicio de hospedaje para Extranjeros principalmente y personas que se encuentran realizando negocios en Managua, la ocupación es del 100 %. Cuenta con 6 empleados, y se considera una pequeña empresa según la clasificación del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC).

El sistema solar térmico se instaló en el periodo del 24 -27 de Junio 2008; el cual comprende una superficie de absorción de 14 m², un tanque térmico de almacenamiento de 1,000 litros, una bomba de 95 W de potencia. Este sistema térmico es de bajo flujo debido que el uso de agua caliente en el hotel se presenta con mayor frecuencia de las 6 a 9 de la mañana y de 6 a 9 de la noche.

El costo total del sistema solar térmico sin considerar los gastos de modificaciones realizadas por el hotel es de US\$ 14,000.00 dólares. El beneficio económico que recibe el Hotel por utilizar el sistema solar térmico es de US\$ 1,087 dólares al año, que equivalen a la reducción anual del consumo de energía eléctrica de 1,044 kWh/año.



I OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

- Desarrollar en conjunto la inversión para la adquisición de un Sistema Solar Térmico para el calentamiento de agua para utilizarse en las duchas de las habitaciones del hotel, así como la asistencia técnica por parte del CPmL-N que asegure la correcta elección del sistema, instalación y puesta en marcha.

1.2 Objetivos específicos

- Brindar asistencia técnica para la selección de proveedores del sistema solar térmico a adquirir.
- Facilitar la adquisición del subsidio para la compra del sistema solar.
- Supervisar la instalación del sistema solar térmico.
- Monitorear los resultados del sistema instalado para verificar la efectividad de su funcionamiento.

II DISTRIBUCIÓN PREVIA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Antes de montar e instalar el sistema solar térmico en el hotel Los Altos se realizó una visita en dichas instalaciones con el propósito de identificar los espacios disponibles, el tipo de estructura del techo y garantizar la conexión al sistema de distribución de agua caliente y los principales componentes del sistema (los colectores de placa plana y el tanque de almacenamiento de agua caliente).

En la inspección in situ se determinó que el tanque de almacenamiento de agua caliente se ubicará en el primer piso del edificio; los colectores de placa plana se colocarán en el tejado orientado hacia el sur con una inclinación de 32°.



III DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

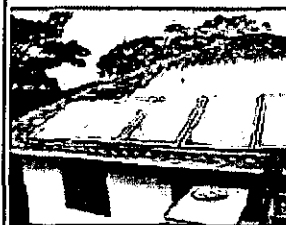
El sistema solar térmico que se instaló en el hotel Los Altos está constituido esencialmente por 7 colectores de placa plana, un tanque de almacenamiento con intercambiador de calor incorporado, una bomba para hacer circular el agua en el sistema y accesorios como válvulas y controladores de presiones y temperaturas.

En la tabla 1 se muestra los componentes del sistema solar térmico.



3.1 Colectores de Placa Plana

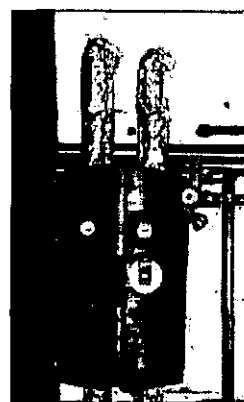
A través de la radiación solar los colectores de placa plana elevan la temperatura del agua a 80 °C, estos pueden ser conectados en serie o paralelo, tienen un peso total de 43 kg por colector cargado de agua. En el hotel se instalaron un total de 7 colectores conectados en serie.



3.2 Bomba de Recirculación y sus accesorios.

La bomba de recirculación de agua se encuentra protegida en una caja de poliuretano, acoplada en sus extremos a un termómetro de color azul de 160 °C máximos y un visor de nivel de agua con su llave de purga, a esta línea se le conoce como línea de baja temperatura. La línea que se encuentra en paralelo a la bomba se le conoce como línea de alta temperatura y esta cuenta con un termómetro de color rojo de 160 °C máximos conectado a un vaso extractor de aire (purgador).

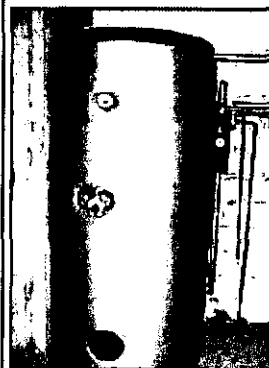
En la parte superior de la línea de baja temperatura se encuentra un manómetro de 6 bares máximos, el cual se encuentra acompañado de una válvula de alivio y una llave de pase que permite llenar o vaciar de agua el sistema.



3.3 Tanque de Almacenamiento Hidrotérmico

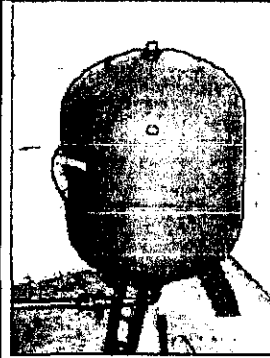
El tanque de almacenamiento de agua caliente con capacidad de 1,000 litros está conformado por dos intercambiadores de calor. Estos se encuentran ubicados en posición transversal con respecto a la superficie lateral del tanque, dispuestos, uno en la parte inferior conectado a las tuberías de alta y baja temperatura del sistema, y el otro en la parte superior, este último intercambiador se utiliza cuando existe un sistema de respaldo, en el caso del hotel no se empleó este último intercambiador debido a que no fue necesario conectar un sistema de respaldo. El tanque también cuenta con una barra de magnesio que evita que se oxiden las paredes del mismo y un termómetro de 120 °C máximos que permite conocer la temperatura interior de tanque.

La entrada de agua fría al sistema se realiza por la parte inferior del tanque y la salida del agua caliente por el centro de la parte superior del tanque.



3.4 Vaso de Expansión

Los vasos de expansión (con capacidad de 80 litros) son pequeños tanques que ayudan a mantener estable la presión en el sistema; esto es posible debido a que en su interior cuenta con una membrana plasmática que contiene oxígeno. La presión que tiene este gas en el interior del tanque permite que el vapor de agua producido en el sistema se aloje dentro de él, impidiendo que la bomba cavite.



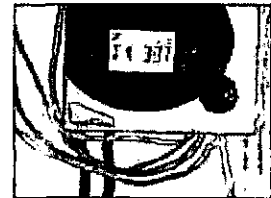
3.5 Unidad de Control Electrónico

El controlador electrónico de los sistemas solares térmicos facilita el monitoreo de los parámetros de funcionamiento del sistema, como son: temperatura del agua en el terminal inferior de salida del intercambiador de calor, temperatura del agua en el terminal de salida del colector derecho aguas arriba, temperatura del agua en la parte superior del tanque de almacenamiento, radiación solar y calor solar útil generado.

Para el sistema se instaló un controlador electrónico que permite monitorear el funcionamiento de la bomba del sistema, las diferentes temperaturas en el sistema, el flujo de agua a través de la tubería de los colectores y la energía aprovechada.

Resumen de las funciones:

- 6 entradas para sensores
- 1 salida regulable por número de revoluciones
- 2 salidas adicionales (con módulo de relés adicional) reequipables posteriormente
- 1 salida analógica de 0-10 voltios
- 3 funciones diferenciales, mínimas y máximas respectivamente
- Protección del acumulador y protección anticorrosiva (potenciostato) integradas
- Calorímetro integrado
- Reloj de contactos, programable libremente
- Pantalla clara con símbolos diversos



| | |
|--|--|
| <p>-- Hora y fecha.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Líneas de datos (para evaluar la temperatura en el ordenador via D-LOGGUSB order BL-USB) - Control de funcionamiento de la instalación - Función de arranque solar, limitación de sobrecalentamiento del colector y función de protección contra heladas - Protección contra sobretensiones en todas las entradas | |
|--|--|

IV PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

4.1 Conexión e instalación de los colectores de placa plana.

Los colectores solares se conectaron en serie, y para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

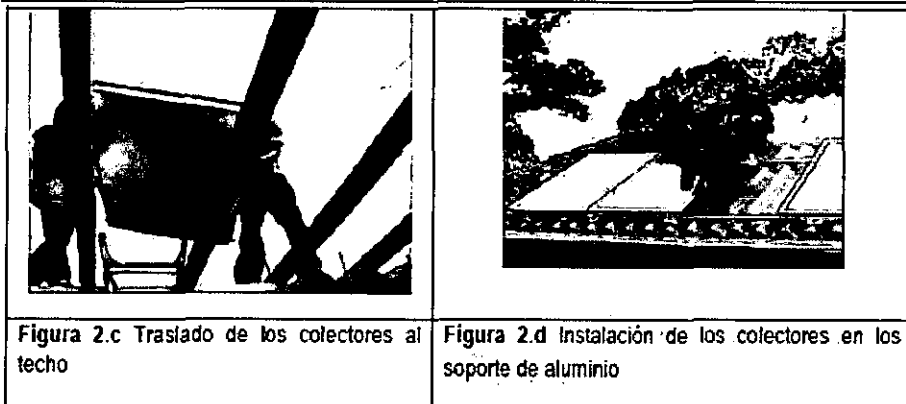
- Preparar las terminales de la tubería de recirculación de circuito primario (Ver figura 2.a).
- Unir, ajustar y fijar los soportes de aluminio en posición transversal a la inclinación aguas abajo y aguas arriba del techo de cada edificio para sujetar los 7 colectores solares.
- Transportar los colectores al techo, luego instalarlos encima de los soportes de aluminio de tal manera que éstos descansen en la ceja del soporte inferior para evitar que se deslicen (Ver figura 2.c).



Figura 2.a Preparación de las tuberías del circuito primario



Figura 2.b Unión de los soportes de los colectores al techo.


Figura 2. Transporte e instalación de los colectores en el hotel.

- Acoplar los colectores con los terminales de unión hembra y macho, obteniendo una mayor captación de energía proveniente del sol.
- Conectar al terminal aguas abajo del colector un tubo corto (este lleva soldado en sus extremos un conector hembra roscado) quedando como espera de conexión.
- Conectar el terminal aguas arriba del colector con tubos cortos de 22 mm que están soldados a una Tee y a un conector hembra roscado. A esta Tee se conecto al vaso de extracción de aire (vaso purgador) y en el otro extremo de este vaso se conectó el tubo, quedando como espera de conexión.

4.2 Conexión e instalación del tanque de almacenamiento de agua caliente.

- Transportar el tanque de almacenamiento a su respectiva posición.
- Cubrir la superficie exterior del tanque con un material aislante para evitar pérdidas del calor.
- Conectar reductores roscados en la entrada y salida del intercambiador de calor del tanque y soldar en ellos tubos cortos de 22 mm de diámetro.
- Unir el terminal de la parte superior del intercambiador con la tubería proveniente de los colectores solares pasando por el kit de la bomba, y el terminal inferior del intercambiador con una Tee acoplada a una unión hembra roscado para conectar un sensor de temperatura.
- Conectar un reductor roscado en el orificio inferior del tanque y unirlo a una tubería de 22 mm, en este punto entrará el agua fría al sistema, proveniente de la red de distribución.

- Instalar dos reductores en el orificio central de la parte superior del tanque; soldar al reductor de menor diámetro un tubo de 22 mm de diámetro, en este punto saldrá el agua caliente al mezclador de agua para regularla a 55 °C.
- Instalar en cada tanque, un termómetro en el agujero más alto del tanque, una válvula de presión de 6 bares en el agujero más bajo y una barra de manganeso al centro para evitar la corrosión del mismo.
- Tapar los agujeros restantes con tapones machos roscados.

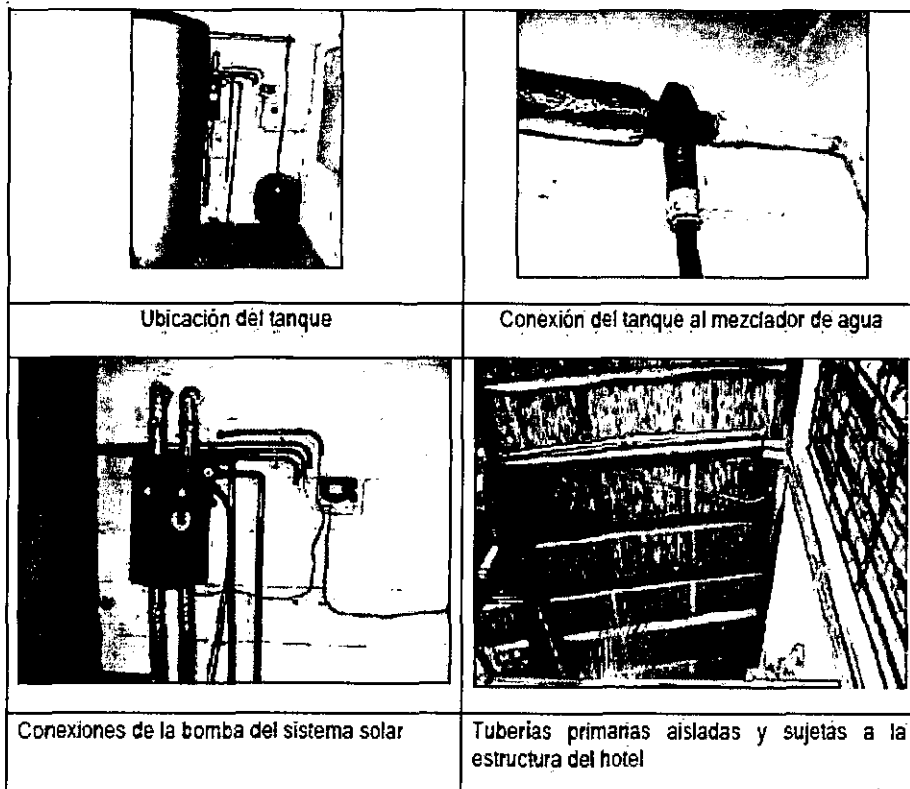


Figura 3. Traslado, ubicación del tanque de 1,000 litros e instalación de tuberías en el hotel.

4.3 Conexión e instalación del kit de bomba.

Se instalaron un kit de bomba, uno para cada sistema, la instalación se realizó de la siguiente manera.

- Se soldaron cuatro tubos de 22 mm de diámetro a la caja protectora de la bomba para conectar la tubería del sistema primario¹.
- Se fijó a la pared la caja que contiene la bomba, al lado de cada tanque de almacenamiento de agua caliente.

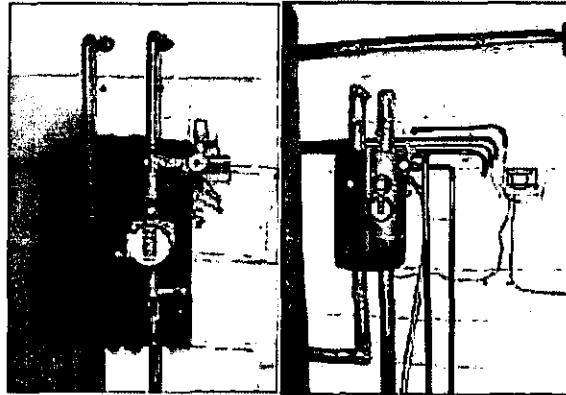


Figura 4. Instalación de la bomba

4.4 Conexión entre el tanque de almacenamiento y la caja de la bomba.

Una vez que se tienen las esperas en las tuberías de la bomba y del tanque de almacenamiento se procede a:

- Conectar la tubería de alta temperatura (esta tubería es la línea entre la terminal inferior de la caja de la bomba que tiene el termómetro de color rojo, y el terminal superior del intercambiador de calor); para esto se utiliza tubería de 22 mm y codos de 90 grados.
- Conectar la tubería de baja temperatura (esta tubería es la línea entre la terminal inferior de la caja de la que tiene el termómetro de color azul, y una electroválvula en posición vertical que controla el encendido y apagado de la bomba).
- Unir con soldadura el terminal de la electroválvula con tubería de 22 mm y accesorios como tee, codos, uniones, entre otros.

¹ El circuito primario es la conexión de tuberías entre los colectores, la bomba y el intercambiador de calor del tanque.

4.5 Conexión entre la caja de la bomba y los colectores.

- Unir la tubería superior de baja temperatura de la bomba al terminal de los colectores en el extremo más lejano de estos con una tubería de 22 mm de diámetro.
- Fijar la tubería de 22 mm con clips.
- Conectar la tubería superior de alta temperatura de la bomba con el terminal de los colectores en el punto más cercano a la bomba con tubería de 22 mm.

4.6 Conexión de la tubería de agua fría con el tanque de almacenamiento térmico.

Para conectar la tubería de alimentación de agua fría con el tanque de almacenamiento de agua caliente, fue necesario realizar los siguientes pasos:

- Conectar en la esfera de alimentación del tanque una Tee que vaya soldada a una válvula de pasé para llenar el sistema con una fuente de agua.
- Conectar una ramificación para alimentar el mezclador de flujo con la salida del agua caliente del tanque.
- Una vez conectada toda la tubería con la bomba y el intercambiador de calor, se realizó la prueba hidrostática² para identificar puntos de fugas en las uniones y soldaduras, esto permite reparar las fugas antes de rellenar el sistema.
- Aislar la tubería del sistema que se encuentra dentro del edificio con lana de roca, y la tubería que se encuentra en el exterior del edificio con aislante de caucho.

4.7 Conexión de la tubería de la caja de la bomba al vaso de expansión.

- Conectar el vaso de expansión con el manómetro de 6 bares que se encuentra en la parte superior de la tubería de baja temperatura de la bomba, para esta conexión se utilizó tubería de 22 mm de diámetro y codos de 90 grados.

² La prueba hidrostática se realiza utilizando un compresor de aire que se conecta al sistema y se lleva a una presión de 5 bares por 10 minutos.

4.8 Conexión de la unidad de control electrónico.

La conexión eléctrica de las unidades de control electrónico se hizo en un breaker de 15 Amper y 110 Voltios. Estas unidades de control se conectaron de la siguiente forma:

- Fijar la base del controlador en la pared, a la par del panel de alimentación de energía.
- Energizar dicha base conectando un cable protoduro con la fuente de alimentación de energía. Los hilos del cable protoduro se conectan, uno al polo tierra, otro al neutro y el último a la línea positiva de la red.
- Conectar la bomba de recirculación de agua a la base del controlador utilizando un cable protoduro, esta conexión se realizó de la misma forma como se conectó la base del controlador con la fuente de alimentación.
- Conectar en la base del controlador la electroválvula que está antes de la bomba de recirculación, ésta se conectó con un cable de un solo hilo en el puerto del S6 digital (regleta de sensores).
- Conectar el sensor de alta temperatura que se encuentra en el colector más cercano a la bomba. Para esta conexión es necesario un cable de dos hilos, los cuales se conectan a la regleta de sensores.
- Conectar el sensor de temperatura en el terminal inferior del intercambiador de calor del tanque, colocando el sensor unido a un cable de dos hilos al bulbo que está enroscado en este punto, el otro extremo del cable conectarlo a la base del controlador en los puertos de S2.
- Instalar el sensor de temperatura en el tanque de respaldo, este sensor mide la temperatura a la que está llegando el agua proveniente del tanque de almacenamiento de agua caliente.

La instalación del sistema solar térmico en el Hotel Los Altos presenta una distribución de componentes, tuberías y accesorios como se muestra en los anexos II y III, en los cuales se muestra los esquemas hidráulicos de cada edificio acompañado de algunas especificaciones técnicas.

Haciendo una comparación de la distribución de los componentes esenciales del sistema realizada durante la primera visita técnica al hotel con la que realmente se instaló, se puede decir que la mayoría de los componentes esenciales del sistema se ubicaron en el lugar previamente planificado.

V FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

El sistema solar térmico instalado en el hotel Los Altos comprende de un sistema de calentamiento de agua, los cuales abastecen a las habitaciones.



Para que el sistema funcione, éste debe ser llenado primeramente con agua, la cual se inyecta con la utilización de una bomba externa de 0.79 Hp; la manguera de descarga de esta bomba se conecta en el terminal inferior del intercambiador de calor que es la línea de entrada del agua a baja temperatura. Antes de bombear el agua en el sistema, la tubería del vaso de expansión debe estar desconectada para que a este no se le introduzca agua; al desconectar esta tubería, el agua que entra al sistema no se saldrá de ella, ya que el terminal de conexión tiene una unión de retención de líquido.

La carga inicial del sistema se realiza a una presión de 3 bar, posteriormente se conecta el vaso de expansión y se llena con un poco más de agua hasta que la presión en el sistema quede en 3.5 bar, esta presión es visualizada en el manómetro de la bomba.

Una vez que el sistema se cargó totalmente con agua, se encendió la bomba del sistema para iniciar el proceso de calentamiento agua.

El agua que se encuentra en los colectores absorbe el calor transmitido por la radiación solar, para luego transmitirlo al tanque de almacenamiento a través del intercambiador de calor. El agua que se encuentra en el tanque se calienta gradualmente a medida que la radiación solar aumente y la recirculación del agua se mantenga en el sistema. Este calentamiento se detendrá hasta que la temperatura en el interior del tanque llegue a 80 °C que es el límite de temperatura a la que estará trabajando el sistema.

La temperatura en el interior del tanque tiende a disminuir debido a la demanda de agua caliente por las duchas de las habitaciones del hotel, esto trae consigo la reposición inmediata de agua fría a través de la tubería de alimentación. Esta reposición de agua provocará que la temperatura que tiene el tanque disminuya de forma acelerada.

Al momento de que la temperatura del agua dentro del tanque disminuye hasta 75°C, el controlador automático activará la bomba para que se repita el ciclo de calentamiento de agua y alcance otra vez los 80°C.

VI BARRERAS EN LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Durante la instalación del sistema solar térmico se presentaron algunos imprevistos y dificultades que de alguna u otra manera atrasaron el proceso de montaje e instalación. Estas dificultades se detallan a continuación:

- Demoras por la compra de materiales y accesorios que no incluía el sistema.
- Falta de organización de la empresa instaladora.
- En el hotel no habían preparado las condiciones de operación del equipo.
- No había un plan de trabajo para la instalación

VII CHECK LIST DEL MONITOREO DEL SISTEMA TÉRMICO SOLAR

A partir de la instalación del sistema solar térmico se llevará a cabo un monitoreo de los parámetros que registra el controlador automático y los datos tomados por el medidor de flujo, con el propósito de obtener información real del potencial de aprovechamiento de la radiación solar en el país, utilizar indicadores de generación de energía solar por área de colector, conocer pérdidas de calor por distancia y conocer los indicadores de consumo de agua caliente por persona. Para conocer los valores de estos parámetros se elaboró una lista de verificación de pruebas que se le realizarán al sistema térmico cada mes por un período de 6 meses, la cual se muestra a continuación.

- 1- Solicitar a la gerencia las lecturas del caudalímetro y el porcentaje de ocupación del hotel durante el período de monitoreo.
- 2- Verificar que las uniones roscadas no tengan fugas de agua.
- 3- Asegurarse que los sensores no estén fuera de su punto de contacto.
- 4- Verificar que la bomba de recirculación de agua esté funcionando.
- 5- Verificar que no haya aire en el sistema mediante el visor debajo de la bomba.
- 6- Realizar pequeñas purgas, ya sea el vaso de purga o en salida de los colectores, en caso de ser necesario.
- 7- Verificar que los conductores que entran al controlador electrónico se encuentren conectados.
- 8- Asegurarse que el breaker de alimentación de energía esté en posición de encendido.
- 9- Verificar que la presión del manómetro se encuentre a 3.5 bar.
- 10- Revisar las temperaturas en los termómetros que están en la bomba muestren una temperatura alta y otra baja comparándolas con el termómetro del tanque.
- 11- Descargar la información almacenada en el controlador electrónico utilizando el programa del mismo en una computadora para su respectivo análisis.
- 12- Verificar que el aislante de las tuberías se encuentre en óptimas condiciones.
- 13- Comprobar que la barra de magnesio no está corroída, para esto será necesario sacarla del tanque.



VIII ANEXOS

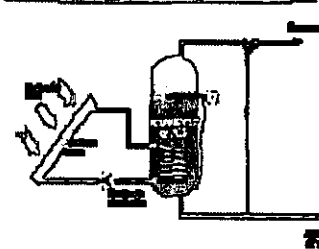
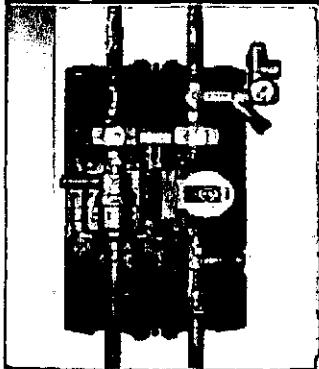
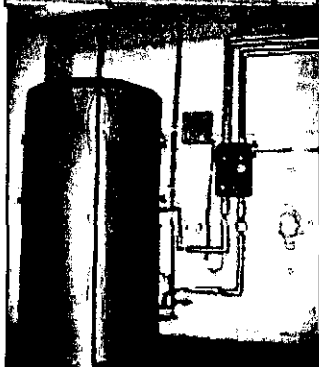
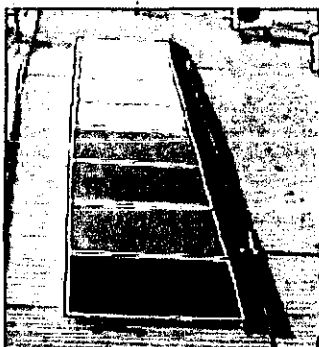


Anexo I. Descripción de los equipos utilizados en el sistema solar térmico

| Descripción de los equipos | Cantidad |
|---|----------|
| Colectores solares de placa plana | 7 |
| Tanque con aislante para agua caliente de 1,000 litros | 1 |
| Vaso de expansión con capacidad de 80 litros | 1 |
| Tubos de cobre de 22mm de diámetro (tubos de 5 m) | 11 |
| Aislante de fibra de vidrio (metros) | 51 |
| Aislante de polietileno (metros) | 62 |
| Válvula de purga de aire | 1 |
| Válvula de conexión del tanque de expansión | 1 |
| Válvula de seguridad (alivio) | 1 |
| Válvula de bola (sierre rápido) | 1 |
| Válvula de llenado de sistema | 3 |
| Controlador eléctrico | 1 |
| Unión de colectores | 18 |
| Soporte de colectores (aluminio) | 4 |
| Clips (bridas) | 18 |
| Pasta para soldar | 1.00 |
| Carrete de estaño | 1 |
| Angulares para fijación de colectores | 14 |
| Traslape largo de colectores | 6 |
| Pemo | 14 |
| Pemo de sujeción de angulares | 15 |
| Pemo con arandela y tuerca para sujeción de angulares | 18 |
| Arandelas de 1/16 pulgada | 18 |
| Tuerca de 8 mm | 18 |
| Rollos de mecha de cabuya | 0.50 |
| Alambre eléctrico Nº 14 | 7 |
| Tapones galvanizados de 1/2" para sellar orificios del tanque | 5 |

| Descripción de los equipos | Cantidad |
|--|----------|
| Codos de cobre de 90 ° de 22 mm | 40 |
| Codos de cobre de 45 ° de 22 mm | 1 |
| Tee de cobre de 22 mm | 10 |
| camisa 22 mm | 8 |
| Unión lisa 22 mm-rosca M 3/4" | 12 |
| Unión lisa 22 mm-rosca M 1" | 1 |
| Reductor 1 1/2"X1" | 1 |
| Codo de 90 ° 18mm | 10 |
| Instalación | |
| Válvula Mescladora de agua | 1 |
| Termómetro de 129 ° C temperatura máxima | 1 |
| Kit de bomba de 95 w | 1 |
| Tanque de gas Butano 190gr. Oxiturbo #483000 | 2 |
| Unión Hembra roscada 1/2" union lisa de 22mm | 9 |
| Papel de aluminio | 0.50 |
| Cinta de polietileno | 0.50 |

ANNEX 4 – Finca Santa Clara – Installation Report



CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA NICARAGUA

REPORTE DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO EN "FINCA SANTA CLARA"

ELABORADO POR:
Equipo Técnico del CPmL-N
Con la colaboración del personal de la Empresa

Abril -2008

Asociación para
Cooperación Austríaca
para el Desarrollo





INDICE

| | | |
|-------|--|----|
| I | OBJETIVOS..... | 3 |
| 1.1 | Objetivo general..... | 3 |
| 1.1.1 | Objetivos específicos..... | 3 |
| II | DISTRIBUCIÓN PREVIA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO..... | 3 |
| III | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO..... | 4 |
| 3.1 | Colectores de Placa Plana..... | 5 |
| 3.2 | Bomba de Recirculación y sus accesorios..... | 5 |
| 3.3 | Tanque de Almacenamiento..... | 6 |
| 3.4 | Vaso de Expansión..... | 6 |
| 3.5 | Unidad de Control Electrónico..... | 6 |
| IV | PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO..... | 8 |
| 4.1 | Conexión e instalación de los colectores de placa plana..... | 8 |
| 4.2 | Conexión e instalación del tanque de almacenamiento de agua caliente..... | 9 |
| 4.4 | Conexión entre el tanque de almacenamiento y la caja de la bomba..... | 10 |
| 4.5 | Conexión entre la caja de la bomba y los colectores..... | 11 |
| 4.6 | Conexión de la tubería de agua fría con el tanque de almacenamiento térmico..... | 11 |
| 4.7 | Conexión de la tubería de la caja de la bomba al vaso de expansión..... | 11 |
| 4.8 | Conexión de la unidad de control electrónico..... | 12 |
| V | FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO..... | 13 |
| VII | MONITOREO DEL SISTEMA TÉRMICO SOLAR..... | 14 |
| VIII | ANEXOS..... | 15 |



RESUMEN EJECUTIVO

La Instalación del Sistema Térmico Solar en Finca Santa Clara, se realizó con el apoyo de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI), a través del proyecto "NICATEC", en coordinación con la UNI. Su ejecución técnica está a cargo de AEE-INTEC y el Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua.

Finca Santa Clara se dedica a la producción de mermelada y encurtidos. Cuenta con un tanque donde se realiza el proceso de esterilización de envases de los productos terminados, utilizando agua a 80°C. El proceso de esterilización tiene un consumo diario de 300 l/día. La empresa opera 6 días a la semana.

El sistema térmico solar instalado tiene tres colectores con una superficie de absorción de 6 m², un tanque térmico de almacenamiento de 300 litros, una bomba de recirculación de 80 W de potencia. La instalación se realizó en el periodo de 10 al 11 de Abril del 2008.

El sistema térmico instalado es de bajo flujo, debido a que el uso de agua caliente en la empresa se presenta con mayor frecuencia de las 8 a 11 de la mañana y de 2 a 3 de la tarde.

El aporte del Sistema Solar Térmico se estima en un 34 % de la demanda total del calor, considerando que necesitan calentar 0.9 m³ de agua por día a 85 °C. El costo total de la instalación y monitoreo del sistema es de US\$ 6,753.4 para un periodo de recuperación de 4 años.



I OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

- Desarrollar en conjunto la inversión para la adquisición de un Sistema Solar Térmico para el calentamiento del agua, así como la asistencia técnica por parte del CPML-N que asegure la correcta elección del sistema, instalación y puesta en marcha.

1.1.1 Objetivos específicos

- Brindar asistencia técnica para la selección de proveedores del sistema solar térmico a adquirir.
- Facilitar la adquisición del subsidio para la compra del sistema solar.
- Supervisar la instalación del sistema solar térmico.
- Monitorear los resultados del sistema instalado para verificar la efectividad de su funcionamiento.

II DISTRIBUCIÓN PREVIA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Antes de montar e instalar el sistema solar térmico en Finca Santa Clara se realizó una visita en dichas instalaciones con el propósito de identificar los espacios disponibles, el tipo de estructura del techo y garantizar la conexión al sistema de distribución de agua caliente y los principales componentes del sistema (los colectores de placa plana y el tanque de almacenamiento de agua caliente). La figura 1 muestra el esquema del sistema solar térmico instalado.

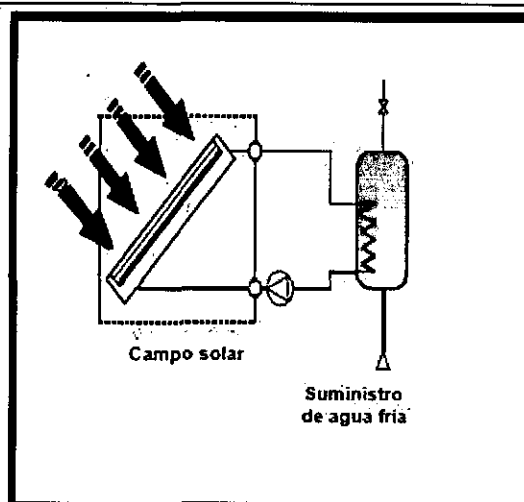


Figura 1. Esquema de los colectores y el tanque de almacenamiento.

En la inspección in situ se determinó que el tanque de almacenamiento de agua caliente se ubicara en el área de maquinas, los colectores de placa plana se colocarán en el tejado orientado hacia el sur con una inclinación de 12°.

En cuanto a la red de distribución de agua caliente la empresa instalara la tubería según lo estime conveniente. El agua caliente suministrada por el sistema tardará menos de un minuto en llegar al consumidor final por tener cortas distancias no más de 15 metros del área de proceso y el tanque de almacenamiento de agua caliente.

III DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

El Sistema Solar Térmico que se instaló en Finca Santa Clara está constituido esencialmente por 3 colectores para un total de 6 m² de placa plana, un tanque de almacenamiento de agua caliente con intercambiador de calor incorporado, una bomba para hacer circular el agua en el sistema y accesorios como válvulas y controladores de presiones y temperaturas.

En la tabla 1, se muestra los componentes del sistema solar térmico.



3.1 Colectores de Placa Plana

A través de la radiación solar los colectores de placa plana elevan la temperatura del agua a 80 °C, estos pueden ser conectados en serie o paralelo, tienen un peso total de 45 kg por colector cargado de agua. En Finca Santa Clara se instalaron un total de 3 colectores conectados en serie.



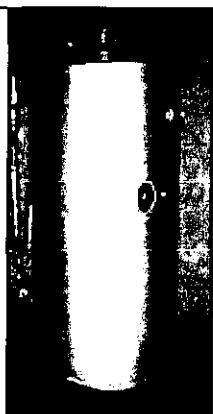
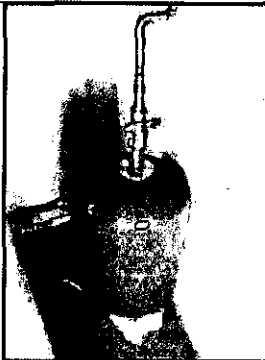
3.2 Bomba de Recirculación y sus accesorios.

La bomba de recirculación de agua se encuentra protegida en una caja de poliuretano, acoplada en sus extremos a un termómetro de color azul de 160 °C máximos y un visor de nivel de agua con su llave de purga, a esta línea se le conoce como línea de baja temperatura.

La línea que se encuentra en paralelo a la bomba se le conoce como línea de alta temperatura y esta cuenta con un termómetro de color rojo de 160 °C máximos conectado a un vaso extractor de aire (purgador).

En la parte superior de la línea de baja temperatura se encuentra un manómetro de 6 bar como máximos, el cual se encuentra acompañado de una válvula de alivio y una llave de pase que permite llenar o vaciar de agua el sistema.



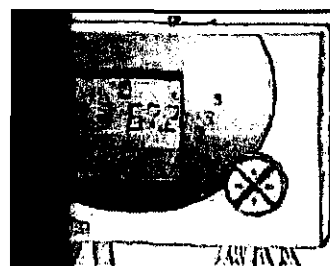
| | |
|--|--|
| <p>3.3 Tanque de Almacenamiento</p> <p>El tanque de almacenamiento de agua caliente con capacidad de 300 litros, está conformado por dos intercambiadores de calor. Estos se encuentran, ubicados en posición transversal con respecto a la superficie lateral del tanque, dispuestos, uno en la parte inferior conectado a las tuberías de alta y baja temperatura del sistema, y el otro en la parte superior, este último intercambiador se utiliza cuando existe un sistema de respaldo. El tanque también cuenta con una barra de magnesio que evita que se oxiden las paredes del mismo y un termómetro de 120 °C máximos que permite conocer la temperatura interior de tanque.</p> <p>La entrada de agua fría al sistema se realiza por la parte inferior del tanque y la salida del agua caliente por el centro de la parte superior del tanque.</p> |  |
| <p>3.4 Vaso de Expansión</p> <p>El vaso de expansión (con capacidad de 50 litros) es un dispositivos que ayuda a mantener estable la presión en el sistema; esto es posible debido a que en su interior cuenta con una membrana plasmática.</p> |  |
| <p>3.5 Unidad de Control Electrónico</p> <p>El controlador electrónico del sistema solar térmico facilita el monitoreo de los parámetros de funcionamiento del sistema, como son: Temperatura del agua en el terminal inferior de salida del intercambiador de calor, temperatura del agua en el</p> | |

terminal de salida del colector derecho aguas arriba, temperatura del agua en la parte superior del tanque de almacenamiento, radiación solar y calor solar útil generado.

Para el sistema se instaló un controlador electrónico que permite monitorear el funcionamiento de la bomba del sistema, las diferentes temperaturas en el sistema, el flujo de agua a través de la tubería de los colectores y la energía aprovechada.

Resumen de las funciones:

- 6 entradas para sensores
- 1 salida regulable por número de revoluciones
- 2 salidas adicionales (con módulo de relés adicional) reequipables posteriormente
- 1 salida analógica de 0-10 voltios
- 3 funciones diferenciales, mínimas y máximas respectivamente
- Protección del acumulador y protección anticorrosiva (potenciostato) integradas
- Calorímetro integrado
- Reloj de contactos, programable libremente
- Pantalla clara con símbolos diversos
- Hora y fecha
- Líneas de datos (para evaluar la temperatura en el ordenador via D-LOGGUSB order BL-USB)
- Control de funcionamiento de la instalación
- Función de arranque solar, limitación de sobrecalentamiento del colector y función de protección contra heladas
- Protección contra sobretensiones en todas las entradas



IV PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

4.1 Conexión e instalación de los colectores de placa plana.

Los colectores solares se conectaron en serie y para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

- Preparar las terminales de cada colector para soldarles los conectores (Ver figura 2.a).
- Unir, ajustar y fijar los soportes de aluminio en posición transversal a la inclinación aguas abajo y aguas arriba del techo del edificio para sujetar los 3 colectores solares (Ver figura 2.b).

Figura 2.a Unión con soldadura de los conectores a los paneles



Figura 2.b Unión de los soportes de los colectores al techo.

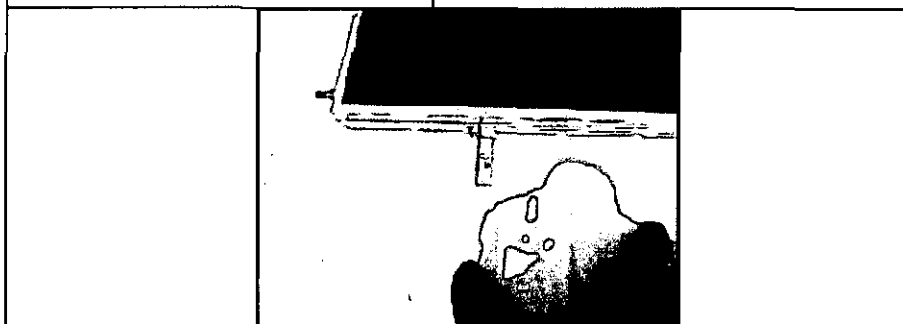
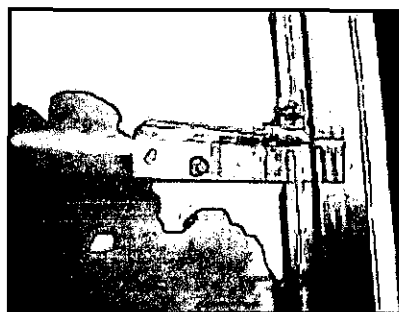




Figura 2.c Instalación de los colectores en los soporte de aluminio

Figura 2. Transporte e instalación de los colectores en Finca Santa Clara.

- Acoplar los colectores con los terminales de unión hembra y macho, colocando un separador de flujo cada dos colectores, esto provoca que el flujo de agua cambie de dirección y aumente el recorrido de esta, obteniendo una mayor captación de energía proveniente del sol.

La conexión de este tipo permite reducir las pérdidas en las tuberías y utilizar una bomba de menos potencia para circular el agua del circuito primario.

4.2 Conexión e instalación del tanque de almacenamiento de agua caliente.

- Transportar el tanque de almacenamiento a su respectivo posición:
- Cubrir la superficie exterior de los tanques con un material aislante para evitar pérdidas del calor.
- Conectar reductores roscados en la entrada y salida del intercambiador de calor del tanque y soldar en ellos los tubos cortos de 18 mm de diámetro.
- Unir el terminal de la parte superior del intercambiador con la tubería proveniente de los colectores solares pasando por el kit de la bomba, y el terminal inferior del intercambiador con una Tee acoplada a una unión hembra roscado para conectar un sensor de temperatura.
- Conectar un reductor roscado en el orificio inferior del tanque y unirlo a una tubería de 22 mm, en este punto entrará el agua fría al sistema, proveniente de la red de distribución.
- La instalación de tubería galvanizada para el consumo de agua caliente en la parte superior del tanque.
- Tapar los agujeros restantes con tapones machos roscados.

4.3 Conexión e instalación del kit de bomba.

Se instalaron un kit de bomba, para el sistema, la instalación se realizó de la siguiente manera.

- Se soldaron cuatro tubos de 22 mm de diámetro a la caja protectora de las bombas para conectar la tubería del sistema primario.
- Se fijó a la pared la caja que contiene la bomba, al lado del tanque de almacenamiento de agua caliente.

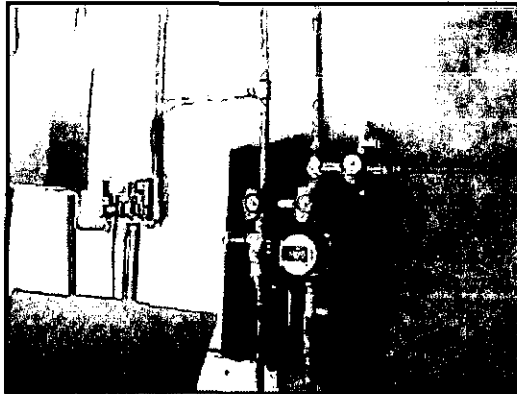


Figura 4. Instalación de la bomba

4.4 Conexión entre el tanque de almacenamiento y la caja de la bomba.

Una vez que se tienen las esperas en las tuberías de la bomba y del tanque de almacenamiento se procede a:

- Conectar la tubería de alta temperatura (esta tubería es la línea entre la terminal inferior de la caja de la bomba que tiene el termómetro de color rojo, y el terminal superior del intercambiador de calor); para esto se utiliza tubería de 18 mm y codos de 90 grados.
- Conectar la tubería de baja temperatura (esta tubería es la línea entre la terminal inferior de la caja de la que tiene el termómetro de color azul, y una electroválvula en posición vertical).
- Unir con soldadura el terminal de la electroválvula con tubería de 18 mm y accesorios como tee, codos, uniones, entre otros.

¹ El circuito primario es la conexión de tuberías entre los colectores, la bomba y el intercambiador de calor del tanque.



4.5 Conexión entre la caja de la bomba y los colectores.

- Unir la tubería superior de baja temperatura de la bomba al terminal de los colectores en el extremo más lejano de estos con una tubería de 18 mm de diámetro.
- Fijar la tubería de 18 mm con clips.
- Conectar la tubería superior de alta temperatura de la bomba con el terminal de los colectores en el punto más cercano a la bomba con tubería de 18 mm.

4.6 Conexión de la tubería de agua fría con el tanque de almacenamiento térmico.

Para conectar la tubería de alimentación de agua fría con el tanque de almacenamiento de agua caliente, fue necesario realizar los siguientes pasos:

- Conectar en la espera de alimentación del tanque una Tee que vaya soldada a una válvula de pase para llenar el sistema con una fuente de agua.
- Conectar una ramificación para alimentar el mezclador de flujo con la salida del agua caliente del tanque.
- Una vez conectada toda la tubería con la bomba y el intercambiador de calor, se realizó la prueba con aire a presión² para identificar puntos de fugas en las uniones y soldaduras, esto permite reparar las fugas antes de rellenar el sistema
- Aislar la tubería del sistema que se encuentra dentro del edificio con lana de roca, y la tubería que se encuentra en el exterior del edificio con aislante de caucho.

4.7 Conexión de la tubería de la caja de la bomba al vaso de expansión.

² La prueba de presión se realizó utilizando un compresor de aire que se conecta al sistema y se lleva a una presión de 4 bares por 2 Horas.



- Conectar el vaso de expansión con el manómetro de 6 bares que se encuentra en la parte superior de la tubería de baja temperatura de la bomba, para esta conexión se utilizó tubería de 18 mm de diámetro y codos de 90 grados.

4.8 Conexión de la unidad de control electrónico.

Esta unidad de control se conectó de la siguiente forma:

- Fijar la base del controlador en la pared, a la par del panel de alimentación de energía.
- Energizar dicha base conectando un cable protoduro con la fuente de alimentación de energía. Los hilos del cable protoduro se conectan, uno al polo tierra, otro al neutro y el último a la línea positiva de la red.
- Conectar la bomba de recirculación de agua a la base del controlador utilizando un cable protoduro, esta conexión se realizó de la misma forma como se conectó la base del controlador con la fuente de alimentación.
- Conectar en la base del controlador la electroválvula que está antes de la bomba de recirculación, ésta se conectó con un cable de un solo hilo en el puerto del S6 digital (regleta de sensores).
- Conectar el sensor de alta temperatura que se encuentra en el colector más cercano hacia la bomba. Para esta conexión es necesario un cable de dos hilos, los cuales se conectan a la regleta de sensores.
- Conectar el sensor de temperatura en el terminal inferior del intercambiador de calor del tanque, colocando el sensor unido a un cable de dos hilos al bulbo que está enroscado en este punto, el otro extremo del cable conectarlo a la base del controlador en los puertos de S2.
- Instalar el sensor de temperatura en el tanque de respaldo, este sensor mide la temperatura a la que está llegando el agua proveniente del tanque de almacenamiento de agua caliente.

La instalación del sistema solar térmico en Finca Santa Clara presenta una distribución de componentes, tuberías y accesorios como se muestra en los



anexos II y III, en los cuales se muestra el esquema hidráulico y especificaciones técnicas.

V FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

El sistema solar térmico instalado en Finca Santa Clara comprende de un tanque de almacenamiento de agua caliente cada uno con una capacidad de 300 litros.

Para que el sistema funcione, éste debe ser llenado primeramente con agua, la cual se inyecta con la utilización de una bomba externa de 0.79 Hp; la manguera de descarga de esta bomba se conecta en el terminal inferior del intercambiador de calor que es la línea de entrada del agua a baja temperatura. Antes de bombear el agua en el sistema, la tubería del vaso de expansión debe estar desconectada para que a este no se le introduzca agua; al desconectar esta tubería, el agua que entra al sistema no se saldrá de ella, ya que el terminal de conexión tiene una unión de retención de líquido.

La carga inicial del sistema se realiza a una presión de 3 bar, posteriormente se conecta el vaso de expansión con una presión de 2.5 bar y se llena con un poco más de agua hasta que la presión en el sistema quede en 3.5 bar, esta presión es visualizada en el manómetro de la bomba.

Una vez que el sistema se cargó totalmente con agua, se encendió la bomba del sistema para iniciar el proceso de calentamiento agua.

El agua que se encuentra en los colectores absorbe el calor transmitido por la radiación solar, para luego transmitirlo al tanque de almacenamiento a través del intercambiador de calor. El agua que se encuentra en el tanque se calienta gradualmente a medida que la radiación solar aumente y la recirculación del agua se mantenga en el sistema. Este calentamiento se detendrá hasta que la temperatura en el interior del tanque llegue a 80 °C que es el límite de temperatura a la que estará trabajando el sistema.

Al momento de que la temperatura del agua dentro del tanque disminuye hasta 75°C, el controlador automático activará la bomba para que se repita el ciclo de calentamiento de agua y alcance otra vez los 80°C.

Financiado por:

Cooperación Austriaca
para el Desarrollo





VII MONITOREO DEL SISTEMA TÉRMICO SOLAR

A partir de la instalación del el sistema solar térmico se llevará a cabo un monitoreo de los parámetros que registra el controlador automático y los datos tomados por el medidor de flujo, con el propósito de obtener información real del potencial de aprovechamiento de la radiación solar en el país, utilizar indicadores de generación de energía solar por área de colector, conocer pérdidas de calor por distancia y conocer los indicadores de consumo de agua caliente por día de proceso. Para conocer los valores de estos parámetros se elaboró una lista de verificación de pruebas que se le realizarán al sistema térmico cada mes por un período de 6 meses, la cual se muestra a continuación.

- 1- Verificar que las uniones roscadas no tengan fugas de agua.
- 2- Asegurarse que los sensores no estén fuera de su punto de contacto.
- 3- Verificar que la bomba de recirculación de agua esté funcionando.
- 4- Verificar que no exista aire en el sistema mediante el visor debajo de la bomba.
- 5- Realizar pequeñas purgas de aire, ya sea el vaso de purga o en salida de los colectores, en caso de ser necesario.
- 6- Verificar que los conductores que entran al controlador electrónico se encuentren conectados.
- 7- Asegurarse que el breaker de alimentación de energía este en posición de encendido.
- 8- Verificar que la presión del manómetro se encuentre a 3.5 bar.
- 9- Revisar las temperaturas en los termómetros que están en la bomba muestren una temperatura alta y otra baja comparándolas con el termómetro del tanque.
- 10- Descargar la información almacenada en el controlador electrónico utilizando el programa del mismo en una computadora para su respectivo análisis.
- 11- Verificar que el aislante de las tuberías se encuentre en óptimas condiciones.
- 12- Comprobar que la barra de magnesio no esta corroída, para esto será necesario sacarla del tanque.



VIII ANEXOS

Desarrollado por:

Cooperación Austríaca
para el Desarrollo





Anexo III. Certificación de grado alimenticio de los tanques de almacenamientos.

OOA
Zertifikat

Das OOA-Zertifikat ist die Arbeitsanweisung für die Rückmeldung der Qualität der

Austria Email AG
8720 Knittelfeld

Austria
Gütezeichen



La de registro de

Wärmeispeicher
elektrische Einbaueinheiten
(Eingelegte Typenliste)

Standort: JUSZAD 101, Wien

Registrierungs Nr. 10, 11 & 1
Gültig bis 31. Dezember 2009



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Small text]





ZERTIFIKAT • CERTIFICATE • ZERTIFIKAT • CERTIFICADO • CERTIFICAT



Kilgerstraße 6

ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle
der TÜV Bayern Landesgesellschaft Österreich GmbH
bestätigt, dass die Organisation

Austria Email AG

Austrinstraße 6
A-8720 Krümmfeld

Norden Gaslingbereich

Entwicklung, Produktion und Verkauf von
emailierten Warmwasserelementen und
Warmwasserspeichern

ein Qualitätsmanagementsystem
eingeführt hat und anwendet

Durch ein Audit, Bericht-Nr. 153855

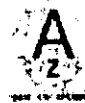
wurde der Nachweis erbracht, dass die Anforderungen der

ISO 9001 : 2000

erfüllt sind. Dieses Zertifikat ist gültig bis August 2008

Zertifikat-Registrier-Nr. 01530636

Kurt Kiefer
Wien 2007/12/27



Zertifizierungsstelle
der TÜV Bayern Landesgesellschaft Österreich GmbH
Gesamthaus Krümmfeld 6, A-8720 Krümmfeld, Wien 2007/12/27





Zertifikat über ein DVGW Prüfzeichen
certificate for a DVGW test mark

DIN-14133M677
Kochgeschüss
high boiler (enamel)

Anwenderbereich / Field of application: Produkte der Wasserleitungs- und Sanitärtechnik (1997) / Products for water supply and plumbing (1997)

Zertifizierender / certifier: Amt's Ernte AG, Am Altenweg 8, A-4720 Kirchbühl

Hersteller / manufacturer: Amt's Ernte AG, Am Altenweg 8, A-4720 Kirchbühl

Produktion / product category: Freizeitschwimmer; Schwimmring aus Kunststoff, in fünf Beinhaken mit Durchmesser-Abmessungen (14 C)

Produktbeschreibung / product description: Spielzeug-Schwimmring (14 C)

Modell / model: HT...

Prüfberichte / test reports: Nachweis ZS 02140402 vom 03.07.2007 (12A)
Nachweis C 0282614 vom 27.03.2004 (10A)

Prüfungsort / field of application: DVGW VP 671 422 C (100)
BDAATM (1731 (17))

Ausstellungsdatum / AZ / date of issue: 03.07.2007 / 03-07-2007

[Handwritten signature]



DVGW Deutsche Institution für Gas und Wasserfachtechnik
Technische Universität München
Zertifizierungsstelle
Am Altenweg 8
A-4720 Kirchbühl
Telefon: +49 4720 87 10 667
Telefax: +49 4720 87 10 668

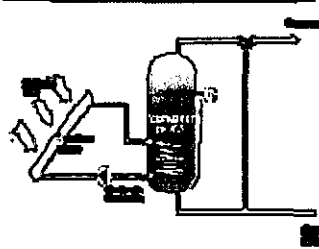
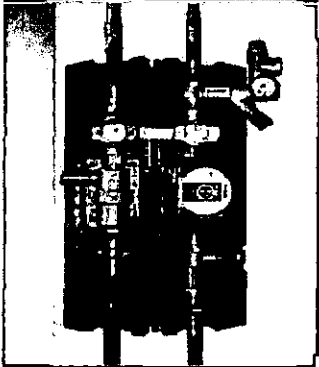
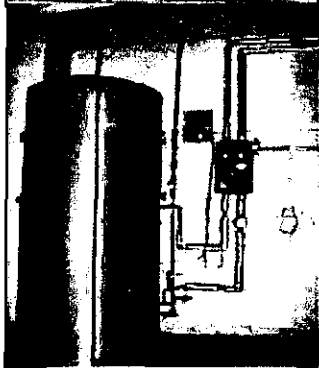
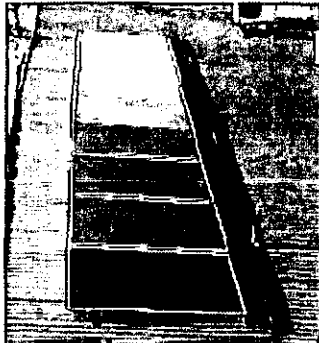


Material demand for solar thermal plants at Santa Clara

| | | Material Demand – Santa Clara | |
|---------|--------|--|------|
| Plant | | Santa Clara | |
| Company | | Collector 6.0m ² Storage 300 Litre Soltech | |
| | | Stück | |
| 1 | GOT | Kollektoren mit 4 Anschlüssen m ² | 3 |
| 2 | GOT | Kollektoren mit 2 Anschlüssen m ² | |
| 3 | GOT | Befestigung für Kollektoren m ² | 6 |
| 4 | GOT | Dichtungen Klingerith | 8 |
| 5 | GOT | Entlüftungstopf händisch für CU 22x1 | 1 |
| 6 | Kreutz | Warmwasser Boiler mit zwei Solarregister 300 Liter mit Weichschaumdämmung | 1 |
| 7 | Kreutz | Warmwasser Boiler mit einem Solarregister 300 Liter mit Weichschaumdämmung | |
| 8 | Kreutz | E-Patrone EHKC 3,3 kW Einschraubbar 5/4" | |
| 9 | BBM | CU-Rohr hh 18 | 30 m |
| 10 | BBM | CU-Muffe 18 | 10 |
| 11 | BBM | CU-Bogen 90° FR 18 | 20 |
| 12 | BBM | CU-Bogen 90° RR 18 | 20 |
| 13 | BBM | CU-Bogen 45° FR 18 | 10 |
| 14 | BBM | CU-Bogen 45° RR 18 | 10 |
| 15 | BBM | CU-Rohr hh 22x1 | 5 |
| 16 | BBM | CU-Muffe 22 | 4 |
| 17 | BBM | Kappen CU 22 | 4 |
| 18 | BBM | CU-Bogen 90° FR 22 | 5 |
| 19 | BBM | CU-Bogen 90° RR 22 | 5 |
| 20 | BBM | CU-Bogen 45° FR 22 | 5 |
| 21 | BBM | CU-Bogen 45° RR 22 | 5 |
| 22 | BBM | T-Stück CU-22 egal | 3 |
| 23 | BBM | Rotguss-Lötbock CU 22x3/4" | 6 |
| 24 | BBM | Rotguss-Sauger 22x3/4" | 10 |
| 25 | BBM | Rotguss-Lötbock CU 22x1/2" | 4 |
| 26 | BBM | Rotguss T-Stück 22x1/2"x22 | 4 |
| 27 | BBM | CU-Reduktion 22-18 | 8 |
| 28 | BBM | Rotguss-Lötbock CU 22x1" | 4 |
| 29 | BBM | Rotguss-Sauger 22x1" | 6 |
| 30 | BBM | Rohrverschraubung 22 | 5 |
| 31 | BBM | Putzvlies 10 Stk | 1 |
| 32 | BBM | Weichlot L SnCu3 Spule 250g | 1 |
| 33 | BBM | Lötpaste deguft | 1 |
| 34 | BBM | Sicherheitsventil 6bar | 1 |
| 35 | BBM | Sicherheitsventil 3bar | 1 |
| 36 | BBM | Thermometer mit Tauchhülse 1/2" Länge 45mm Typ 2 | 3 |
| 37 | BBM | Manometer AG 1/2" | 1 |
| 38 | BBM | Solarstation Flowcon Duo für Pumpe WiloStar 16U-15 für 110 Volt mit Flowmeter 1-13l/min und Air Stop | 1 |

| | | | | |
|----|------------|--|---|----|
| 39 | BBM | PAW Lufttopf Airstop | | 1 |
| 40 | BBM | Umwälzpumpe Wilo Star 16U-15/110 | | |
| 41 | | Solar Pumpe DC 12-22 Volt | | 1 |
| 42 | | Rückschlagklappe solar 3/4" | | 1 |
| 43 | BBM | Rückschlagklappe solar 1" | | 1 |
| 44 | BBM | KFE-Hahn 1/2" | | 2 |
| 45 | BBM | Kugelhahn 3/4" | | 2 |
| 46 | Kreutz | AG 50 Liter für solar | | 1 |
| 47 | Kreutz | AG 200 Liter für solar | | |
| 48 | Kreutz | Schnellkupplung für AG 50 liter | | 1 |
| 49 | Kreutz | Schnellkupplung für AG 200 liter | | |
| 50 | TA | ESR 21 | | |
| 51 | TA | 3-Kreis Regelung mit Fühler UVR 61-3 | 1 | |
| 52 | | 3-Kreis Regelung mit Fühler PV UVR 61-4 12-24Volt | | |
| 53 | TA | Tauchhülse TH 40 | | 2 |
| 54 | TA | Tauchhülse TH 140 | | 2 |
| 55 | TA | Metallverschraubung | | 4 |
| 56 | BBM | Fühlerkabel 2x1mm | | 10 |
| 57 | BBM | Stromkabel 3x1,5mm ² | | 15 |
| 58 | BBM | Hanf | 1 | |
| 59 | BBM | Locherpaste geeignet für Solaranlagen | | 1 |
| 60 | BBM | Locherpaste geeignet für Warmwasseranlagen | | |
| 61 | Kreutz | Brauchwassermischer 1" EBWM25 | | 1 |
| 62 | Austroflex | Dämmung Steinwolle alukaschiert 17/20 | | 15 |
| 63 | Austroflex | Dämmung Aeroflex 18/20 | | 10 |
| 64 | Austroflex | Klebeband Aeroflex | | 1 |
| 65 | Austroflex | Aluklebeband | | 1 |
| 66 | Austroflex | Abdeckung für Aeroflex | | |
| 67 | BBM | Rohrschellen mit Gummieinlage für Cu18 | | 10 |
| 68 | BBM | Stockschrauben 8x100 | | 10 |
| 69 | BBM | Entlüftungsventil 1/2" Metall | | 1 |
| 70 | BBM | Entlüftungsschlüssel | | 1 |
| 71 | BBM | Dübel S10 | | 8 |
| 72 | BBM | Stromversorgung PV Modul 75 Watt mit Akku, Laderegler, Converter | | |
| 73 | BBM | Kaltwasserzähler 3/4" | | 1 |
| 74 | TA | Datalogger | | 1 |

ANNEX 5 – La Posada Don Pantaleón– Installation Report



CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA NICARAGUA

REPORTE DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO EN EL "HOTEL LA POSADA DON PANTALEÓN"

ELABORADO POR:
Equipo Técnico del CPmL-N
Con la colaboración del personal de la Empresa

Julio 2008

Financiado por la
Cooperación Austríaca
para el Desarrollo



INDICE

| | |
|---|----|
| Resumen Ejecutivo | 1 |
| I Objetivos | 2 |
| 1.1 Objetivo General | 2 |
| 1.2 Objetivos Especificos | 2 |
| ii Distribución Previa Del Sistema Solar Térmico | 2 |
| iii Descripción Del Sistema Solar Térmico | 2 |
| 3.1 Colectores De Placa Plana | 3 |
| 3.2 Bomba De Recirculación Y Sus Accesorios | 3 |
| 3.3 Tanque De Almacenamiento Hidrotérmico | 3 |
| 3.4 Vaso De Expansión | 4 |
| 3.5 Unidad De Control Electrónico | 4 |
| iv Proceso De Instalación Del Sistema Solar Térmico | 5 |
| 4.1 Conexión E Instalación De Los Colectores De Placa Plana | 5 |
| 4.2 Conexión E Instalación Del Tanque De Almacenamiento De Agua Caliente. | 6 |
| 4.3 Conexión E Instalación Del Kit De Bomba. | 7 |
| 4.4 Conexión Entre El Tanque De Almacenamiento Y La Caja De La Bomba | 8 |
| 4.5 Conexión Entre La Caja De La Bomba Y Los Colectores. | 8 |
| 4.6 Conexión De La Tubería De Agua Fria Con El Tanque De Almacenamiento Térmico | 8 |
| 4.7 Conexión De La Tubería De La Caja De La Bomba Al Vaso De Expansión. | 9 |
| 4.8 Conexión De La Unidad De Control Electrónico | 9 |
| V Funcionamiento Del Sistema Solar Térmico | 10 |
| Vii Check List Del Monitoreo Del Sistema Térmico Solar | 11 |
| Viii Anexos | 12 |



RESUMEN EJECUTIVO

La Instalación del Sistema Solar Térmico en el Hotel La Posada Don Pantaleón se realizó con el apoyo de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), a través del proyecto "NICATEC", en coordinación con la Universidad Nacional de Ingeniería. Su ejecución técnica está a cargo de AEE-INTEC y el Centro de Producción más Limpia de Nicaragua.

El hotel La posada de Don Pantaleón se encuentra ubicado en la ciudad de Managua, del colegio Teresiano, 1 cuadra al sur, ½ cuadra al oeste. Se dedica a brindar el servicio de hospedaje para Extranjeros principalmente y personas que se encuentran realizando negocios en Managua, tiene un total de 16 habitaciones dobles, la ocupación es del 71 %. Cuenta con 13 empleados, porque se considera una pequeña empresa según la clasificación del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC).

El sistema solar térmico se instaló en el periodo del 15 -18 de Julio 2008, el cual comprende una superficie de absorción de 16 m², un tanque térmico de almacenamiento de 1,000 litros, una bomba de 95 W de potencia. Este sistema térmico es de bajo flujo debido que el uso de agua caliente en el hotel se presenta con mayor frecuencia de las 6 a 9 de la mañana y de 6 a 9 de la noche.

El costo total del sistema solar térmico sin considerar los gastos de modificaciones realizadas por el hotel es de US\$ 14,500.00 dólares. El beneficio económico que recibe el Hotel por utilizar el sistema solar térmico es de US\$ 1,799.84 dólares al año, que equivalen a la reducción anual del consumo de energía eléctrica de 783 kWh/año.

I OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

- Desarrollar en conjunto la inversión para la adquisición de un Sistema Solar Térmico para el calentamiento de agua para utilizarse en las duchas de las habitaciones del hotel, así como la asistencia técnica por parte del CPmL-N que asegure la correcta elección del sistema, instalación y puesta en marcha.

1.2 Objetivos específicos

- Brindar asistencia técnica para la selección de proveedores del sistema solar térmico a adquirir.
- Facilitar la adquisición del subsidio para la compra del sistema solar.
- Supervisar la instalación del sistema solar térmico.
- Monitorear los resultados del sistema instalado para verificar la efectividad de su funcionamiento.

II DISTRIBUCIÓN PREVIA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Antes de montar e instalar el sistema solar térmico en el hotel La Posada Don Pantaleón se realizó una visita en dichas instalaciones con el propósito de identificar los espacios disponibles, el tipo de estructura del techo y garantizar la conexión al sistema de distribución de agua caliente y los principales componentes del sistema (los colectores de placa plana y el tanque de almacenamiento de agua caliente).

En la inspección in situ se determinó que el tanque de almacenamiento de agua caliente cerca de los colectores de placa plana, aprovechando la estructura del edificio.

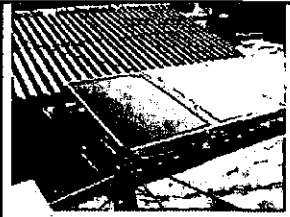
III DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

El sistema solar térmico que se instaló en el hotel La Posada Don Pantaleón está constituido esencialmente por 8 colectores de placa plana, un tanque de almacenamiento con intercambiador de calor incorporado, una bomba para hacer circular el agua en el sistema y accesorios como válvulas y controladores de presiones y temperaturas.

En la tabla 1 se muestra los componentes del sistema solar térmico.

3.1 Colectores de Placa Plana

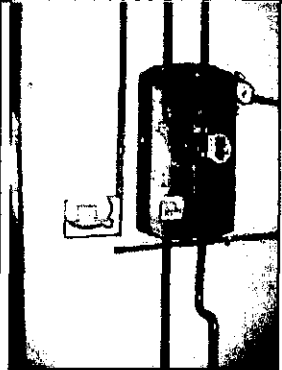
A través de la radiación solar los colectores de placa plana elevan la temperatura del agua a 80 °C, estos pueden ser conectados en serie o paralelo, tienen un peso total de 43 kg por colector cargado de agua. En el hotel se instalaron un total de 7 colectores conectados en serie.



3.2 Bomba de Recirculación y sus accesorios.

La bomba de recirculación de agua se encuentra protegida en una caja de poliuretano, acoplada en sus extremos a un termómetro de color azul de 160 °C máximos y un visor de nivel de agua con su llave de purga, a esta línea se le conoce como línea de baja temperatura. La línea que se encuentra en paralelo a la bomba se le conoce como línea de alta temperatura y esta cuenta con un termómetro de color rojo de 160 °C máximos conectado a un vaso extractor de aire (purgador).

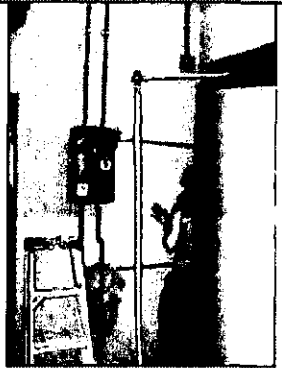
En la parte superior de la línea de baja temperatura se encuentra un manómetro de 6 bares máximos, el cual se encuentra acompañado de una válvula de alivio y una llave de pase que permite llenar o vaciar de agua el sistema.



3.3 Tanque de Almacenamiento Hidrotérmico

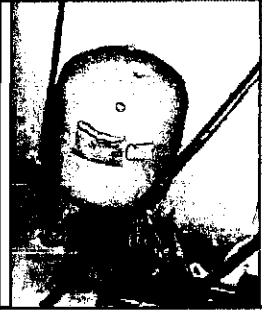
El tanque de almacenamiento de agua caliente con capacidad de 1,000 litros está conformado por dos intercambiadores de calor. Estos se encuentran ubicados en posición transversal con respecto a la superficie lateral del tanque, dispuestos, uno en la parte inferior conectado a las tuberías de alta y baja temperatura del sistema, y el otro en la parte superior, este último intercambiador se utiliza cuando existe un sistema de respaldo, en el caso del hotel no se empleó este último intercambiador debido a que no fue necesario conectar un sistema de respaldo. El tanque también cuenta con una barra de magnesio que evita que se oxiden las paredes del mismo y un termómetro de 120 °C máximos que permite conocer la temperatura interior de tanque.

La entrada de agua fría al sistema se realiza por la parte inferior del tanque y la salida del agua caliente por el centro de la parte superior del tanque.



3.4 Vaso de Expansión

Los vasos de expansión (con capacidad de 80 litros) son pequeños tanques que ayudan a mantener estable la presión en el sistema; esto es posible debido a que en su interior cuenta con una membrana plasmática que contiene oxígeno. La presión que tiene este gas en el interior del tanque permite que el vapor de agua producido en el sistema se aloje dentro de él, impidiendo daño en la tubería primaria.



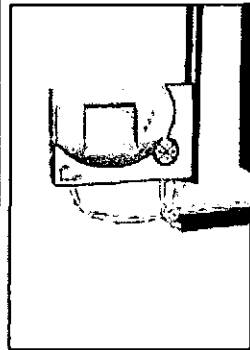
3.5 Unidad de Control Electrónico

El controlador electrónico de los sistemas solares térmicos facilita el monitoreo de los parámetros de funcionamiento del sistema, como son: temperatura del agua en el terminal inferior de salida del intercambiador de calor, temperatura del agua en el terminal de salida del colector derecho aguas arriba, temperatura del agua en la parte superior del tanque de almacenamiento, radiación solar y calor solar útil generado.

Para el sistema se instaló un controlador electrónico que permite monitorear el funcionamiento de la bomba del sistema, las diferentes temperaturas en el sistema, el flujo de agua a través de la tubería de los colectores y la energía aprovechada:

Resumen de las funciones:

- 6 entradas para sensores
- 1 salida regulable por número de revoluciones
- 2 salidas adicionales (con módulo de relés adicional) reequipables posteriormente
- 1 salida analógica de 0-10 voltios
- 3 funciones diferenciales, mínimas y máximas respectivamente
- Protección del acumulador y protección anticorrosiva (potenciostato) integradas
- Calorímetro integrado
- Reloj de contactos, programable libremente
- Pantalla clara con símbolos diversos
- Hora y fecha
- Líneas de datos (para evaluar la temperatura en el ordenador vía D-LOGGUSB order BL-USB)
- Control de funcionamiento de la instalación
- Función de arranque solar, limitación de sobrecalentamiento del colector y función de protección contra heladas
- Protección contra sobretensiones en todas las entradas



IV PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

4.1 Conexión e instalación de los colectores de placa plana.

Los colectores solares se conectarán en serie, y para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

- Preparar las terminales de la tubería de recirculación de circuito primario (Ver figura 2.a).
- Unir, ajustar y fijar los soportes de aluminio en posición transversal a la inclinación aguas abajo y aguas arriba del techo de cada edificio para sujetar los 8 colectores solares.
- Transportar los colectores al techo, luego instalarlos encima de los soportes de aluminio de tal manera que estos descansen en la ceja del soporte inferior para evitar que se deslicen (Ver figura 2.c).



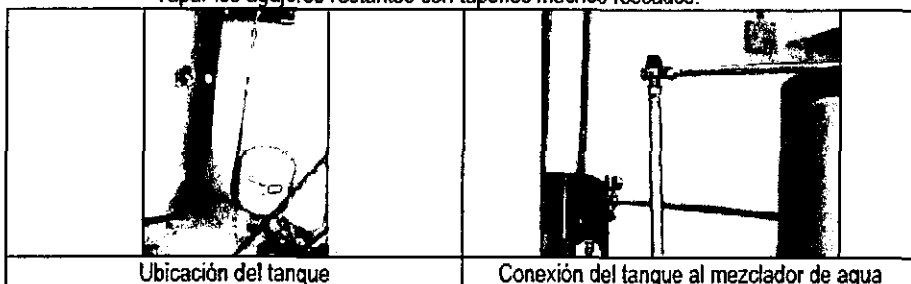
Figura 2. Transporte e instalación de los colectores en el hotel.

- Acoplar los colectores con los terminales de unión hembra y macho, obteniendo una mayor captación de energía proveniente del sol.
- Conectar al terminal aguas abajo del colector un tubo corto (este lleva soldado en sus extremos un conector hembra roscado) quedando como espera de conexión.

- Conectar el terminal aguas arriba del colector con tubos cortos de 22 mm que están soldados a una Tee y a un conector hembra roscado. A esta Tee se conecto al vaso de extracción de aire (vaso purgador) y en el otro extremo de este vaso se conectó el tubo, quedando como espera de conexión.

4.2 Conexión e instalación del tanque de almacenamiento de agua caliente.

- Transportar el tanque de almacenamiento a su respectiva posición:
- Cubrir la superficie exterior del tanque con un material aislante para evitar pérdidas del calor.
- Conectar reductores roscados en la entrada y salida del intercambiador de calor del tanque y soldar en ellos tubos cortos de 22 mm de diámetro:
- Unir el terminal de la parte superior del intercambiador con la tubería proveniente de los colectores solares pasando por el kit de la bomba, y el terminal inferior del intercambiador con una Tee acoplada a una unión hembra roscado para conectar un sensor de temperatura.
- Conectar un reductor roscado en el orificio inferior del tanque y unirlo a una tubería de 22 mm, en este punto entrará el agua fría al sistema, proveniente de la red de distribución.
- Instalar dos reductores en el orificio central de la parte superior del tanque; soldar al reductor de menor diámetro un tubo de 22 mm de diámetro, en este punto saldrá el agua caliente al mezclador de agua para regularla a 55 °C.
- Instalar en cada tanque, un termómetro en el agujero más alto del tanque, una válvula de presión de 6 bares en el agujero más bajo y una barra de manganeso al centro para evitar la corrosión del mismo.
- Tapar los agujeros restantes con tapones machos roscados.



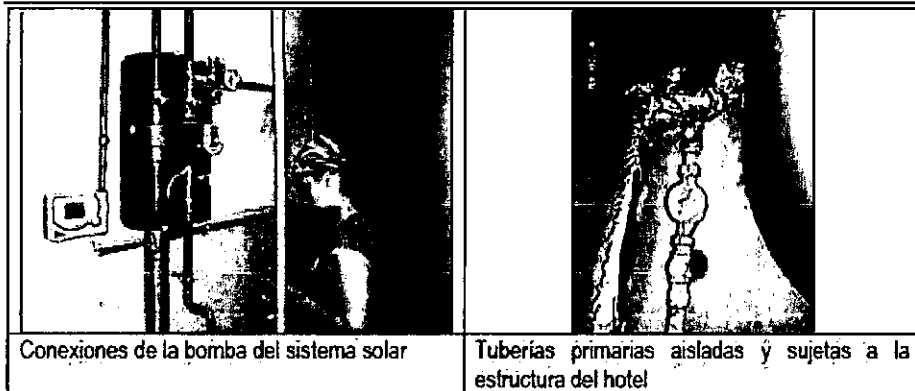


Figura 3. Traslado, ubicación del tanque de 1,000 litros e instalación de tuberías en el hotel.

4.3 Conexión e instalación del kit de bomba.

Se instalaron un kit de bomba, uno para cada sistema, la instalación se realizó de la siguiente manera.

- Se soldaron cuatro tubos de 22 mm de diámetro a la caja protectora de la bomba para conectar la tubería del sistema primario¹.
- Se fijó a la pared la caja que contiene la bomba, al lado de cada tanque de almacenamiento de agua caliente.

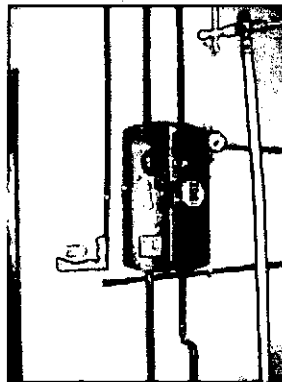


Figura 4. Instalación de la bomba

¹ El circuito primario es la conexión de tuberías entre los colectores, la bomba y el intercambiador de calor del tanque.

4.4 Conexión entre el tanqué de almacenamiento y la caja de la bomba.

Una vez que se tienen las esperas en las tuberías de la bomba y del tanque de almacenamiento se procede a:

- Conectar la tubería de alta temperatura (esta tubería es la línea entre la terminal inferior de la caja de la bomba que tiene el termómetro de color rojo, y el terminal superior del intercambiador de calor); para esto se utiliza tubería de 22 mm y codos de 90 grados.
- Conectar la tubería de baja temperatura (esta tubería es la línea entre la terminal inferior de la caja de la que tiene el termómetro de color azul, y una electroválvula en posición vertical que controla el encendido y apagado de la bomba).
- Unir con soldadura el terminal de la electroválvula con tubería de 22 mm y accesorios como tee, codos, uniones, entre otros.

4.5 Conexión entre la caja de la bomba y los colectores.

- Unir la tubería superior de baja temperatura de la bomba al terminal de los colectores en el extremo más lejano de estos con una tubería de 22 mm de diámetro.
- Fijar la tubería de 22 mm con clips.
- Conectar la tubería superior de alta temperatura de la bomba con el terminal de los colectores en el punto más cercano a la bomba con tubería de 22 mm.

4.6 Conexión de la tubería de agua fría con el tanque de almacenamiento térmico.

Para conectar la tubería de alimentación de agua fría con el tanque de almacenamiento de agua caliente, fue necesario realizar los siguientes pasos:

- Conectar en la espera de alimentación del tanque una Tee que vaya soldada a una válvula de pase para llenar el sistema con una fuente de agua.
- Conectar una ramificación para alimentar el mezclador de flujo con la salida del agua caliente del tanque.

- Una vez conectada toda la tubería con la bomba y el intercambiador de calor, se realizó la prueba hidrostática² para identificar puntos de fugas en las uniones y soldaduras, esto permite reparar las fugas antes de rellenar el sistema.
- Aislar la tubería del sistema que se encuentra dentro del edificio con lana de roca, y la tubería que se encuentra en el exterior del edificio con aislante de caucho.

4.7 Conexión de la tubería de la caja de la bomba al vaso de expansión.

- Conectar el vaso de expansión con el manómetro de 6 bares que se encuentra en la parte superior de la tubería de baja temperatura de la bomba, para esta conexión se utilizó tubería de 22 mm de diámetro y codos de 90 grados.

4.8 Conexión de la unidad de control electrónico.

La conexión eléctrica de las unidades de control electrónico se hizo en un breaker de 15 Amper y 110 Voltios. Estas unidades de control se conectaron de la siguiente forma:

- Fijar la base del controlador en la pared, a la par del panel de alimentación de energía.
- Energizar dicha base conectando un cable protoduro con la fuente de alimentación de energía. Los hilos del cable protoduro se conectan, uno al polo tierra, otro al neutro y el último a la línea positiva de la red.
- Conectar la bomba de recirculación de agua a la base del controlador utilizando un cable protoduro, esta conexión se realizó de la misma forma como se conectó la base del controlador con la fuente de alimentación.
- Conectar en la base del controlador la electroválvula que está antes de la bomba de recirculación, ésta se conectó con un cable de un solo hilo en el puerto del S6 digital (regleta de sensores).
- Conectar el sensor de alta temperatura que se encuentra en el colector más cercano a la bomba. Para esta conexión es necesario un cable de dos hilos, los cuales se conectan a la regleta de sensores.
- Conectar el sensor de temperatura en el terminal inferior del intercambiador de calor del tanque, colocando el sensor unido a un cable de dos hilos al bulbo que está enroscado en

² La prueba hidrostática se realiza utilizando un compresor de aire que se conecta al sistema y se lleva a una presión de 5 bares por 10 minutos.

este punto, el otro extremo del cable conectarlo a la base del controlador en los puertos de S2.

- Instalar el sensor de temperatura en el tanque de respaldo, este sensor mide la temperatura a la que está llegando el agua proveniente del tanque de almacenamiento de agua caliente.

La instalación del sistema solar térmico en el Hotel La Posada Don Pantaleón presenta una distribución de componentes, tuberías y accesorios como se muestra en los anexos II y III, en los cuales se muestra los esquemas hidráulicos de cada edificio acompañado de algunas especificaciones técnicas.

Haciendo una comparación de la distribución de los componentes esenciales del sistema realizada durante la primera visita técnica al hotel con la que realmente se instaló, se puede decir que la mayoría de los componentes esenciales del sistema se ubicaron en el lugar previamente planificado.

V FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

El sistema solar térmico instalado en el hotel La Posada Don Pantaleón comprende de un sistema de calentamiento de agua, los cuales abastecen a las habitaciones.

Para que el sistema funcione, este debe ser llenado primeramente con agua, la cual se inyecta con la utilización de una bomba externa de 0.79 Hp; la manguera de descarga de esta bomba se conecta en el terminal inferior del intercambiador de calor que es la línea de entrada del agua a baja temperatura. Antes de bombear el agua en el sistema, la tubería del vaso de expansión debe estar desconectada para que a este no se le introduzca agua; al desconectar esta tubería, el agua que entra al sistema no se saldrá de ella, ya que el terminal de conexión tiene una unión de retención de líquido.

La carga inicial del sistema se realiza a una presión de 3 bar, posteriormente se conecta el vaso de expansión y se llena con un poco más de agua hasta que la presión en el sistema quede en 3.5 bar, esta presión es visualizada en el manómetro de la bomba.

Una vez que el sistema se cargó totalmente con agua, se encendió la bomba del sistema para iniciar el proceso de calentamiento agua.

El agua que se encuentra en los colectores absorbe el calor transmitido por la radiación solar, para luego transmitirlo al tanque de almacenamiento a través del intercambiador de calor. El agua que se encuentra en el tanque se calienta gradualmente a medida que la radiación solar aumenta y la recirculación del agua se mantenga en el sistema. Este calentamiento se detendrá hasta que la temperatura en el interior del tanque llegue a 80 °C que es el límite de temperatura a la que estará trabajando el sistema.

La temperatura en el interior del tanque tiende a disminuir debido a la demanda de agua caliente por las duchas de las habitaciones del hotel, esto trae consigo la reposición inmediata de agua fría a través de la tubería de alimentación. Esta reposición de agua provocará que la temperatura que tiene el tanque disminuya de forma acelerada.

Al momento de que la temperatura del agua dentro del tanque disminuye hasta 75°C, el controlador automático activará la bomba para que se repita el ciclo de calentamiento de agua y alcance otra vez los 80°C.

VII CHECK LIST DEL MONITOREO DEL SISTEMA TÉRMICO SOLAR

A partir de la instalación del sistema solar térmico se llevará a cabo un monitoreo de los parámetros que registra el controlador automático y los datos tomados por el medidor de flujo, con el propósito de obtener información real del potencial de aprovechamiento de la radiación solar en el país, utilizar indicadores de generación de energía solar por área de colector, conocer pérdidas de calor por distancia y conocer los indicadores de consumo de agua caliente por persona. Para conocer los valores de estos parámetros se elaboró una lista de verificación de pruebas que se le realizarán al sistema térmico cada mes por un período de 6 meses, la cual se muestra a continuación:

- 1- Solicitar a la gerencia las lecturas del caudalímetro y el porcentaje de ocupación del hotel durante el período de monitoreo.
- 2- Verificar que las uniones roscadas no tengan fugas de agua.
- 3- Asegurarse que los sensores no estén fuera de su punto de contacto.
- 4- Verificar que la bomba de recirculación de agua esté funcionando.
- 5- Verificar que no haya aire en el sistema mediante el visor debajo de la bomba.
- 6- Realizar pequeñas purgas, ya sea el vaso de purga o en salida de los colectores, en caso de ser necesario.
- 7- Verificar que los conductores que entran al controlador electrónico se encuentren conectados.
- 8- Asegurarse que el breaker de alimentación de energía este en posición de encendido.
- 9- Verificar que la presión del manómetro se encuentre a 3.5 bar.
- 10- Revisar las temperaturas en los termómetros que están en la bomba muestren una temperatura alta y otra baja comparándolas con el termómetro del tanque.
- 11- Descargar la información almacenada en el controlador electrónico utilizando el programa del mismo en una computadora para su respectivo análisis.
- 12- Verificar que el aislante de las tuberías se encuentre en óptimas condiciones.
- 13- Comprobar que la barra de magnesio no está corroída, para esto será necesario sacarla del tanque.



VIII ANEXOS



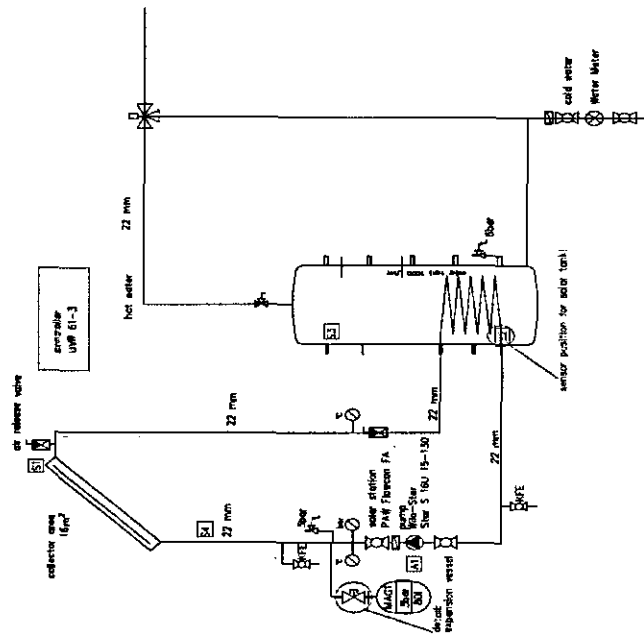
Anexo I. Descripción de los equipos utilizados en el sistema solar térmico

| Descripción de los equipos | Cantidad |
|---|----------|
| Colectores solares de placa plana | 8 |
| Tanque con aislante para agua caliente de 1,000 litros | 1 |
| Vaso de expansión con capacidad de 80 litros | 1 |
| Tubos de cobre de 22mm de diámetro (tubos de 5 m) | 10 |
| Aislante de fibra de vidrio (metros) | 10 |
| Aislante de polietileno (metros) | 40 |
| Válvula de purga de aire | 1 |
| Válvula de conexión del tanque de expansión | 1 |
| Válvula de seguridad (alivio) | 1 |
| Válvula de bola (sierre rápido) | 1 |
| Válvula de llenado de sistema | 3 |
| Controlador eléctrico | 1 |
| Unión de colectores | 16 |
| Soporte de colectores (aluminio) | 8 |
| Clips (bridas) | 18 |
| Pasta para soldar | 1.00 |
| Carrete de estaño | 1 |
| Angulares para fijación de colectores | 18 |
| Traslape largo de colectores | 6 |
| Perno | 18 |
| Perno de sujeción de angulares | 15 |
| Perno con arandela y tuerca para sujeción de angulares | 18 |
| Arandelas de 1/16 pulgada | 18 |
| Tuerca de 8 mm | 16 |
| Rollos de mecha de cabuya | 2.4 |
| Alambre eléctrico N° 12, 14 y 16 | 20 |
| Tapones galvanizados de 1/2" para sellar orificios del tanque | 5 |

| Descripción de los equipos | Cantidad |
|--|----------|
| Codos de cobre de 90 ° de 22 mm | 17 |
| Codos de cobre de 45 ° de 22 mm | 12 |
| Tee de cobre de 22 mm | 4 |
| camisa 22 mm | 18 |
| Unión lisa 22 mm-rosca M 3/4" | 12 |
| Unión lisa 22 mm-rosca M 1" | 1 |
| Reductor 1 1/2"X1" | 1 |
| Válvula Mezcladora de agua | 1 |
| Termómetro de 129 ° C temperatura máxima | 1 |
| Kit de bomba de 95 w | 1 |
| Tanque de gas Butano 190gr. Oxiturbo #483000 | 2 |
| Unión Hembra roscada 1/2" union lisa de 22mm | 9 |
| Papel de aluminio | 2.5 |
| Cinta de polietileno | 2.5 |



Anexo II. Esquema hidráulico del sistema solar



térmico

financiado por la
Cooperación Alemana
para el Desarrollo

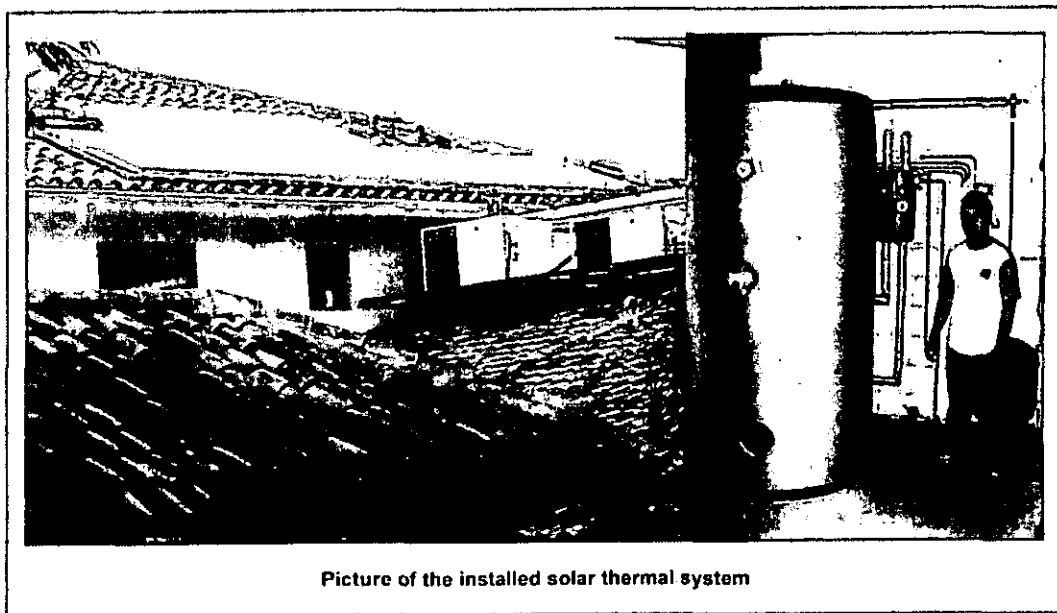


ANNEX 6 – Commissioning Reports

| COMMISSIONING REPORT | | | |
|--|---|--|---|
| Name of customer: Hotel Los Altos | | Telephone number: (505) 270-4410 | |
| Address of customer: Del colegio centro America 120 mts al sur. Managua, Nicaragua | | E-mail: losaltos@turbonet.com.ni | |
| Plant Description | | | |
| Collector (Type): <i>FK 2A8200 N</i> | Test certificate of the collector: DIN EN 12975-1 DIN EN 12975-2 Issuing body: DIN CERTCO Date: 30-03-2007 | Absorber material: <input type="checkbox"/> Aluminium <input type="checkbox"/> Copper ✓ <input type="checkbox"/> Absorber coating: <input type="checkbox"/> Solar paint <input type="checkbox"/> Selective coating ✓ | |
| Number of collectors: 7 | Total Collector area: 14m ² | Installed capacity: 9,8 kW | |
| Inclination of the collector: 25° | Type of installation: <input type="checkbox"/> on the roof ✓ <input type="checkbox"/> on a stand <input type="checkbox"/> | Azimuth: <input type="checkbox"/> north <input type="checkbox"/> north west <input type="checkbox"/> north east <input type="checkbox"/> south ✓ <input type="checkbox"/> south west <input type="checkbox"/> south east <input type="checkbox"/> west <input type="checkbox"/> east | |
| Tank (Type): <i>BSF 1000</i> | Capacity: 1000 litre | Tank material: <input type="checkbox"/> Enamaled steel ✓ <input type="checkbox"/> Stainless-steel <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> | |
| Piping (Type) | Collector -tank: <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Iron galvanized <input type="checkbox"/> Copper 22x1: ✓ ✓ Isolation (Aeroflex) ✓ Valve mounted | Cold water- piping: <input type="checkbox"/> PE ✓ <input type="checkbox"/> Iron galvanized <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> Valve mounted | Hot water- piping: <input type="checkbox"/> PE ✓ <input type="checkbox"/> Iron galvanized <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> Plastic pipe ✓ Isolation ✓ Valve mounted |
| Other components: | <input type="checkbox"/> Pump <input type="checkbox"/> Expansion vessel <input type="checkbox"/> Safety valve | Wilo Star 16U/15/110 80 Liter 6 bar | |

| | | |
|------------------------------|--|-----------------------------|
| Solar thermal system: | <input type="checkbox"/> One circle system | Backup heating: |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Pumped two circle system ✓ | |
| | | <input type="checkbox"/> No |

| | | |
|----------------------|---|---|
| System check: | Flashing of pipes, tank, valves, taps, before filling: | Pressure test: |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Yes ✓ | <input checked="" type="checkbox"/> Yes ✓ 4 bar |
| | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> no |
| | Pressure in expansion vessel: 3,0 bar | |
| | Pressure in the system: 3,4 bar | |
| | Flow rate: solar circle: 8 Liter/min | |



| | |
|--|-------------------|
| Date of Installation: | 24. -27 June 2008 |
| Date of Commissioning: | 04 July 2008 |
| The system is in full operation since: | 27 June 2008 |

Signature of the customer

Signature of the CEM expert

Signature of AEE INTEC expert
Responsible for commissioning

| COMMISSIONING REPORT FINCA SANTA CLARA | |
|--|-----------------------------------|
| Name of customer: Sra. Maria Lilliam Downs Galeano | Telephone number: (505) 887- 4363 |
| Address of customer: Jinotepe, Carazo | E-mail: fincasantaclara@gmail.com |

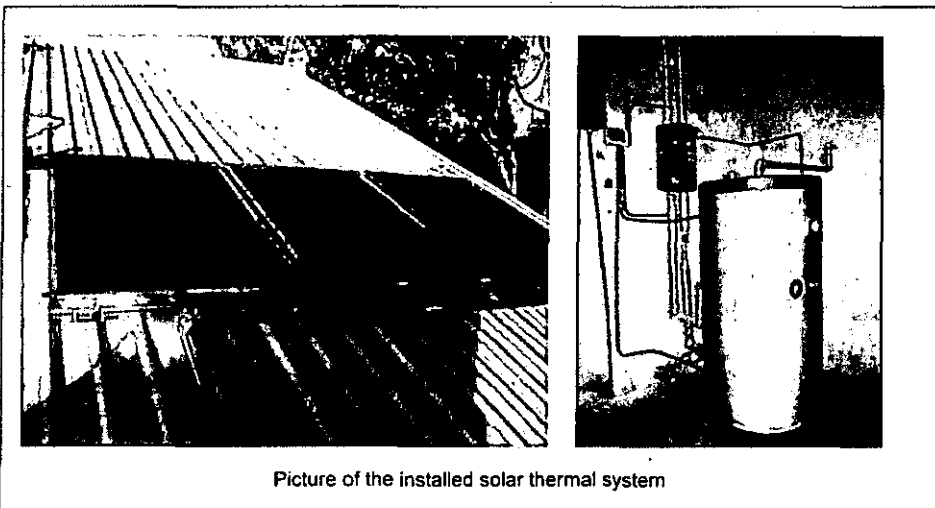
| Plant Description | | |
|--------------------------------------|---|---|
| Collector (Type): SA-TS-SCE | Test certificate of the collector: DIN EN 12975-1 DIN EN 12975-2 Issuing body: DIN CERTCO Date: 30-03-2007 | Absorber material: <input type="checkbox"/> Aluminium <input checked="" type="checkbox"/> Copper Absorber coating: <input type="checkbox"/> Solar paint <input checked="" type="checkbox"/> Selective coating |
| Number of collectors: 3 | Total Collector area: 6 m ² | Installed capacity: 4.2 kW |
| Inclination of the collector: 24° | Type of Installation : <input type="checkbox"/> on the roof ✓ <input type="checkbox"/> on a stand | Azimuth: <input type="checkbox"/> north <input type="checkbox"/> north west <input type="checkbox"/> north east <input type="checkbox"/> south <input type="checkbox"/> south west <input checked="" type="checkbox"/> south east ✓ <input type="checkbox"/> west <input type="checkbox"/> east |
| Tank (Type): 1x 300 litros | Capacity: 300 litre | Tank material: <input checked="" type="checkbox"/> Enameled Steel ✓ <input type="checkbox"/> Stainless-steel <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> |

| Piping (Type) | Kollektor -tank: | Cold water- piping : | Hot water- piping |
|---------------|--|--|--|
| | <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Iron galvanized <input checked="" type="checkbox"/> Copper 18x1: ✓ <input type="checkbox"/> Insulation (Aeroflex) ✓ <input checked="" type="checkbox"/> Valve mounted ✓ | <input checked="" type="checkbox"/> PVC ✓ <input type="checkbox"/> Iron galvanized <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> Valve mounted | <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> Iron galvanized ✓ <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> Plastic pipe <input type="checkbox"/> Insulation <input type="checkbox"/> Valve mounted |

| | | |
|-------------------|---|-----------------------|
| Other components: | <input type="checkbox"/> Pump ✓ | Microsol mini Watt ½" |
| | <input type="checkbox"/> Expansion vessel ✓ | 50 Liter |
| | <input type="checkbox"/> Safty valve ✓ | 6 bar |

| | | |
|-----------------------|---|-----------------|
| Solar thermal system: | <input type="checkbox"/> One circle system | Backup heating: |
| | <input type="checkbox"/> Pumped two circle system ✓ | |

| | | | |
|---------------|--|----------------|--------------------------------------|
| System check: | Flashing of pipes, tank, valves, taps, before filling: | Pressure test: | |
| | <input type="checkbox"/> Yes ✓ | | <input type="checkbox"/> Yes ✓ 4 bar |
| | <input type="checkbox"/> No | | <input type="checkbox"/> No |
| | Pressure in expansion vessel: 2.4 bar | | |
| | Pressure in the system: 3.2 bar | | |
| | Flow rate: | | |
| | Solar circle: 7.1 Liter/min | | |



| | |
|--|--------------------|
| Date of Installation: | 10 – 11 Abril 2008 |
| Date of Commissioning: | 24 Abril 2008 |
| The system is in full operation since: | 11 Abril 2008 |



William Downs
Signature of the customer
Sra. Maria Lilliam Downs
García

Erick Lopez Cuadra
Signature of the CPmL expert
Ing. Erick Lopez Cuadra

Rudi Moschik
Signature of AEE INTEC expert
Responsible for commissioning
Rudi Moschik

| COMMISSIONING REPORT HOTEL POSADA DON PANTALEON | | |
|---|---|---|
| Name of customer: <i>Lic. Inez Valverde Mendoza</i> | | Telephone number: (505278-5873) |
| Address of customer: Managua, del colegio Teresiano, 1 cuadra al sur, ½ cuadra al oeste. | | E-mail: info@donpantaleon.com.ni |
| Plant Description | | |
| Collector (Type): <i>WS-P7300</i> | Test certificate of the collector: DIN EN 12975-1 DIN EN 12975-2 Issuing body: DIN CERTCO Date: 30-03-2007 | Absorber material: <input type="checkbox"/> Aluminium <input checked="" type="checkbox"/> Copper Absorber coating: <input type="checkbox"/> Solar paint <input checked="" type="checkbox"/> Selective coating |
| Number of collectors: 8 | Total Collector area: 16 m ² | Installed capacity: 11.2 kW |
| Inclination of the collector: 25° | Type of installation: <input checked="" type="checkbox"/> on the roof <input type="checkbox"/> on a stand <input type="checkbox"/> | Azimuth: <input type="checkbox"/> north <input type="checkbox"/> north west <input type="checkbox"/> north east <input checked="" type="checkbox"/> south <input type="checkbox"/> south west <input type="checkbox"/> south east <input type="checkbox"/> west <input type="checkbox"/> east |
| Tank (Type): <i>1x BSF 1000</i> | Capacity: 1000 litros | Tank material: <input checked="" type="checkbox"/> Enameled Steel <input type="checkbox"/> Stainless-steel <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> |

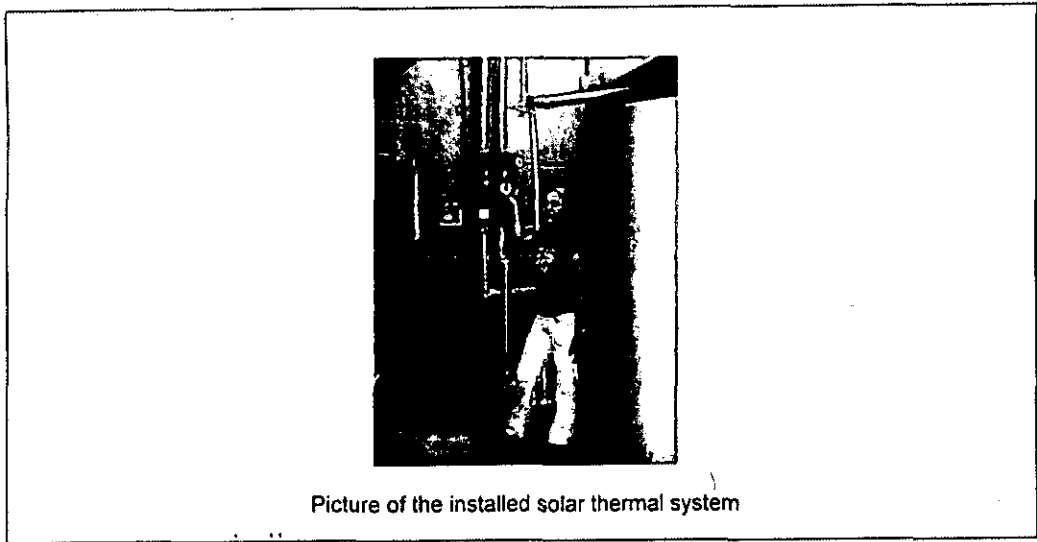
| Piping (Type) | Collector -tank: | Cold water- piping : | Hot water- piping |
|---------------|--|--|---|
| | <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Iron galvanized <input checked="" type="checkbox"/> Copper 22x1: <input type="checkbox"/> Insulation (Aeroflex) <input checked="" type="checkbox"/> Valve mounted | <input checked="" type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Iron galvanized <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> Valve mounted | <input checked="" type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Iron galvanized <input type="checkbox"/> Copper <input type="checkbox"/> Plastic pipe <input type="checkbox"/> Insulation <input checked="" type="checkbox"/> Valve mounted |

Q/M

| | | |
|-------------------|---|-------------------|
| Other components: | <input type="checkbox"/> Pump ✓ | Star S 16U-15-130 |
| | <input type="checkbox"/> Expansion vessel ✓ | 80 Liter |
| | <input type="checkbox"/> Safty valve ✓ | 6 bar |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|-------------------------------|
| Solar thermal system: | <input type="checkbox"/> One circle system | Backup heating: | |
| | <input type="checkbox"/> Pumped two circle system ✓ | | <input type="checkbox"/> Yes |
| | | | <input type="checkbox"/> No ✓ |

| | | | |
|---------------|--|----------------|--------------------------------------|
| System check: | Flashing of pipes, tank, valves, taps, before filling: | Pressure test: | |
| | <input type="checkbox"/> Yes ✓ | | <input type="checkbox"/> Yes ✓ 5 bar |
| | <input type="checkbox"/> No | | <input type="checkbox"/> no |
| | Pressure in expansion vessel: 2.4 bar | | |
| | Pressure in the system: 2.7 bar | | |
| | Flow rate: | | |
| | Solar circle: 9.1 Liter/min | | |



| | |
|--|--------------------|
| Date of Installation: | 15 - 18 Julio 2008 |
| Date of Commissioning: | 30 Junio 2008 |
| The system is in full operation since: | 18 Junio 2008 |

Inez Valverde M.
 Signature of the customer
 Lic. Inez Valverde Mendoza

[Signature]
 Signature of the CPmL expert
 Ing. Cesar Barahona

AM