

O/H. 22217  
H26

40608

**PROYECTO ENSOCOR**  
**ENERGIA SOLAR A COMUNIDADES RURALES**  
**INFORME FINAL SETIEMBRE 1.995**



**Autora:**

Barbara Holzer  
CFI - Proyecto ENSOCOR  
Tero Tero 444  
4600 S.S. de Jujuy  
TE/Fax 0882 - 61947

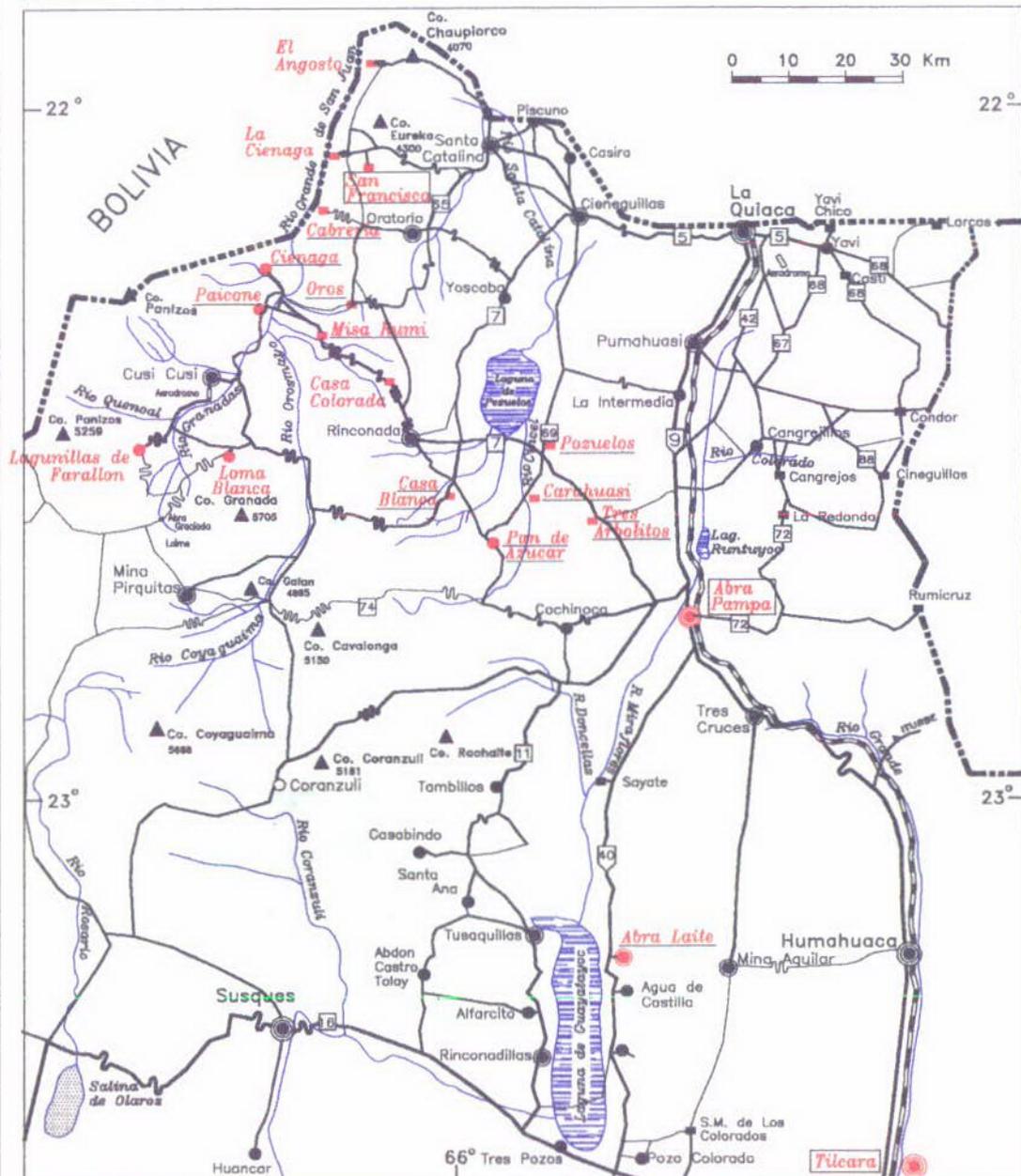
O/H. 22217  
H26



# ENSOCOR

## HORNOS SOLARES EN LA PUNA JUJEÑA

SECRETARIA DE ECONOMIA - PROV. DE JUJUY  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



### REFERENCIA:

- Centros Secundarios
- Centros Terciarios
- Pueblos
- Caserios

**Loma Blanca** Localidades con hornos solares instalados

**Abra Laite** Estas Localidades recibían un programa integral de asistencia técnica, de instrucción y de capacitación por parte de ENSOCOR en el cuatrimestre abril hasta julio 1995

**Tilcara** Estación experimental de la Energía Solar

Archivo: MJN-BAR

## C O N T E N I D O

Introducción

ENSOCOR en cifras

Primera parte:	Estación experimental de energía solar en Tilcara.....	3
Segunda parte:	Relaciones internacionales.....	8
Tercera parte:	Hornos solares en la Puna Jujeña.....	18
ANEXO I :	Fotos.....	37
ANEXO II :	Estación experimental de energía solar Tilcara 11 - 94.....	42
ANEXO III :	Proyectos pilotos con la energía solar en la Puna Abrapampeña - 1.989.....	49
ANEXO IV :	Planotipos.....	68
ANEXO V :	Relaciones internacionales Materiales informativos seleccionados.....	69

## Introducción

El proyecto ENSOCOR ( Energía Solar a Comunidades Rurales ) fue iniciado el 1. de octubre 1.994 y tiene como objetivo principal la promoción de la energía solar en la Puna jujeña mediante tecnologías apropiadas a la zona.

De acuerdo con el contrato celebrado entre el C.F.I. y Barbara C. Holzer, a los doce meses se presenta el informe final de la primera etapa del proyecto ENSOCOR. Este informe será dividido en tres partes individuales más un anexo.

La primera parte: estación experimental, se refiere a trabajos prácticos y experimentales realizados en el primer trimestre. El objetivo ha sido, desarrollar y mejorar los modelos de los hornos solares tipo familiar y de los calentadores solares para el agua. Se hizo el trabajo de asesoramiento de una pequeña empresa productora de artefactos solares. En continuación se instaló una estación experimental en Tilcara, donde los diversos hornos solares y calentadores solares para el agua fueron sometidos a tests, experimentos y pruebas prácticas.

La segunda parte: relaciones internacionales, da un resumen de una serie de reuniones y contactos personales con institutos y organizaciones europeos, que se efectuaron en enero y febrero 1.995 en Alemania y en otros países europeos. Los institutos y organizaciones contactados trabajan en posiciones líderes en el campo de la energía solar. Se ha establecido los contactos entre el proyecto ENSOCOR y dichos organismos con el fin de llegar a un intercambio de informaciones y a una colaboración técnica y/o financiera.

La tercera parte: trabajos en el campo, da una descripción de un programa integral de introducción y de seguimiento de hornos solares en un área piloto en la Puna Jujeña.

En el anexo se encuentran los resultados de los experimentos de la estación experimental en Tilcara, los planotipos de los hornos solares y de los calentadores solares para el agua caliente, los materiales más interesantes recopilados en Europa, y un trabajo sobre los primeros proyectos pilotos con la energía solar en la Puna Abrapampeña del año 1.989.

Quiero aprovechar la oportunidad para agradecer al Sr. Heiner Kleine - Hering, coordinador del C.F.I. en Jujuy, para su valioso asesoramiento del proyecto ENSOCOR.

# ENERGIA SOLAR A COMUNIDADES RURALES

## ENSOCOR EN CIFRAS

Consejo Federal de Inversiones  
Secretaría de Economía, Provincia de Jujuy

- \* fue iniciado el primero de octubre 1.995
- \* está atendiendo a los hornos solares que se encuentran actualmente instalados en la Puna Jujeña - más que 40 hornos solares en cerca de 20 lugares.
- \* ha instalado en mayo del año corriente a 20 hornos solares en 6 localidades de un área piloto en la Puna.
- \* trabaja desde las escuelas para las comunidades rurales.
- \* brinda un servicio integral de asistencia técnica, de instrucción y de capacitación.
- \* ha capacitado a más que 80 maestros de escuelas puñeñas en forma teórica y en forma práctica.
- \* ha visitado a 12 localidades de su área de trabajo durante el cuatrimestre abril hasta julio 1.995 - brindándole un programa integral y sistemática de instrucción y de asistencia técnica.
- \* ha realizado más que 50 días de trabajos en el campo.
- \* ha instalado una estación experimental de energía solar en Tilcara y otra más en Abra Pampa.
- \* ha desarrollado un calefón solar para el agua caliente.
- \* ha colaborado en la construcción de 20 equipos de calefones solares.

*Primera Parte: Estación experimental de energía solar  
en Tilcara*

El proyecto ENSOCOR (Energía Solar a Comunidades Rurales) fue iniciado el 1. de octubre 1.994. En lo siguiente se dará un informe sobre las actividades en este primer trimestre.

El mes de octubre fue dedicado al desarrollo y a la producción de hornos solares y de calefones solares para el agua caliente. Se ha brindado asesoramiento técnico a un pequeño taller en Jujuy (Intitek) que realizaba los trabajos de producción.

En el mes de noviembre se ha puesto en prueba práctica a todos los equipos solares desarrollados hasta el momento. En el campo se ha realizado investigaciones en dos líneas:

- investigar la aptitud y la capacidad de los hornos solares para la esterilización de agua.
- investigar el funcionamiento de los calefones solares en respecto a su uso previsto para los baños públicos.

El mes de diciembre es dedicado al análisis de los datos recopilados en el campo.

## TRABAJOS EN EL CAMPO

Durante el mes de noviembre quedó trabajando una " estación experimental" en Tilcara, 2.400 msnm, Provincia de Jujuy. Las características climáticas del lugar permiten una transferencia directa de las experiencias obtenidas a la situación en la Puna. La cercanía a Jujuy era de gran valor práctica en este fase experimental, p.e. para buscar repuestos.

### 1. Hornos solares

En total participaron 7 hornos solares de diferentes tipos en el test. A un lado varios modelos hechos de madera, que ya son probados durante años en la Puna. Al otro lado el modelo " Tilcara 2000" , hecho de fibra de vidrio y equipado con tres reflectores (uno principal más dos laterales).

#### 1.1 Mantenimiento y refacción

Primero se hizo un mantenimiento y una refacción de todos los modelos y se efectuó mejoramientos en respecto a la comodidad para el usuario, agregándoles ruedas y manijas para un traslado más fácil y cómodo, modificando los sostenes para los reflectores, y otros más. Una vez puesto al punto, se sometió los hornos solares a varios tests comparativos.

## 1.2 Temperaturas alcanzadas

Las pruebas se efectuaron en hornos solares sin carga, un día con sol y cielo despejado. A las una de la tarde los hornos solares llegan a una temperatura promedio de 130 °C hasta 140 °C. Entre los modelos de madera se registró una temperatura máxima de 150 °C y el modelo " Tilcara 2000" alcanzó un tope de 175°C. Se puede concluir, que todos los modelos dan buenos resultados, y que el modelo " Tilcara 2000" va a ser el modelo a desarrollar en el futuro.

## 1.3 Esterilización de agua

Se ha podido comprobar que es posible a esterilizar mayores cantidades de agua mediante los hornos solares. El experimento fue realizado bajo la supervisión de la bioquímica del hospital de Tilcara, Dra. S. Avalos, y los análisis fueron hechos en el Lab. Central de S.S. de Jujuy.

El día 10 de noviembre se tomó agua de una acequia que está atravesando Tilcara y que trae el agua para el riego. Alguna gente se proveen de esta acequia con agua potable. Según los análisis bioquímicos este agua muestra una contaminación bastante alta con bacterias coliformes y colifecales y por eso fue calificado como "no potable" . Cantidades de 5 y de 10 l de este agua fueron procesadas en los hornos solares durante varias horas (11 hasta 15.30). Los análisis bioquímicos posteriores calificaron a dos de las tres muestras tomadas como "agua potable" , una muestra todavía contenía bacterias del tipo aeróbico - por razones que todavía se desconoce.

Aunque hacen falta otras pruebas más, a base de este primer análisis ya se puede decir, que con cualquier modelo de nuestros hornos solares se puede esterilizar cerca de 10 litros de agua a lo largo de un día con sol. Este resultado tiene un significado especial, porque viven muchas personas en la Provincia de Jujuy, y en particular en las zonas alejadas de la Puna, que toman agua de procedencia dudosa (pozos, acequias, arroyos) y que en un futuro cercano no podrán ser beneficiados por los programas del APAPC. Con uno o dos hornos solares se podría satisfacer las necesidades de agua potable de una familia tipo de una manera segura, práctica, económica y ecológica.

## 1.3 Capacidades máximas

Se ha podido comprobar que se puede calentar hasta el punto del hervor cerca de 10 litros diarias en un horno solar tipo, y con más eficiencia aún con el modelo " Tilcara 2000" . Como una sorpresa nuestros experimentos mostraron , que la forma del recipiente tiene una gran influencia sobre el resultado. Lo ideal es una olla de aluminio de gran diámetro, de poca altura y de color negro.

Una carga de 20 l de agua en 4 bidones plásticos pintados negros alcanzó una temperatura máxima de 70° a lo largo de un día. Lo importante es, que la temperatura del agua se mantenía por encima de los 60° C durante más que 90 minutos. Según la opinión de algunos médicos consultados en el tema, de esa manera también se obtiene un buen efecto esterilizante. Futuros tests y análisis bacteriológicos tendrían que comprobar este punto.

Mezclando estos 20 litros de agua muy caliente con el agua fría de la canilla se puede obtener cerca de 40 litros de agua caliente (35°). Una cantidad suficiente para una ducha caliente para 4 o 5 personas.

## 2. CALEFONES SOLARES PARA EL AGUA CALIENTE

### 2.1 Aspectos técnicos

En total fueron instalados en Tilcara 5 equipos diferentes de calefones solares para el agua caliente con los siguientes elementos técnicos;

- Colector solar: cajón de fibra de vidrio, 1 x 1 m superficie, adentro 20 m caño hidrobronce o manguera PVC en forma de una espiral ascendente, cubierto con vidrio o vidrio armado.

- Tanque de agua: tacho plástico de cerca de 200 l con aislamiento térmico por afuera; adentro con una espiral de hidrobronce en el caso del circuito cerrado.

- Conexiones de manguera PVC

- Circuito abierto: el colector es directamente conectado con el tanque

- Circuito cerrado: el colector es conectado en el interior del tanque con una espiral de hidrobronce, la cual funciona como intercambiador del calor. Esta construcción permite a rellenar el circuito cerrado con anticongelante. Eso es imprescindible si se piensa en usar los calefones solares en la Puna.

- termosifón: circulación automática entre colector y tanque a razón de diferencias en la temperatura y en la presión hidráulica dentro del sistema.

## 2.2 Resultados

Como resultado positivo se puede mencionar, que hemos logrado a poner en funcionamiento a todos los equipos. El estándar técnico y la eficiencia todavía no han podido satisfacer nuestras expectativas. Sin embargo se ha podido juntar valiosas experiencias y a base de eso, todas las personas que están colaborando en este proyecto, están trabajando intensamente para superar los problemas todavía existentes.

### Algunos resultados detallados:

- Colector: Los mejores resultados daban los colectores con un cajón de fibra de vidrio de 13 cm de altura y con 20 m de caño de hidrobronce de 1/2 pulgada. Los colectores con una espiral de manguera funcionan bien en Jujuy, pero no sirven para la Quebrada o la Puna, porque todos los equipos de PVC se reventaron dentro de poco tiempo a razón de la fuerte radiación solar.

- Circuito abierto: el circuito abierto está funcionando bien, el sistema arranca normalmente sin problemas. A lo largo de un día un colector de nuestro tamaño puede producir cerca de 60 l de agua caliente (siempre de 35°C). Sin mayores problemas se podría aumentar la producción y el rendimiento con una mayor superficie de captación de la luz solar, quiere decir con un colector más grande.

- Circuito cerrado: Se ha podido poner en funcionamiento también a los circuitos cerrados, pero con más dificultades. Los problemas principales son: el circuito tiene que ser herméticamente sellado, sin ninguna pérdida de agua y además el circuito tiene que ser lleno de agua sin burbujas de aire. Caso contrario no arranca la circulación automática, o se pone en marcha únicamente una circulación débil, que no alcanza a calentar una cantidad significativa de agua mediante el intercambiador del calor. Actualmente estamos trabajando en lograr un circuito herméticamente sellado, sobre todo en las conexiones. Para enfrentar el problema de las burbujas de aire están en discusión: unificar los diámetros de los caños dentro del circuito, colocar válvulas de escape, usar aceite como medio de la transmisión del calor. Una vez resuelto este problema, cabe determinar las dimensiones de la superficie del colector, del diámetro de los caños y del volumen del tanque de agua. Mediante una buena armonización de las partes individuales se espera a mediano plazo lograr un buen funcionamiento del sistema en su totalidad.

*Segunda parte: Relaciones Internacionales*

Trabajando con la energía solar en la provincia de Jujuy se tiene la ventaja de encontrar excelentes condiciones climáticas, geográficas y antropológicas. Al otro lado se vive aquí en una situación de aislamiento, con pocos contactos con el desarrollo y el avance tecnológico y científico de la energía solar en el mundo. Algunos de los centros más importantes para la investigación de la energía solar se encuentran por ejemplo en California / Estados Unidos, y dentro de la Comunidad Europea en Almería/España, Basel/Suiza, en el Sur de Francia y en algunos lugares en Alemania.

Querría aprovechar de mi vinculación especial con Europa para establecer contactos entre la Provincia de Jujuy y algunos de los centros de la energía solar en Europa.

En enero y febrero 1.995 he efectuado un viaje a Alemania. Aunque el viaje ha sido de carácter privado, he aprovechado la oportunidad para establecer y profundizar contactos en el nivel internacional. Tengo que mencionar que este viaje fue autorizado por los autoridades de la Provincia de Jujuy y del CFI. Los gastos para el viaje a Europa y para los viajes dentro de Alemania, igual que los gastos para las llamadas telefónicas y para las compras de materiales informativos fueron enfrentados con fondos particulares.

Los objetivos han sido

primero: ponerse en contacto con aquellos empresas, institutos, organismos etc. que están trabajando en el campo de la aplicación de la energía solar, y más precisamente en el campo de las cocinas solares y de los calentadores solares para el agua.

segundo: establecer contactos con empresas e institutos que están trabajando con energía solar en una escala más grande, sobre todo en el campo del uso de la energía solar para la generación de energía eléctrica (centrales helioeléctricas).

tercero: averiguar las posibilidades para fondos que puedan ayudar en el desarrollo de la energía solar en la Provincia de Jujuy.

En continuación se dará primero un listado de los organismos que fueron visitados o contactados, incluso un breve característica de los mismos. Más adelante se dará un informe detallado sobre las reuniones efectuadas.

Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. (DFLR)  
Forschungsbereich Energetik, Institut für technische Thermodynamik; Stuttgart/Alemania  
Establecimiento Alemán de Investigación Aeroespacial, Instituto de Termodinámica Técnica, Departamento de Análisis de Sistemas y Evaluación de Tecnologías; Stuttgart/Alemania

Instituto grande de investigación científica, privado.

Investigaciones sobre centrales helioeléctricas, estudios y asesoramiento científico, seminarios para "decision makers."

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)  
Abt. Haushaltsenergieprogramm; Frankfurt/Alemania  
Sociedad Alemana para la Collaboración Técnica  
Dep. Energía para Hogares; Frankfurt/Alemania

Organización semi-estatal, estrechas relaciones y dependencias con varios ministerios del Gobierno Nacional de Alemania.

Conceptos integrales para la provisión con energía para hogares familiares y comunitarias. Proyectos y estudios con cocinas solares en varios países.

Gruppe ULOG; Basel/Suiza  
Grupo ULOG; Basel/Suiza

Organización no gubernamental con fines antroposóficos, consultorio de ingenieros y personas especializados.

Promoción del aprovechamiento de la energía solar mediante tecnologías apropiadas en varios países.  
Desarrollo, construcción y promoción de cocinas solares tipo familiar y tipo comunitario.

European Committee for Solar Cooking Research (ESCR);  
Lodève/Francia  
Comité Europea para la Investigación de Cocinas Solares;  
Lodève/Francia

Asociación de varias organizaciones europeas y de especialistas particulares, organización no gubernamental.

Desarrollo del primero y del segundo test internacional de evaluación comparativa de cocinas solares en Almería/España, auspiciado por el Ministerio Alemán para la Investigación y la Tecnología.

Grupo Synopsis; Lodève/Francia

Consultorio de especialistas, organización no gubernamental.

Desarrollo, construcción y promoción de cocinas solares tipo familiar y tipo comunitaria, y de sistemas solares para el calentamiento de agua. Planificación, realización y evaluación de programas técnicos en varios países. Collaboración con el ESCR.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (FhG-ISE); Freiburg/Alemania  
Instituto Fraunhofer para sistemas de energía solar;  
Freiburg/Alemania

Instituto privado de investigación.

Instituto más grande de Europa para la aplicación y la investigación científica de la energía solar.

Öko - Institut e.V.; Freiburg/Alemania  
Instituto de Ecología; Freiburg/Alemania

Organización no gubernamental con expertos para los distintos sectores de la ecología.

Exclusivamente asesoramiento; elaboración de conceptos energéticos integrales.

Arbeitsgemeinschaft Solarenergie (ASE); Hamburg/Alemania  
Asociación Energía Solar; Hamburg/Alemania

Asociación de varios grandes empresas privadas e institutos alemanes.

Expertos en fotovoltaica, bombas solares y tratamiento del agua  
Proyecto con bombas solares en La Rioja.

EG Solar e.V.; Altötting/Alemania

Organización no gubernamental.

Producción de cocinas solares del tipo concentrador.

Como resultado de mi viaje existen ahora relaciones personales con todas las instituciones mencionadas arriba. Por mi parte se ha podido explicar la situación específica de Jujuy en respecto a la energía solar. Se ha buscado los posibles puntos para una colaboración. En todos casos se ha puesto de acuerdo sobre un seguimiento del contacto y sobre un intercambio de informaciones. Se ha podido recopilar muchos datos de interés y valiosos materiales de información, en los idiomas alemán, inglés, francés y español. Estos materiales van a ser procesados y archivados en la biblioteca del proyecto ENSOCOR.

En lo siguiente se dará un resumen de los negociaciones y reuniones en Alemania en el orden de los temas tratados.

## I Cocinas solares

### I.I Cocinas solares tipo familiar

Personalmente me he puesto en contacto con tres institutos líderes en el mercado de las cocinas solares, el Grupo ULOG, el grupo Synopsis y el grupo EG Solar. Durante las conversaciones con los ingenieros se ha podido comprobar que nuestros modelos "hornos solares" fabricados en Jujuy ya están bien desarrollados y consiguen un buen rango dentro de la comparación con otros modelos en el mercado.

En los últimos años hubo un gran avance en el desarrollo de las cocinas solares del tipo concentrador (pantalla parabólica). Hemos comprado un modelo (SK 13 del EG Solar e.V. Altötting/Alemania) con el fin de probarlo en la puna. Una de las ventajas que se puede esperar de un modelo concentrador es, que actúe más rápido, quiere decir, que pueda calentar una cierta cantidad de agua, por ejemplo, más rápido hasta el punto del hervor. Si se podría comprobar este efecto bajo las condiciones de la puna, el uso de cocinas solares del tipo concentrador significaría una interesante alternativa o una ampliación de las posibilidades.

### I.II Cocinas solares tipo comunitaria

En la puna jujeña existe un gran problema con el combustible para las cocinas comunitarias, sobre todo en las escuelas albergues. Por eso estaba averiguando en Europa, cuales son las soluciones que puede ofrecer el mercado de las cocinas solares. Una reunión con los ingenieros del grupo ULOG en Basel/Suiza ha ofrecido una perspectiva interesante:

ULOG está produciendo una cocina solar comunitaria que puede proveer hasta 350 personas con comidas calientes, según los resultados de un prototipo. Una pantalla parabólica grande, aprox. 7 m<sup>2</sup>, e instalada al aire libre, efectúa la concentración de los rayos solares que caen sobre la superficie brillante de dicha pantalla. Además la pantalla refleja la energía concentrada y la manda por la ventana de la cocina directamente al lugar de la hornalla donde se encuentra la olla con la comida. En el caso de que falte el sol, se puede cocinar sobre las hornallas con combustibles convencionales. Una pantalla e una hornalla representan un módulo. Se puede combinar varios módulos en una cocina comunitaria. Se calcula 2 módulos para una cocina comunitaria para 50 personas. En una primera aproximación fueron calculados los costos en 2.000 \$ por módulo (sin el edificio de la cocina).

Hasta el momento ULOG ha realizado más que 60 módulos. Cocinas solares de este tipo fueron instalados en varios países en África, según ULOG con buenos resultados. El grupo ULOG es muy interesado en realizar un proyecto en la Provincia de Jujuy. El proceder para la realización de un proyecto piloto será lo siguiente:

La Provincia de Jujuy tiene que elegir un lugar idóneo y tiene que poner a disposición un equipo de 4 o mejor 6 personas especializadas en mecánica metálica (soldadura, tornería, mecánica de precisión). Dos expertos del grupo ULOG vienen para una estadía de 4 hasta 6 semanas. Junto con el equipo local construyen la cocina solar comunitaria. El concepto del grupo ULOG prevee la transferencia del "Know how", quiere decir, que durante el proceso de la realización de un proyecto piloto serán capacitados los expertos locales. Así, que futuras obras podrán ser realizadas bajo la dirección propia de expertos jujeños.

La Provincia de Jujuy tendría que hacerse cargo de los pasajes aéreas para dos personas, de los sueldos para dos personas y 6 semanas ( categoría ingeniero), de la mano de obra local, de la movilidad y de los materiales de construcción.

Los ingenieros de ULOG daban a entender, que ellos mismos puedan ponerse en contacto con organizaciones suizas con el fin de conseguir fondos para un proyecto piloto, siempre en cuando reciban señales de interés serio por parte de Jujuy.

Actualmente el coordinador del CFI en Jujuy, el Sr. Kleiner-Hering, está evaluando la propuesta bajo el punto de vista de la factibilidad técnica. A condición de que la evaluación técnica resulte positiva, quiero proponer y recomendar un proyecto piloto por dos razones:

Una cocina solar comunitaria puede brindar realmente una solución de la grave situación de las escuelas albergues en la puna jujeña en respecto al combustible.

La producción de cocinas solares comunitarias ofrece un campo de actividad interesante, especialmente para pequeñas y medianas empresas especializadas. Sobre todo, si se toma en cuenta, que el mercado es potencialmente grande en todo el NOA y más allá en todos los países andinos.

### I.III GTZ - proyecto: Test de cocinas solares en el campo

He visitado la GTZ en Frankfurt/Alemania y he tenido una reunión con la doctora Klingshirn, que es la experta para cocinas solares dentro de la GTZ y que es la jefa del departamento Energía para hogares. En esa ocasión la doctora me ha informado sobre los planes de la GTZ a efectuar un amplio estudio sobre la intro-

ducción de cocinas solares de varios tipos en hogares familiares y comunitarias. Se trata de un estudio del campo, previsto para el año 1.996, cuyos preparativos se harán en el año corriente. Hasta tal momento el comité preparativo había pensado en realizar este estudio completamente en un país africano. Después de haberse enterado por mis exposiciones de nuestro trabajo con la energía solar en la Provincia de Jujuy, la doctora presentó la propuesta de desarrollar una parte de este estudio en la puna jujeña. En cuanto los demás miembros del comité preparativo alemán estén de acuerdo con esta idea, la GTZ brindará apoyo financiero y logístico al proyecto ENSOCOR.

Además la doctora presentó la propuesta de dejar participar un horno solar fabricado en Jujuy en el tercer test internacional de evaluación comparativa de cocinas solares, que se efectuará en el año que viene en la Plataforma Solar en Almería/España. De esa manera un horno solar fabricado en Jujuy podrá demostrar su capacidad de competir en nivel internacional.

Para que se vayan a concretizar los proyectos de colaboración con la GTZ, hace falta un buen seguimiento de este contacto importante.

## II Colectores solares para el agua caliente

La posibilidad de generar mayores cantidades de agua caliente mediante la energía solar es de interés particular para la Provincia de Jujuy. En este contexto hay que mencionar por ejemplo los esfuerzos a enseñar higiene y salud en las escuelas de la puna, o los planes de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento para la instalación de baños públicos. In principio ya existen varios sistemas solares para la generación de agua caliente en el mercado. Pero es muy difícil, encontrar un sistema que pueda aguantar las duras condiciones climáticas de la puna jujeña. Un clima que es caracterizado por altísimos valores de insolación - lo que es ideal para la energía solar- y por bajísimas temperaturas durante la noche. Una situación que trae grandes problemas técnicos consigo. En Alemania he consultado a varios expertos sobre este tema. Ninguno me ha podido ofrecer una solución que sea a la vez eficiente, simple y económico. Pero sí he podido conseguir valiosos consejos para el seguimiento de nuestras propias investigaciones. Como ya he expuesto en la primera parte de mi informe, en el mes de noviembre 1.994 hemos puesto en prueba práctica a varios equipos de colectores solares para el agua caliente en la localidad de Tilcara. Los experimentos ya han dado algunos resultados positivos, pero todavía no fueron totalmente satisfactorios. Según mis nuevos conocimientos valdrá la pena a hacer experimentos con una nueva línea de colectores solares.

El Instituto Fraunhofer de Freiburg/Alemania ha desarrollado un sistema en que el tanque de almacenamiento del agua funciona al mismo tiempo como colector de la energía solar (Sistema Speicher-kollektor = tanque-colector). Los elementos que componen este sistema son en principio muy conocidos, simples y económicos. Con una excepción: para evitar la fuga de la energía que fue una vez atrapado en el sistema, hay que tapar el tanque-colector con un material especial que se llama TWD (Transparente Wärme Dämmung). Se trata de un material que deja pasar la luz solar equal que un vidrio, pero que posee a la vez una capacidad de aislamiento térmico que equivale a varios centímetros de tergopol. Este material fue desarrollado por el Instituto Fraunhofer especialmente para su aplicación en sistemas termosolares. El Ing. Preiser del Instituto Fraunhofer me aseguró de su colaboración y me prometió a conseguir y mandar algunos metros cuadrados de este material en el caso de que queremos experimentar con esta línea de colectores en Jujuy. En esa ocasión quiero mencionar un problema, que todavía falta a resolver: como se puede importar materiales como por ejemplo el TWD a la Argentina, sin tener demasiado problemas con la aduana argentina?

### III Colaboración Argentina - Alemana en La Rioja

Poco conocido es, que ya existe una colaboración argentina - alemana en el ámbito de la energía solar. Se trata de dos proyectos que se están desarrollando actualmente en la Provincia de La Rioja.

El programa ELDORADO, que es ejecutado por la ASE (Arbeitsgemeinschaft Solarenergie; Hamburg/Alemania) y que es subvencionado por el BMFT Alemania (Ministerio Federal para la Investigación y la Tecnología). En primera línea se trata de un programa de promoción de bombas de agua que funcionan con energía solar (fotovoltaica). Además ASE está trabajando con un proceso que se llama " oxidación anódica". Este proceso también anda con energía solar y sirve para el procesamiento de aguas contaminadas con el fin de potabilizarlas.

Actualmente el Sr. H. Kleine-Hering está buscando informaciones más detalladas sobre el programa ELDORADO, porque el, como hidrólogo, es el especialista en el tema. Para la Provincia de Jujuy puede ser de interés, averiguar las posibilidades para engancharse en el programa ELDORADO, porque en las zonas rurales de la provincia existen también grandes necesidades de bombas para el agua.

El segundo programa se llama " Electrificación rural" y tiene su origen en una colaboración entre la Universidad de La Rioja y el Instituto Fraunhofer en Freiburg/Alemania. Según las informaciones del Ing. Preiser del Instituto Fraunhofer se trata de un concepto integral de desarrollo que anhela la electrificación de las zonas rurales de La Rioja a base de energías renovables y

sobre todo a base de la fotovoltaica. Este programa también es subsidiado con fondos del BMFT/Alemania.

El Instituto Fraunhofer es uno de los institutos más avanzados en el campo de la energía solar. Según Ing. Preiser existe un convenio sobre un intercambio científico con la Universidad de La Rioja. A mi me parece valioso, seguir este contacto, o bien establecer el contacto con La Rioja. De esa manera el proyecto ENSOCOR podría engancharse en una red de informaciones e intercambios científicos.

#### IV Centrales helioeléctricas - tecnología solar en escala más grande

Tuve una reunión con el doctor F. Trieb de la DFLR (Establecimiento Alemán de Investigación Aeroespacial) en Stuttgart/Alemania. El doctor Trieb me ha informado profundamente sobre los aspectos tecnológicos y económicos de varios tipos de centrales helioeléctricas. Además me daba informaciones sobre los fondos internacionales que apoyan actualmente los programas de promoción de energías renovables a nivel mundial.

Citando el Dr. Trieb:

" Las plantas helioeléctricas pueden contribuir a la electrificación en todos los países con alto nivel de radiación solar. Mientras que los sistemas fotovoltaicos tienen su aplicación inmediata en la electrificación rural por medio de minisistemas descentralizados, las plantas solartérmicas abastecen la tecnología para centrales mayores para la electrificación comunal y urbana." (Charla, Congreso Internacional de Energías Renovables SENESE VIII, Oct.1.994, Arica, Chile).

Las plantas solartérmicas más comunes son:

1. el Concepto Granja con colectores cilindro-parabólicos
2. el concepto de la torre solar
3. los módulos integrados Disco/Stirling
4. el concepto de Chimenea Solar
5. las Pozas Solares de gradiente salino

El Consejo Intergubernamental en Cambios Climáticos (inglés IPCC) considera necesaria una reducción de la producción mundial del CO<sub>2</sub>. Como una consecuencia de la Conferencia Mundial del Medio Ambiente en Rio de Janeiro se ha creado fondos para la promoción de energías renovables y no contaminantes. Dentro del banco Mundial existe el programa " Global Environmental Facility (GEF) - Climatic Change" . Este programa da subsidios hasta 50% de los costos para proyectos pilotos con centrales helioeléctricas.

Considerando los excelentes valores de insolación en la puna jujeña hemos trazado un borrador para una planta helioeléctrica para San Salvador de Jujuy:

Una planta del Concepto Granja con colectores cilindro -parabólicos y con una potencia de 30 MW.

En California/Estados Unidos ya están trabajando exitosamente 6 plantas de ese mismo tipo y potencia.

La ubicación de la planta jujeña será cerca de las Salinas Grandes, su funcionamiento será en forma híbrida, quiere decir, que puede andar con el sol u alternativamente también con gas natural o gasoil.

Los costos del proyecto en su total serán algunas 100 Mio de Pesos, de los cuales tendrán que ser financiados 50 Mio \$ por la Argentina y 50 Mio \$ vienen como subsidio del programa GEF del Banco Mundial.

En el caso de que haya interés en profundizar el tema de las centrales helioeléctricas, existe una oferta interesante por parte del Dr. Trieb. El está ofreciendo seminarios sobre helioeléctrica en que da una vista comparativa de los aspectos tecnológicos, económicos y ambientales de los diferentes sistemas helioeléctricos. Los seminarios están dirigidos a los "decision makers", quiere decir, a la gente que toman las desiciones.

*Tercera parte: Hornos Solares en la Puna Jujeña*

## ANTECEDENTES:

El proyecto: Energía solar a comunidades rurales ( ENSOCOR ) fue iniciado en octubre del año 1.994, a base de una iniciativa de la Secretaria de la Economía de la Provincia de Jujuy y mediante un convenio con el Consejo Federal de Inversiones. La ejecución del proyecto está a cargo de la Profesora Barbara Holzer, San Salvador de Jujuy.

Este proyecto fue diseñado sobre el cuadro de la situación ecológico y social de la Puna Jujeña. Con las palabras: Deforestación, Desertificación, Desnutrición y Migración se puede marcar algunas de los problemas más ardientes de esta región.

A razón de su ubicación geográfica, la Puna Jujeña es una de las regiones más beneficiadas por la radiación solar en todo el mundo.

Pues, se puede definir como objetivos principales del programa ENSOCOR:

Promover el aprovechamiento de la energía solar en la Puna Jujeña mediante tecnologías apropiadas

y

Contribuir de esa manera a la solución del complejo de problemas ecológicos y sociales mencionados anteriormente.

Los primeros meses del proyecto ENSOCOR han sido dedicados al desarrollo y a la construcción de hornos solares y de calefones solares para el agua caliente, a una serie de experimentos prácticos de tales artefactos , y a las relaciones internacionales. Los resultados de este trabajo fueron presentados en el primero y segundo informe de avance. El tercer informe de avance se dedica al desarrollo del trabajo en el campo, realizado en los meses abril hasta julio del año 1.995.

TRABAJOS EN EL CAMPO  
ABRIL HASTA JULIO 1.995

OBJETIVOS

El cuatrimestre abril hasta julio estaba dedicado principalmente al trabajo en el campo. Dentro del contexto general expuesto arriba se podía formular los siguientes objetivos:

1. Seguimiento de los hornos solares ya instalados en la Puna.
2. Instalación y seguimiento de 20 nuevos hornos solares en un área piloto.

CONCEPTOS

ad-1

Ya desde el año 1.989 existe una iniciativa privada de promoción de la energía solar en la Puna - coordinado por Heiner Kleine-Hering y Barbara Holzer. Con fondos particulares provenientes de donaciones se ha podido construir algunos 20 hornos solares a lo largo de los años. En forma de donaciones se ha entregado estos hornos solares a varios escuelas que habían mostrado su interés en el tema de la energía solar. Pero en lo siguiente no se ha podido realizar el seguimiento necesario, a razón de que se trataba de una iniciativa particular con posibilidades limitadas.

Dentro de los conceptos de ENSOCOR, se trata de tomar como punto de partido las experiencias ya existentes en la Puna Jujeña. Por eso se ha elaborado un programa de visitas a tales lugares, con las fines de reanudar los contactos ya existentes, de brindar asistencia técnica, de ofrecer capacitación en forma teórica y práctica, y de dar nuevos impulsos para la iniciativa propia de la gente del lugar.

ad 2

Un convenio con Agua de los Andes (antes: Dirección Provincial de Agua Potable y Saneamiento) permitió la construcción de 20 hornos solares, los cuales fueron destinados al desarrollo de un programa piloto dentro del siguiente margen conceptual:

En una colaboración de Agua de los Andes y del CFI se encuentra en ejecución el programa APAPC (Agua Potable a Pequeñas Comunidades). Este programa ha traído el agua potable a muchas comunidades en la Puna Jujeña, que ahora disponen de tomas de agua, de cisternas y de plantas potabilizadoras, de redes de distribución y de grifos públicos y particulares. Por su naturaleza, el programa APAPC ha podido llegar a casi todos los pueblos puñños, pero no va a poder llegar a las numerosas casas de familias que se encuentran en el campo y lejos de los núcleos de población. En estos puestos en el campo, la gente normalmente toman el agua de los pozos o de las vertientes superficiales - con otras palabras, la gente toman agua, que no es apto para el consumo humano y que a veces trae consecuencias graves para la salud.

En experimentos previos se ha podido comprobar, que con los hornos solares se puede esterilizar agua. Se coloca un recipiente con agua (agua de una acequia por ejemplo) en un horno solar. Una vez expuesto al sol, el contenido del recipiente va calentándose, llega a temperaturas elevadas, y mantiene el nivel alcanzado de altas temperaturas durante mucho tiempo. Bajo las condiciones controladas del experimento, se ha podido potabilizar mediante el proceso de la esterilización en un horno solar la cantidad de cerca de 10 litros de agua a lo largo de un día ( ver primer informe de avance, capítulo "estación experimental" ). Cabe destacar, que todo este proceso funciona sin consumo de leña, ni de otro combustible; Por eso, tiene un significado especial en una zona en donde se está sufriendo permanentemente la escasez de combustible.

Considerando los factores expuestos anteriormente, Agua de los Andes S.A. decidió de iniciar un proyecto piloto. 20 hornos solares iban a ser destinados a pobladores de zonas rurales con problemas de agua potable y con problemas de leña. Un programa de instrucción y seguimiento iba a enseñar el uso de los hornos solares para la preparación de agua potable.

## DESARROLLO

En esta etapa del programa ENSOCOR, se ofreció por primera vez la situación de poder introducir en un área piloto la tecnología de los hornos solares y el uso de los mismos en forma sistemática. ENSOCOR disponía de 20 "nuevos" hornos solares, de la movilidad y de los fondos necesarios para poder desarrollar un pequeño programa piloto que comprendía los siguientes etapas:

- Primer viaje de información y primeras charlas informativas
- Entrega de los hornos solares en las localidades elegidas  
Primeras instrucciones y asistencia técnica

- Primer seguimiento con instrucciones y asistencia técnica
- Segundo seguimiento con instrucciones y asistencia técnica  
Informe de avance
- Tercer seguimiento con instrucciones y asistencia técnica  
Evaluación en el campo
- Evaluación del programa e informe final

Hasta el día de la fecha se ha realizado el viaje de información, la entrega de los 20 hornos solares y el primer y segundo seguimiento. El tercer seguimiento se realizará después de las vacaciones de invierno a fines del mes de agosto.

Los "viejos" hornos solares se encuentran distribuidos en varios lugares más alejados, en los Departamentos Sta. Catalina y Rinconada. Debido a las largas distancias, en esta etapa del programa ENSOCOR no se podía hacer otra cosa, que visitar a los lugares por lo menos una sola vez, brindándole en esa ocasión la asistencia técnica y las instrucciones necesarias de acuerdo a las necesidades y a la situación específica de cada lugar. Hasta el momento se ha podido visitar a los siguientes lugares:

San Francisco, Cabrería, San Juan y Oros, Ciénaga, Paicone y  
Misa-Rumi.

#### 1. ELECCION DEL AREA PILOTA

Antes de definir el área de trabajo, se ha realizado un viaje de información, junto con el Dr. Eduardo González Arzac, Ecólogo de Buenos Aires, recorriendo la zona entre Abra Pampa y La Quiaca al lado este de la ruta 9, la cuenca de la Laguna de Pozuelos y la cuenca de la Laguna de Guayatayoc.

Dr. González Arzac está elaborando actualmente un diagnóstico de la situación de aquellas poblaciones arbustivas autóctonas que son aprovechados como recurso energético por los habitantes de la Puna en la Provincia de Jujuy. Los trabajos científicos se encuentran en pleno desarrollo. Pero como resultado de nuestro primer viaje de información, Dr. González Arzac ya podía confirmar lo siguiente: el estado del recurso bioenergético natural es crítico a nivel regional; y todos los sitios inspeccionados mostraron alteraciones de diverso grado causados por una conjunción de adversidades.

En respecto al programa ENSOCOR, estos primeros resultados significan, que por parte de la ecología existen argumentos serios que justifican la promoción urgente de la energía solar en cualquier lugar de las zonas recorridas.

A base de este primer diagnóstico ecológico se hizo la definición del área de trabajo, considerando también factores como:

accesibilidad del lugar y distancia desde la base logística en Abra Pampa; disposición a colaborar por parte de directores, maestros, agentes sanitarios y personas particulares; experiencias previas y antecedentes con el trabajo con hornos solares.

Finalmente fueron elegido 6 localidades:

Arbolitos/ Cara Cara  
Pozuelos  
Abra Laite

Carahuasi  
Casa Blanca  
Pan de Azúcar

## 2. PROBLEMAS METODOLOGICOS

Los trabajos a realizar consisten una vez en el seguimiento de experiencias ya existentes con los hornos solares, y otra vez en la introducción de esa nueva tecnología desde el punto cero en un área piloto. A un lado ya existen experiencias en la Puna con el uso de los hornos solares como elemento de cocina para la preparación de comidas, al otro lado los propósitos de Agua de los Andes S.A. apuntan más al uso de los hornos solares como elemento para la potabilización de agua. ENSOCOR se encontraba ante el problema de integrar estos diferentes aspectos en un solo programa de trabajo. En consulta con el Director de Agua de los Andes S.A. se llegó al siguiente acuerdo:

En esta etapa del programa el objetivo de preferencia tiene que ser, lograr la aceptación principal de los hornos solares por parte de los pobladores de la Puna. En consecuencia de eso, se iba a enseñar en todos los lugares todas las posibilidades del uso de los hornos solares, desde la preparación de comidas de varios tipos hasta la esterilización de agua, sin excepciones. De esa manera los habitantes conocerán un amplio espectro de posibilidades y podrán elegir su forma preferida del uso de los hornos solares. Se supone, de que de esa manera se facilitará la aceptación inicial de esa nueva tecnología por parte de sus futuros usuarios y de que se dará un espacio para la creatividad propia de la gente. Partiendo de esas experiencias iniciales, en un futuro se podría formar el proceso en la dirección deseada.

## 3. DESDE LA ESCUELA PARA LA COMUNIDAD

Los 20 hornos solares en el área piloto están destinados explícitamente a aquellos habitantes de la zona, que carecen de agua potable y que tienen problemas con la leña. Se planteó el problema: como se puede llegar a las comunidades rurales? Hay que reconocer una distancia enorme, tanto en respecto a las distancias geográficas, como en respecto a las distancias entre las idiosincrasias. Por eso se desarrolló un concepto que iba a trabajar con intermediadores y con multiplicadores. Se puede

describir este concepto con el término: trabajar desde la escuela para la comunidad.

En cada zona se toma como punto de referencia y como punto de partida de las actividades la escuela local. A cada una de las seis escuelas dentro del área piloto se hizo entrega de un horno solar, destinado para el uso en la escuela misma. En cada lugar se hizo además entrega de dos hornos solares destinados a la comunidad perteneciente a esa escuela. A donde era posible, se les entregó directamente a los representantes de la comunidad. En otros casos, la administración de los mismos quedó hasta el día de la fecha en las manos del director o de la directora de la escuela.

La idea es ahora, de que las comunidades mismos organizan el uso de los hornos solares. Eso puede ser por ejemplo en forma rotativo entre los miembros de la comunidad; o algunas miembros se hacen responsables de los hornos solares y figuran como promotores dentro de su comunidad. Este proceso de organización recién está en su comienzo, pero ya se perfila, que ambos alternativos van a ser realizados.

Todos estos hornos solares fueron entregados hasta el momento en carácter de un préstamo gratuito con la obligación para el usuario, de cuidar el objeto y de usarlo correctamente, después de haber recibido las instrucciones correspondientes. Esta "situación legal" facilita la rotación de los objetos y da además la posibilidad de retirar un horno solar de un lugar en donde no se lo usa y de entregarlo a la gente más interesados.

El programa de seguimiento, de instrucción, capacitación y asistencia técnica se desarrolló principalmente y con pocas excepciones en el lugar de las escuelas mismas.

Primero, porque se considera importante el factor multiplicador de las escuelas. En una escuela típica de la zona se encuentran entre 20 y 40 alumnos, más los maestros y maestras, más el personal de servicio. En total, un promedio de algunas 40 personas que pueden ser instruidos al mismo tiempo en un sólo lugar. Pero más importante parece el hecho de que los alumnos mismos, los jóvenes de la comunidad, pueden ponerse en contacto con la energía solar. Se espera, que estos jóvenes, niños y niñas, llevarán las nuevas experiencias y las nuevas ideas a sus hogares familiares.

Segundo, porque desde las escuelas se puede convocar a las comunidades. Las escuelas invitan regularmente a las reuniones de los padres. En varios ocasiones se ha invitado también a nosotros del programa ENSOCOR. Así se nos ofreció una excelente posibilidad de entrar en contacto directo con la comunidad y de presentar nuestro programa a un público más amplio. Sobre todo las demostraciones prácticas (ver abajo) tenían un impacto muy fuerte. Veinte padres y madres de familia, que han asistido personalmente a una demostración exitosa de los hornos solares en una escuela, son a largo plazo excelentes multiplicadores dentro de su comunidad.

Se toma muy bien en cuenta, que no se puede confundir la escuela de un lugar con su comunidad. A veces las relaciones entre comunidad y escuela no son los mejores. Pero esa manera de proceder ha ofrecido una forma viable de acceso a las comunidades y hasta el momento ha brindado buenos resultados. En un futuro se podría tratar de incorporar a otras personas más como promotores, las cuales podrían ser por ejemplo agentes sanitarios, animadores de la comunidad o simplemente personas activas en su entorno social. En dos ocasiones ya se ha podido establecer contactos estables fuera del contexto de las escuelas: en la localidad de Cara Cara cerca de la escuela de Arbolitos el trabajo está concentrado principalmente en el asesoramiento directa de una familia muy activa que vive en el campo. En la localidad de Pan de Azúcar se ha establecido un contacto con la agente sanitaria del puesto de salud. Un día hemos podido participar en una reunión que se efectuó en este puesto de salud y a la cual han venido muchos habitantes de la zona.

Cabe destacar, que en todo el área de trabajo de ENSOCOR existen muy buenas relaciones con los docentes. Se ha podido lograr el apoyo y la colaboración de todos los directores y de muchos maestros. Además existen buenas relaciones con el Consejo General de Educación y en especial con el inspector de la zona II que abarca a todas las escuelas dentro del área piloto.

---

#### 4. PROGRAMA DE INSTRUCCION Y DE ASISTENCIA TECNICA

##### 4.1 PLAN DE TRABAJO

Las seis localidades dentro del área piloto fueron visitadas entre tres y cuatro veces. Todas ha recibido un programa integral de instrucción, capacitación y asistencia técnica. Otras seis localidades mas alejadas han recibido una sola visita por parte de ENSOCOR. En esas ocasiones se ha podido brindar únicamente un programa reducido y adaptado a la situación específica de cada lugar.

Los cursillos dictados en los distintos localidades no se han limitado a la explicación del uso correcto de los hornos solares. Sino se ha tratado de exponer un panorama más amplio de las posibilidades para el aprovechamiento de la energía solar en la Puna Jujeña. Además se ha expuesto el tema de la energía solar en un contexto de factores ecológicos y sociales.

## 4.2 METODOS DE LA ENSEÑANZA

El método de preferencia ha sido la demostración concreta y práctica de los objetos y del uso de los mismos. Siempre en cuanto era posible, se ha buscado la participación activa de los cursantes, por ejemplo en el manejo de los hornos solares, en la preparación de las comidas ó en la observación de los termómetros.

Algunas explicaciones fueron dadas en forma de una pequeña charla. Pero más frecuentemente se aplicó la forma de la conversación en grupos durante las cuales fueron transmitidos los contenidos de la enseñanza.

Para la elección de los métodos de enseñanza se tiene que tomar muy bien en cuenta la idiosincrasia de los destinatarios. Se puede suponer, que los alumnos de las escuelas rurales, igual que los habitantes mayores de la Puna, no son muy familiarizados con el pensar y con el hablar en categorías científicas y abstractas. Por eso se ha procurado, transmitir los contenidos de la enseñanza en su forma más concreta posible. Para dar algunos ejemplos:

Todos los objetos - por ejemplo el horno solar - tienen que ser a la vista, ó mejor aún al alcance de las manos.

~~Todos los procesos tienen que ser comprensibles. Por ejemplo,~~  
el proceso del calentamiento del agua puede ser visualizado con un termómetro y puede ser comprendido con el tacto de los propios dedos.

Cuestiones complejas y teóricas tienen que ser discutidos sobre la base de las experiencias de la gente. Por ejemplo, se discutía el fenómeno de la deforestación, tomando como referencia la tala de genhuas en el qenhual de Muñayoc.

Según nuestras experiencias, esa combinación de las demostraciones prácticas con las conversaciones en grupos, completados por pequeñas charlas, da buenos resultados. Esa combinación de métodos permite la transmisión de los contenidos importantes, permite la participación activa de la gente y permite la adaptación a diferentes niveles de conocimientos y a diferentes niveles de intereses.

Sin ningún duda, se podría perfeccionar todavía esta manera de proceder, por ejemplo mediante la incorporación de más materiales didácticos. Folletos y otros materiales escritos podrían constituir elementos importantes de la futura enseñanza.

#### 4.3 MATERIALES DIDACTICOS

Para la enseñanza se ha usado distintos artefactos como materiales didácticas. Los cuales eran en parte de la pertenencia particular de la autora.

- Hornos solares
- Ollas y recipientes pintados de negro
- una "Cafetera solar" , made en Suiza
- linternas solares
- varios termómetros, tipo "reloj" y tipo laboratorio

#### 4.4 ASISTENCIA TÉCNICA

La asistencia técnica se refiere al manejo concreto de los objetos. En respecto a los hornos solares se daba instrucciones para:

El puesto en funcionamiento de los hornos solares; la orientación al sol; la inclinación de los reflectores; la carga y descarga con comidas o agua; el uso de recipientes, lajas y rejillas adecuadas; el uso de termómetros; la limpieza del horno solar; el mantenimiento del horno solar.

Cuanto era necesario, se hizo pequeños trabajos de mantenimiento y de refacción en las localidades mismas. Por ejemplo: reemplazar tornillos faltantes, fijar listones del sostén, cambiar vidrios rotos y dar una mano de pintura.

#### 4.5 ENSEÑANZA DEL MARGEN TEORICO

Con los métodos descriptos mas arriba, en los cursillos de instrucción y de capacitación se ha dado un margen teórico que abarcaba los siguientes puntos:

Las leyes físicas básicas para el funcionamiento de los hornos solares - el efecto invernadero, la reflexión, la absorpción. La absorpción y la importancia de la pintura negra.

El sol y la Puna Jujeña - factores geográficos y climatológicos.

Panorama de las posibilidades para el aprovechamiento de la energía solar - cocinas solares, agua caliente, luz eléctrica.

Problemas ecológicos - la escasez de la leña; la deforestación y sus consecuencias a largo plazo.

Problemas de la salud - la importancia del agua potable. El agua caliente y la higiene personal.

#### 4.6 EL USO DEL HORNO SOLAR

Como ya se ha explicado, el horno solar tiene un amplio espectro de aplicaciones posibles. El programa de enseñanza que fue desarrollado en las distintas localidades, intentó de presentar todas las formas posibles de sus aplicaciones.

##### - Esterilizar agua en el horno solar

A lo largo de un día con sol radiante y cielo despejado se puede esterilizar cerca de 10 litros de agua en un horno solar - bajo las condiciones controlados del experimento. Ahora falta comprobar, si la gente mismo del campo van a aceptar los hornos solares para tal objetivo.

Para determinar la cantidad de agua, se ha entregado los hornos solares juntos con recipientes de aluminio de 10 litros de volumen. En ocasión de la entrega se ha dado las instrucciones necesarias. A la vista de la gente se ha pintado a las tapas de los recipientes con color negro, demostrando de esa manera el efecto de la "absorpeión" de la energía solar.

El concepto " potabilizar agua mediante la esterilización en los hornos solares" es algo difícil a explicar, porque hace falta de hablar de bacterias, microbios y del efecto de temperaturas elevadas sobre los mismos. En total, un proceso bastante abstracto y difícil a visualizar. No es fácil, dirigir la atención del público hacia un tacho con agua, que esta aumentando lentamente su temperatura.

Los habitantes de la zona recorrida por ENSOCOR se mostraron bien informados sobre la necesidad de potabilizar el agua - un fruto del trabajo de los agentes sanitarios y de los médicos. Conocían los dos métodos: agregar al agua una "pastillita" , ó hacerla hervir durante " un ratito". Nuestras preguntas daban como resultado, que el abastecimiento con las "pastillitas" no es muy continuo en las zonas rurales. En respecto al hervor, la gente tienen el concepto de que el agua tiene que llegar al punto de ebullición - que se tiene que ver burbujas grandes. Pero en los hornos solares todo este proceso anda muy despacio. Aunque en condiciones favorables se puede alcanzar la temperatura del punto de la ebullición, no se verá nunca burbujas grandes, sino se podrá observar únicamente burbujas chiquitas subiendo a la superficie en el área de contacto con el borde metálico del recipiente. Además, al efecto esterilizador ya se logra en cuanto la temperatura del agua será mantenido en un nivel elevado ( por encima de los 60 grados) durante un tiempo prolongado.

En la práctica resultó casi imposible, poder transmitir ese conjunto de parámetros bastante abstractos. Pues, se hizo uso del

sentido común y en consecuencia se estableció una técnica mixta para el tratamiento del agua, combinando los hornos solares con las técnicas tradicionales. Para dar un ejemplo, será citado en lo siguiente el caso de una familia de la localidad de Cara Cara, a 25 km de Abra Pampa. La familia toma su agua de un arroyo cerca de la casa. Por la prolongada sequía que afecta a esa región, el arroyo se ha transformado en un pobre hilo de agua sucia. En las cercanías del arroyo están pastoreando las ovejas y los chivitos de la familia.

La Señora comentó:

" Cerca del mediodía me voy junto con mis tres chicos chiquititos al campo para pastorear los animales. Antes de irme pongo mis dos pavas con agua en el horno solar. Cuando vuelvo, el agua está ya bien caliente, pero no hierve. Pero con una ramita de tola lo hago hervir enseguida y ya puedo dar el té a mis hijitos. Por eso, el horno solar es una gran ayuda."

- Calentar agua en el horno solar

El modo más simple de utilizar los hornos solares consiste en la preparación de mayores cantidades de agua caliente. ~~Cualquier recipiente sirve para ser metido en el horno solar. La carga~~ total de un horno solar puede llegar a los 20 litros de agua, ó más. A lo largo de algunas horas con pleno sol, se obtiene una cantidad considerable de agua bien caliente, que puede ser aprovechado para la preparación de bebidas o comidas calientes, o que puede ser aprovechado para la higiene personal.

Este último tiene un significado especial para los comedores y para las escuelas albergues de la Puna. Dentro del contexto de la prevención de la salud, estas instituciones tienen la obligación de enseñar ciertas normas de la higiene personal. Hay que recordar, que el agua tomado de los vertientes superficiales o de los pozos normalmente es muy fría, apenas llega a los 5 o 6 ° C. Las escuelas y comedores carecen totalmente de recursos para poder calentar mayores cantidades de agua. Muchas veces los padres de los chicos tienen que colaborar y mandar cierta cantidad de leña a las escuelas o comedores. Y esta leña alcanza con dificultades para la preparación de las comidas y de las bebidas. Además, se transfiere de este modo los problemas ecológicos a los lugares de los hogares familiares, porque se desconoce totalmente la situación del medio ambiente de donde fueron sacados estos atados de leña.

Generalmente la gente aceptan fácilmente este campo de aplicación de los hornos solares. Les parece útil y fácil en su realización. Los hornos solares producidos por ENSOCOR son un poquito más grande y profundo que otros modelos de hornos solares en el mercado. Eso se hizo a propósito, para que las escuelas, comedores o familias particulares puedan trabajar con los mismos tachos grandes que usan normalmente, e incluso con los bidones plásticos

de 5 litros de volumen, que se usa con frecuencia para el acarreo del agua en la Puna Jujeña.

Durante los cursillos de instrucción se mostró la importancia del color negro para la absorción de la energía solar. Un hecho, que muchas veces es completamente desconocido. Un simple bidón plástico puede aumentar su rendimiento considerablemente en cuanto es pintado con una mano de pintura negra común.

Como ilustración para este campo de aplicación se dará un ejemplo:

La escuela de Paicone, Departamento Rinconada, tiene un horno solar, lo cual se encuentra instalado en forma permanente sobre una pequeña plataforma de hormigón en un rincón protegido. A la primera hora de la mañana, el portero de la escuela pone el horno solar en funcionamiento y lo carga con 4 bidones plásticos llenos de agua fría (cerca de 5<sup>o</sup> C, según nuestras mediciones). Hasta el mediodía los veinte litros de agua se han calentado hasta una temperatura de algunos 38<sup>o</sup> C. Los maestros del turno dejan formar a los alumnos y les dejan lavar sus manos con este agua caliente, antes de entrar al comedor. Inmediatamente, el portero carga de nuevo el horno solar, y semejante operación se repita a la hora de la merienda. En un total, se dispone de una cantidad de 40 litros de agua bastante caliente, sin ningún consumo de leña u. otro combustible. La iniciativa de la directora y la colaboración de los maestros y del personal de servicio lo hacen posible, que con una buena organización se aprovecha al máximo de un sólo horno solar.

- Preparar comidas en el horno solar

Como ya fue expuesto en publicaciones anteriores, el horno solar sirve para la preparación de diferentes tipos de comidas. En este lugar se limita pues a la enumeración de algunas preparaciones típicas y ya probadas por la autora, sin que la lista fuera completa:

Bifes, pollo al horno, asado de cordero  
arroz, polenta, anchi, arroz con leche, mazzamora  
salsa de tomate, salsa boloñesa  
zanahorias, zapallo, papas, remolachas u otras verduras  
guiso de arroz, de trigo, de porotos y de lentejas  
bizcocho, torta, pizza y bollos de pan  
huevos  
manzanas al horno, compota de manzana

Para los cursillos de instrucción se ha elegido principalmente tres comidas distintas, que representen distintas maneras de preparación en el horno solar (ver abajo). Al paso se ha explicado siempre algunos "trucos de cocina", como por ejemplo el uso de recipientes y tapas adecuadas, el uso de lajas para el almace-

namiento del calor, el uso de rejillas sobre las cuales serán puestos los recipientes, y otros más. Mas allá de las comidas que se ha podido realizar en los cursillos, se ha dado impulsos, para que la gente se animen y siguen adelante con sus propios experimentos.

Primero, se ha preparado arroz con leche y manzanas al horno. Este plato es de realización fácil y rápido, y da un buen ejemplo para la preparación de cereales y de postres. Además, ese plato encanta a todos los chicos en la Puna.

Segundo, se ha preparado algo de carne, sea en forma de bifes, que es más rápido, o en forma de asado. Como se sabe, la carne de cordero, de chivo y de llama juegan un rol importante en la alimentación de la gente de la Puna. Un buen asado de cordero - que se cocina en alrededor de tres horas - es un argumento muy fuerte para la aceptación de los hornos solares.

Tercero, se ha preparado un guiso a base de trigo, maíz pelado y porotos de la siguiente manera: los tres elementos mencionados fueron puestos en remojo la noche anterior. A la primera hora del día siguiente se preparó un guiso, agregándole especies, charqui y verduras al gusto. Se usaba una olla grande de barro y se daba a todo eso un primer hervor sobre el fuego tradicional. Inmediatamente después de haber alcanzado el punto del hervor, se colocó la olla en el horno solar, que mientras tanto ya había sido puesto en funcionamiento. Dentro del horno solar se mantenía la temperatura y se perfeccionó el proceso de cocción.

Hay que mencionar, que los granos enteros de los cereales, igual que los legumbres, forman la base de muchos platos típicos de la zona. El proceso de la cocción completa lleva mucho tiempo, agravado por el hecho, de que en estas alturas sobre el nivel del mar el agua está hirviendo ya a los 90 ° C, o menos. Los guisos de este tipo normalmente se cocinan a fuego lento durante muchas horas. Un proceso, que necesita un abastecimiento constante de leña. Entonces, gran parte del proceso de la cocción puede desarrollarse dentro del horno solar, sin ningún consumo de combustible y sin que haga falta ninguna clase de supervisión del proceso. El aprovechamiento de los hornos solares de esa manera significa un ahorro de combustible y de tiempo. La gente pueden preparar el guiso a la primera hora de la mañana, cuando sí o sí tienen prendido el fuego de leña para la preparación de una bebida caliente. Antes de salir al campo, se coloca la olla dentro del horno solar y la deja ahí sin más preocupaciones. Cuando la gente vuelve a la tarde, la comida ya está lista y caliente.

Un ejemplo quiere demostrar, que eso no es una fantasía fuera de la realidad:

Algún día se preparó un guiso de tal manera en la localidad de Carahuasi, en ocasión de una reunión de los padres en la escuela. El guiso salió rico y se hizo probar a todos los padres. La gente quedaron contentos y convencidos de la utilidad de los hornos

solares. En esa ocasión hemos recibido numerosos pedidos por hornos solares por parte de los pobladores de Carahuasi.

Otros ejemplos quieren demostrar, como los hornos solares empiezan a formar parte de la rutina diaria en la Puna:

En la escuela de Abra Laite, la maestra o el maestro del turno tiene a su cargo los hornos solares y cada semana tiene que hacer una experiencia nueva con los mismos. El director de esta escuela nos comentó, que nuestra última visita por parte de ENSOCOR ha dado muchos nuevos impulsos e inspiraciones, con los cuales siguen adelante con sus propios experimentos - entre otros se ha preparado un bizcochuelo.

En la escuela de Pozuelos están usando al horno solar frecuentemente y están promocionandolo hacia la comunidad. Además, el director hizo sus propios experimentos, tratando a mejorar el rendimiento de su horno agregándole un sistema de espejos adicionales.

#### OTRAS ACTIVIDADES

##### - Cursillo para maestros

Auspiciado por el Inspector de la Zona II, Sr. Benigno Gómez, el día 14 de julio en la localidad de Abra Pampa se ha ofrecido una charla de información para directores y maestros especiales de las escuelas de la zona II, Departamentos de Rinconada y Cochinoca, a la cual asistieron algunas veinte personas. Los temas tratados eran : Panorama de las posibilidades para el aprovechamiento de la energía solar en las escuelas de la zona, y la presentación del horno solar, de la cafetera solar y de la linterna solar como ejemplos concretos y prácticos. Además se ha discutido un modelo de una cocina solar comunitaria que permite la preparación de comidas para 50 personas, o más. Sobre todo ese último tema contó con mucho interés por parte de los participantes. Al final del cursillo, los maestros han decidido , que iban a elaborar una solicitud, dirigido al Poder Ejecutivo de la Provincia de Jujuy y solicitando la instalación de hornos solares, de cocinas solares comunitarias y de calefones solares para el agua caliente en las escuelas de la zona.

- Estación experimental en Abra Pampa

Se ha instalado una estación experimental de la energía solar en un terreno en Abra Pampa. En el mes de junio se ha dedicado una semana de trabajo a la instalación experimental de varios equipos de calefones solares para el agua caliente. El sitio de Abra Pampa ofrece la ventaja de que se puede probar los equipos en las condiciones reales de la Puna. Quiere decir, de que se puede probar, si los equipos puedan aguantar las fuertes radiaciones solares del día y las temperaturas muy bajas de la noche. Los experimentos han dado algunas resultados satisfactorios, aunque faltan algunas detalles técnicos a resolver. En un futuro, ENSOCOR tendrá que dedicarse con prioridad a ese tema importante.

## RESUMEN

Durante el cuatrimestre abril hasta julio 1.995, ENSOCOR continuaba con su programa de seguimiento de los hornos solares en la Puna Jujeña. Se logró la instalación de veinte nuevos hornos solares y el seguimiento de los mismos en un programa sistemática e integral. Se ha instalado una estación experimental de la energía solar en Abra Pampa, en donde se encuentran en prueba varios equipos de calefones solares para el agua caliente.

Con fondos de Agua de los Andes S.A. se ha construido veinte hornos solares, los cuales fueron entregados a varias escuelas y comunidades rurales en la cuenca de la Laguna de Pozuelos y en la cuenca de la Laguna de Guayatayoc. En esta área piloto, ENSOCOR ha podido desarrollar un programa sistemática e integral que incluyó un primer viaje de información, un viaje de entrega y dos visitas de seguimiento a cada uno de los seis localidades elegidas.

ENSOCOR ha brindado un servicio de instrucción y de asistencia técnica a los habitantes de la zona mencionada, a los maestros y los alumnos. Se ha dado instrucciones sobre el uso correcto de los hornos solares en sus distintos campos de aplicaciones en forma práctica y concreta, y se ha dado un margen teórico en respecto al aprovechamiento de la energía solar en la Puna Jujeña, considerando los factores ecológicos y sociales de la zona.

A razón de este programa sistemática que fue desarrollado por ENSOCOR, se puede constatar los primeros resultados:

En todos los lugares visitados por ENSOCOR, los hornos solares están en funcionamiento y en uso.

La gente usan los hornos solares principalmente en tres formas:

Para la preparación de mayores cantidades de agua caliente para la higiene personal.

Para la preparación de agua potable mediante el proceso de la esterilización

Para la preparación de varios tipos de comidas

Los centros de las actividades se encuentran actualmente en las escuelas. Pero se nota un aumento de la participación activa de las comunidades en el tema de la energía solar, y una disposición creciente para la aceptación de las nuevas tecnologías.

En general, en todo el área de trabajo de ENSOCOR, se puede observar una concientización para los problemas ecológicos de la zona y un grande interés para todas las posibilidades del aprovechamiento de la energía solar.

# ENSOCOR

## CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS EN EL CAMPO CUATRIMESTRE ABRIL HASTA JULIO 1.995

Las distintas comisiones fueron planificadas y realizadas en estrecha colaboración con el Coordinador del CFI en San Salvador de Jujuy (H. Kleine-Hering) y con la Dirección de Agua Potable y Saneamiento (hoy: Agua de los Andes S.A.) de la Provincia de Jujuy. En distintas oportunidades brindaron su participación y su colaboración las siguientes personas:

Dr. Eduardo González Arzac, Ecólogo, CFI, Buenos Aires  
Napoleón Mamaní, Topógrafo, CFI, Jujuy  
Sr. Reinaga, Mecánico, DAPS, Jujuy  
Roberto Salinas, Técnico, DAPS, Jujuy

En cada localidad se tomó como punto de referencia las escuelas del lugar. A partir de ahí salían las actividades dirigidas a las comunidades rurales de la zona.

Un \* significa, que en ese día se efectuó una reunión de los miembros de la comunidad en la cual fueron promocionados los objetivos del programa ENSOCOR.

COMISION 1 24.04. - 28.04. 1.995

Viaje de información  
abarcando los siguientes áreas:  
la zona entre Abra Pampa y La Quiaca al este de la  
ruta 9  
la cuenca de la Laguna de Pozuelos  
la cuenca de la Laguna de Guayatayoc

COMISION 2 08.05. - 12.05. 1.995

Entrega de 20 Hornos Solares

9.5.	Arbolitos/ Cara Cara	11.5.	Carahuasi
10.5.	Pozuelos	11.5.	Pan de Azúcar
10.5.	Casa Blanca	12.5.	Abra Laite *

COMISION 3 16.05. - 19.05. 1.995

Primer seguimiento  
con asistencia técnica y con demostraciones  
prácticas del uso de los hornos solares

16.5. Pozuelos *	19.5. Carahuasi
17.5. Arbolitos *	19.5. Pan de *
17.5. Casa Blanca	Azúcar

COMISION 4 20.05. - 25.05. 1.995

Seguimiento de hornos solares en varios localidades  
del interior de los Departamentos Sta. Catalina y  
Rinconada  
con asistencia técnica y con demostraciones  
prácticas del uso de los hornos solares

20.05. San Francisco	23.05. Ciénaga
21.05. San Francisco	24.05. Paicone
22.05. Cabrería	25.05. Misa Rumi
22.05. San Juan y Oro	

COMISION 5 04.06. - 10.06. 1.995

Tareas de refacción y mantenimiento de hornos  
solares en Abra Pampa  
Supervisión de la instalación de varios equipos de  
calefones solares para el agua en Abra Pampa

COMISION 6 03.07. - 07.07. 1.995

Segundo seguimiento  
con asistencia técnica y con demostraciones  
prácticas del uso de los hornos solares

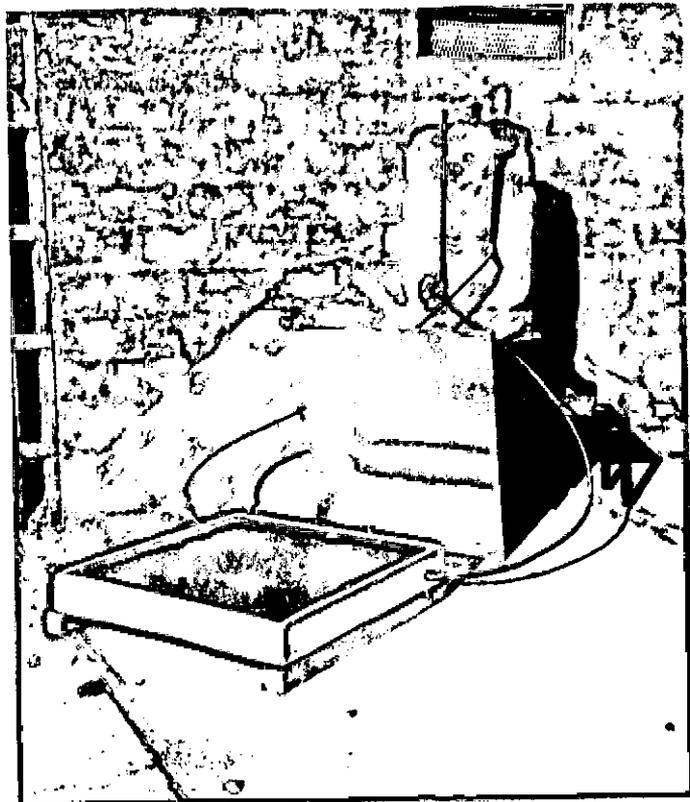
04.07. Abra Laite	06.07. Pan de
05.07. Cara Cara	Azúcar
05.07. Casa Blanca *	07.07. Carahuasi *
05.07. Pozuelos	

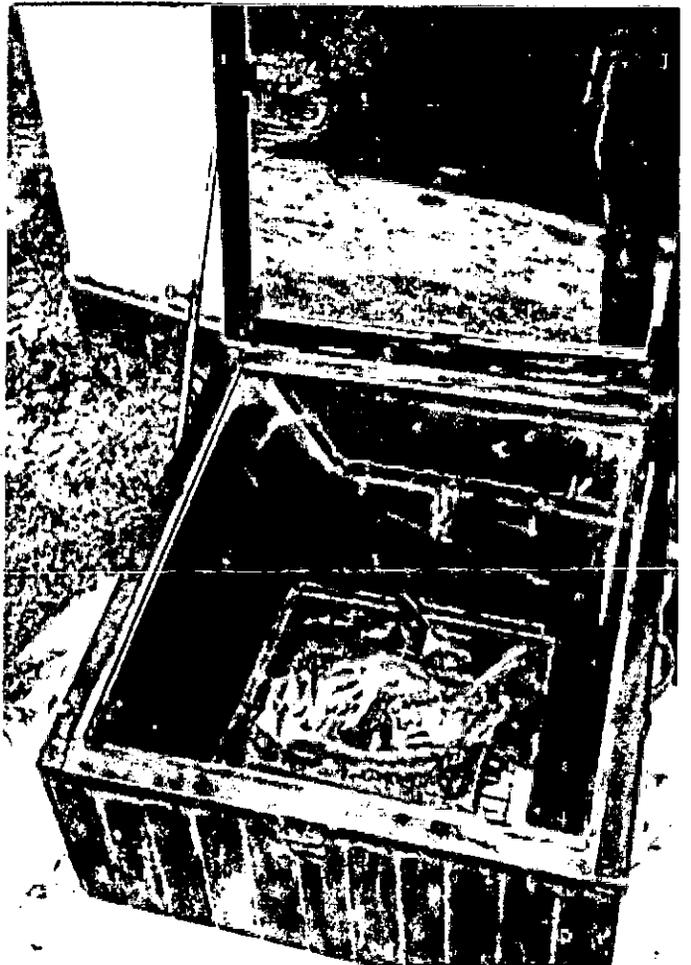
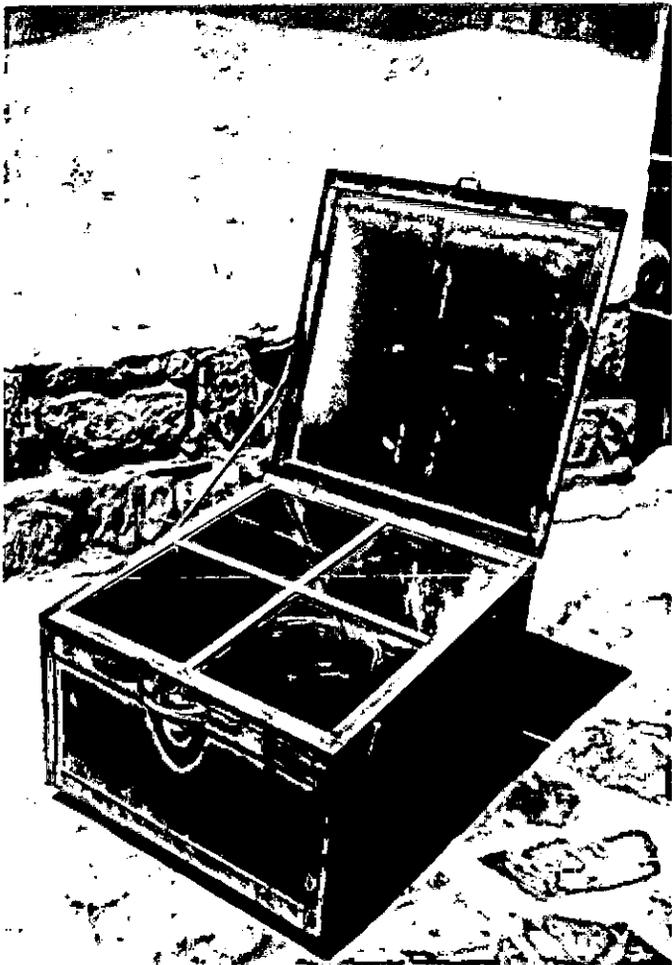
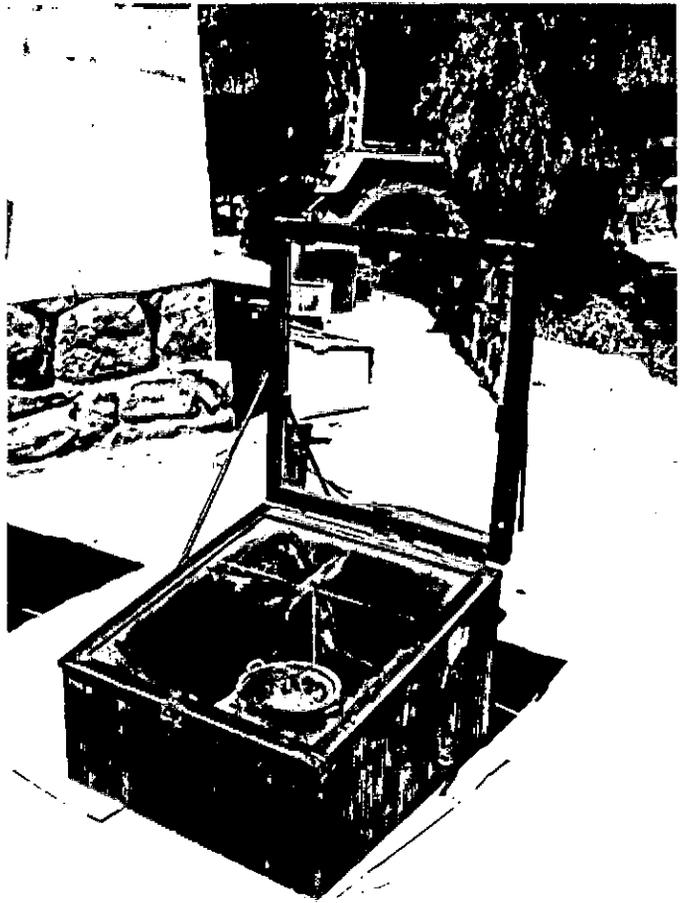
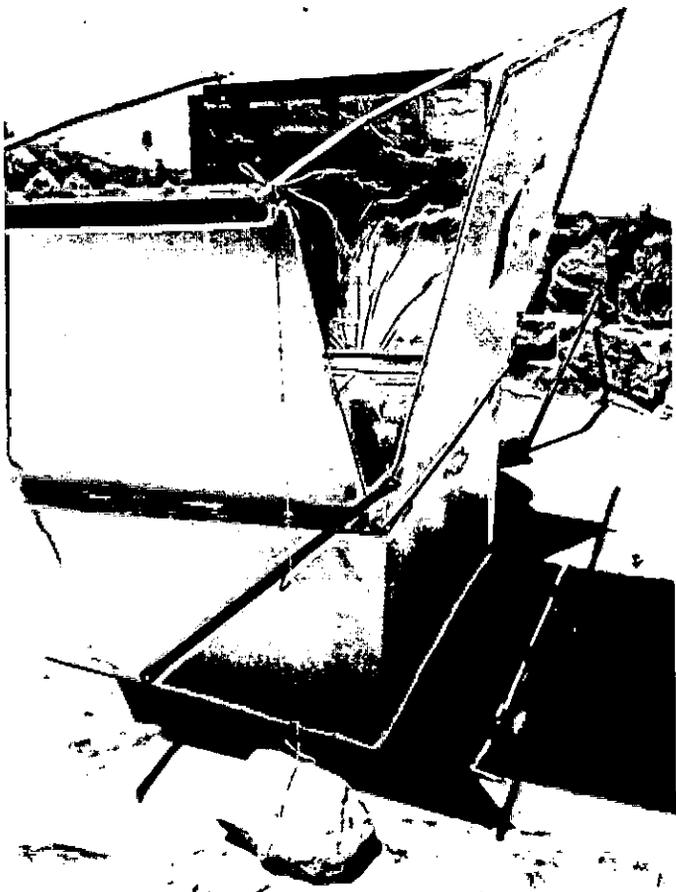
COMISION 7 14.07. 1.995

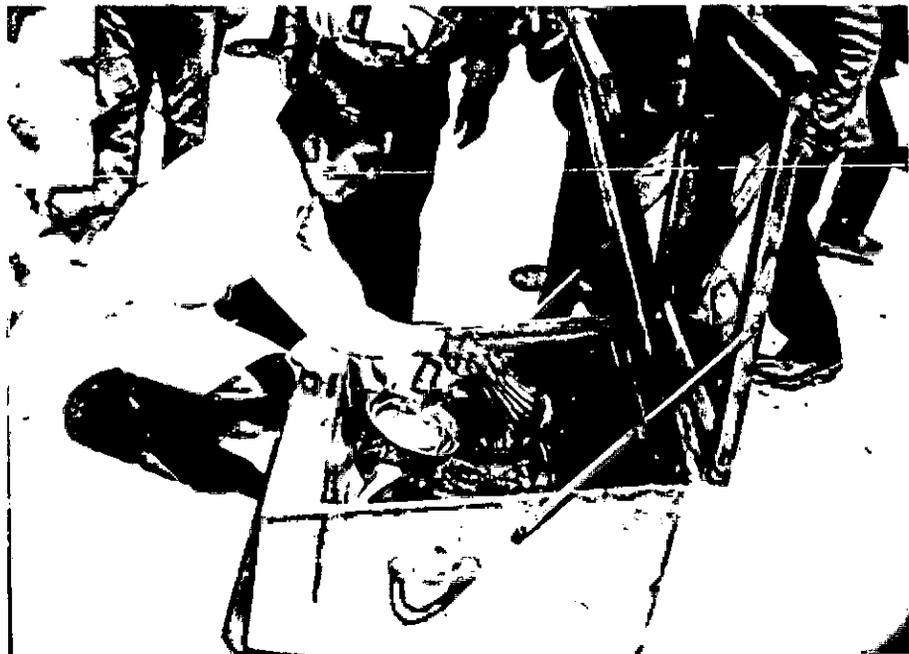
Abra Pampa  
Disertación sobre el aprovechamiento de la energía  
solar en la Puna Jujeña  
para directores y maestros especiales de las  
escuelas de la Zona II (Rinconada y Cochínoca)

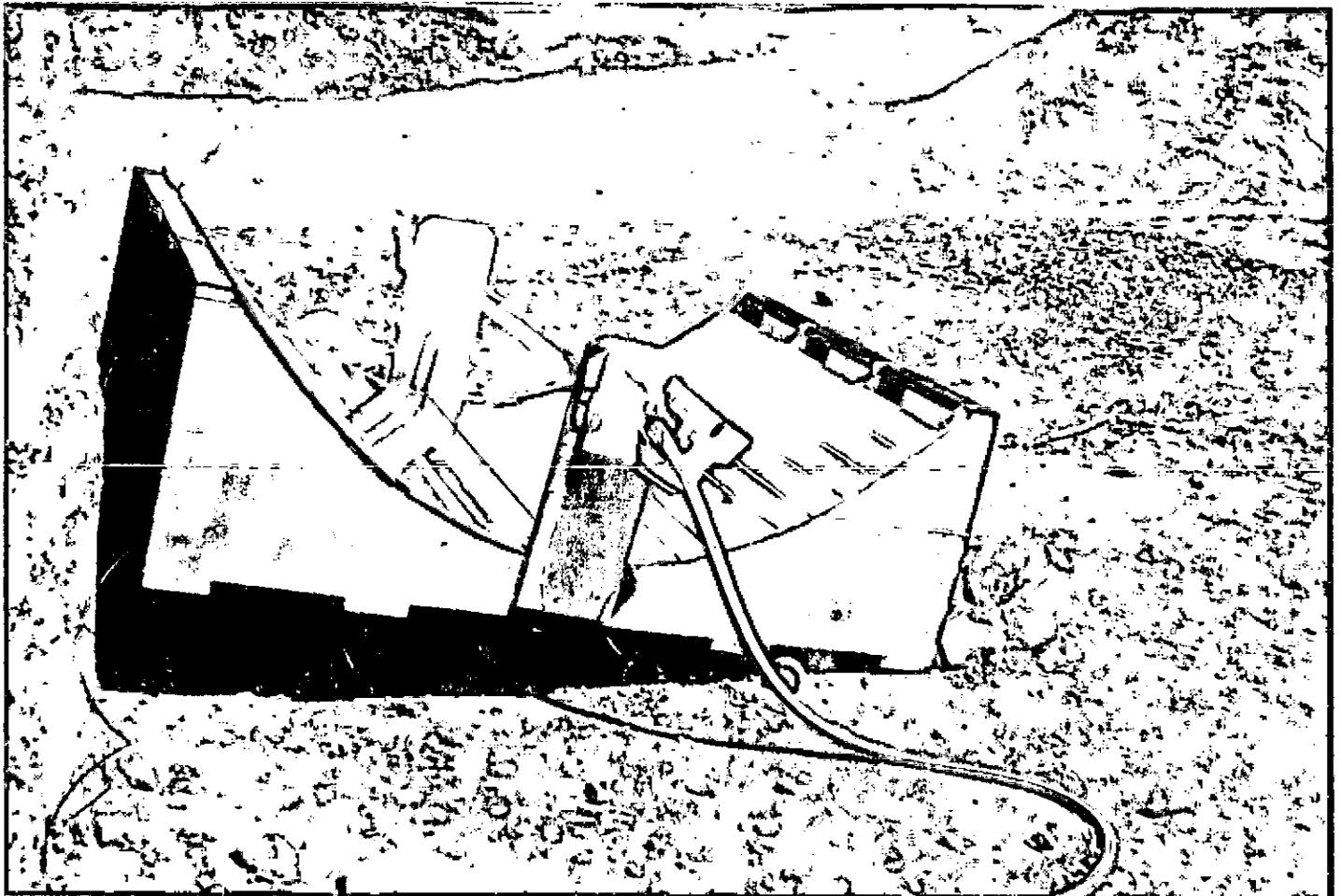
**ANEXO I: Fotos**

- Pagina 38: Hornos solares diferentes modelos
- Pagina 39: Calentadores solares para el agua caliente en la estación experimental de Abra Pampa
- Pagina 40: Trabajando con los hornos solares en la Puna Jujeña
- Pagina 41: - Horno solar:  
Modelo Abra Pampa  
- Parabola  
concentrador parabólico









**ANEXO II: Estación experimental de energía solar  
Tilcara 11 - 94**

ESTACION EXPERIMENTAL DE ENERGIA SOLAR

Lista de los hornos solares:

- Nr. 1    viejo, cajón de machimbre grueso, sin reflector  
         superficie de apertura 60 x 60 cm  
         ( = ventana )
- Nr. 2    Modelo "Tilcara 2000, nuevo, cajón fibra de vidrio  
         reflector principal de aluminio, 2 reflectores laterales,  
         ventana partida en 2 partes  
         superficie de apertura 68 x 60 cm
- Nr. 3    viejo, cajón de machimbre grueso, cajón pintado negro,  
         reflector espejo  
         superficie de apertura 60 x 63 cm
- Nr. 4    nuevo, cajón de chapa de madera delgada con marcos de  
         listones gruesos, ventana partida en 4 partes por una  
         cruz de madera  
         reflector aluminio  
         superficie de apertura 62 x 62 cm
- Nr. 5    cajón de machimbre grueso  
         reflector aluminio  
         superficie de apertura 60 x 63 cm
- Nr. 6    cajón de machimbre grueso  
         reflector espejo  
         superficie de apertura 60 x 63 cm
- Nr. 7    viejo, primer horno solar construido 1.989 en Abra Pampa

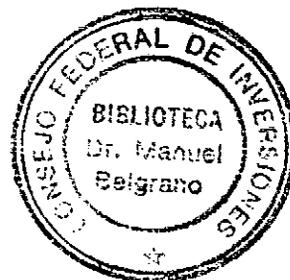
Test según los criterios del  
 " Second International Solar Cooker Test"

El objetivo ha sido, realizar con uno de nuestros hornos un test bajo las mismas condiciones que fueron aplicadas en el " Segundo Test Internacional de Evaluación Comparativa de Cocinas Solares", Almeria/España 1.994. Por supuesto, en nuestra estación experimental en Tilcara estabamos lejos de la posibilidades técnicas que ofrece la Plataforma Solar en España. Pero igual se obtiene una primera impresión sobre el rango de nuestros hornos solares en comparación con los modelos del mercado internacional.

Se trató a realizar el test:  
 heat-up (water); hot start (40-96<sup>0</sup> C)  
 Cabe mencionar, que el agua está hirviendo en Tilcara ya a una temperatura  $T_{\text{hirviendo}} = 92^{\circ} \text{C}$

Protocólo del test

fecha: 04.11.1.994  
 tiempo: sol, cielo despejado  
 al mediodía  $t = 25^{\circ} \text{C}$ , leve viento  
 modelo: Tilcara 2000 (cajón de fibra de vidrio)  
 superficie de apertura: 0.44 m<sup>2</sup>  
 contenido de la olla: 2.500 ccm



hora	$T_{\text{horno}}$	$T_{\text{agua}}$	
10.50	130 <sup>0</sup> C	-----	<sup>0</sup> C
10.55	105	45	
11.25	115	56	
11.55	130	72	
12.25	135	84	
12.55	138	92	superficie
12.56	138	87	revolviendo el agua

## Interpretación

A los 125 minutos después de haber iniciado el test se ha medido una temperatura del agua de  $92^{\circ}$  C, quiere decir, que el agua estaba hirviendo a la superficie. Revolviendo el contenido de la olla, se ha podido medir  $87^{\circ}$  C. El bajón en la temperatura se explica en partes por el hecho, de que éramos obligados a trabajar con la olla destapada para poder efectuar la medición con un termómetro común.

Este resultado de nuestro test tiene que ser comparado con los resultados del modelo ULOG en el test internacional, porque el modelo ULOG es el modelo más cerca a los nuestros en respecto a los principios de la construcción y a las dimensiones. En el Test Internacional el modelo ULOG necesitaba 107 minutos para llegar a su temperatura final de  $96^{\circ}$  C (= temperatura de hervor menos 3 grados, según los criterios del test).

Comparando nuestro modelo con los demás modelos del mismo tipo constructivo ("box") que participaron en el test internacional, se puede decir, que nuestros modelos son de buena calidad. Las cocinas que actúan más rápido son del tipo "conductive box", que son hornos solares un poquito más sofisticados.

Los criterios del Test Internacional prevén una temperatura inicial del agua de  $40^{\circ}$  C. Este criterio no hace mucho sentido en la Puna jujeña, porque el agua que se toma de los arroyos o de los pozos en la Puna es mucho más frío, alrededor de  $10^{\circ}$  ó menos aún. Por eso en los demás experimentos en Tilcara no hemos seguido más a los criterios del Test Internacional, sino hemos operado con temperaturas más reales. Por ejemplo con temperaturas iniciales del agua de 10 o  $16^{\circ}$ , así como salía de la canilla en Tilcara.

### Test: Potabilizar Agua

El objetivo de este test ha sido, investigar, si se puede potabilizar agua de una acequia mediante un tratamiento en los hornos solares.

Se tomó el agua de una acequia en el lugar donde sale la acequia del terreno de la planta electrógena de Tilcara. Este agua tiene su origen del canal del agua que viene de la Garganta del Diabolo. Antes de llegar al pueblo, la acequia atraviesa una zona de pequeñas fincas en donde se practica la agricultura y la ganadería. Aunque Tilcara cuenta con un sistema proveedora de agua potable, todavía mucha gente del campo toman el agua de las acequias. De ese modo corren serios riesgos para su salud, como hemos podido comprobar con los análisis bacteriológicos de este agua.

## Protocolo del test

fecha: 10.11.1.994  
lugar: Tilcara  
coordinadora: Barbara Holzer  
asistente: Ubaldo Siarez  
supervisión: Dra. Susana Abalos del Hospital de Tilcara

### Desarrollo:

A las 10 de la mañana se tomó tres muestras del agua de la acequia para su posterior análisis bioquímico. Con el mismo agua se llenó 4 recipientes, cada uno de cerca de 5 litros de volumen ( 2 bidones plásticos comunes, 1 olla marmicoc, una olla de aluminio comun). Inmediatamente despues de la toma se ha colocado los recipientes en dos hornos solares, que ya eran calentados previamente. Se dejó los recipientes durante más que 5 horas en los hornos solares, sin abrirlos. A las 15.30 se tomó de tres recipientes una muestra cada uno para el análisis en el laboratorio.

hora	Horno solar Nr.2	bidón plástico	bidón plástico
	$T_{hs}$	$T_1$	$T_2$ en <sup>0</sup> C
10.00	80	--	--
11.00	100		
12.00	110		
15.30	110	87	87
		prueba 1	prueba 2

hora	Horno solar Nr.4 $T_{hs}$	olla marmicoc $T_3$	olla alu $T_4$	en <sup>0</sup> C
10.00	80	--	--	
11.00	80			
12.00	105			
15.30	105	91	91	

prueba 3

### Resultados e interpretación

Los exámenes microbiológicos fueron ejecutados en el Laboratorio Central de Salud Pública en San Salvador de Jujuy. Cabe destacar, que hasta tal momento el Hospital Público de Tilcara no tenía ningún dato sobre la calidad de las aguas de las acequias. El examen microbiológico calificó como "no potable" a las pruebas tomadas directamente de la acequia y antes del tratamiento en los hornos solares. Después de haber permanecido más que 5 horas en un horno solar, el agua fue calificado de la siguiente manera: dos pruebas contenían agua "potable", la prueba Nr. 2 (uno de los bidones plásticos) todavía mostró una contaminación con bacterias aerobias, y por eso fue calificado como "No potable". Todavía se desconoce la causa por la contaminación, puede ser una falla en la toma o en el tratamiento de las muestras.

De todas formas se logró a potabilizar perfectamente cerca de 10 litros de agua en los hornos solares, sin gasto de combustible y casi sin supervisión del proceso - basta con orientar los hornos solares de vez en cuando al sol. Para un primer ensayo, eso significa un resultado ya bastante satisfactorio.

En continuación hemos tratado a profundizar nuestras investigaciones en el sentido de que queríamos definir las cantidades máximas que se puede potabilizar en los distintos tipos de hornos solares, y que queríamos estudiar todos los parámetros que influyen en este proceso. Los siguientes diagramas muestran las curvas del calentamiento de los distintos hornos solares y de sus cargas con agua respectivamente.

El día 25.11., y con el horno solar Nr.2 " Tilcara 2000," hemos podido repetir los resultados positivos del día 10.11. En un tacho de aluminio de 10 litros, el agua ha alcanzado casi el punto del hervor y ha mantenido una temperatura de 88 centigrados durante una hora. Se puede suponer, que el agua ha sido potabilizado durante este proceso. Otra observación interesante ha sido, que la forma y el material de los recipientes tiene bastante influencia sobre las temperaturas alcanzadas. Se puede obtener buenos resultados con ollas de aluminio de un diámetro relativamente grande y de poca altura; y con recipientes que tienen una tapa que sierre herméticamente.

En los demás ensayos el agua no ha alcanzado el punto del hervor, pero sí el agua ha superado los 60 ° C y se ha mantenido durante mucho tiempo por encima de este marco. Algunos medicos consultados en el tema me han asegurado, que de esa manera tambien se puede matar a los bacterias y en consecuencia potabilizar el agua. Falta comprobar eso por futuros análisis bacteriológicos.

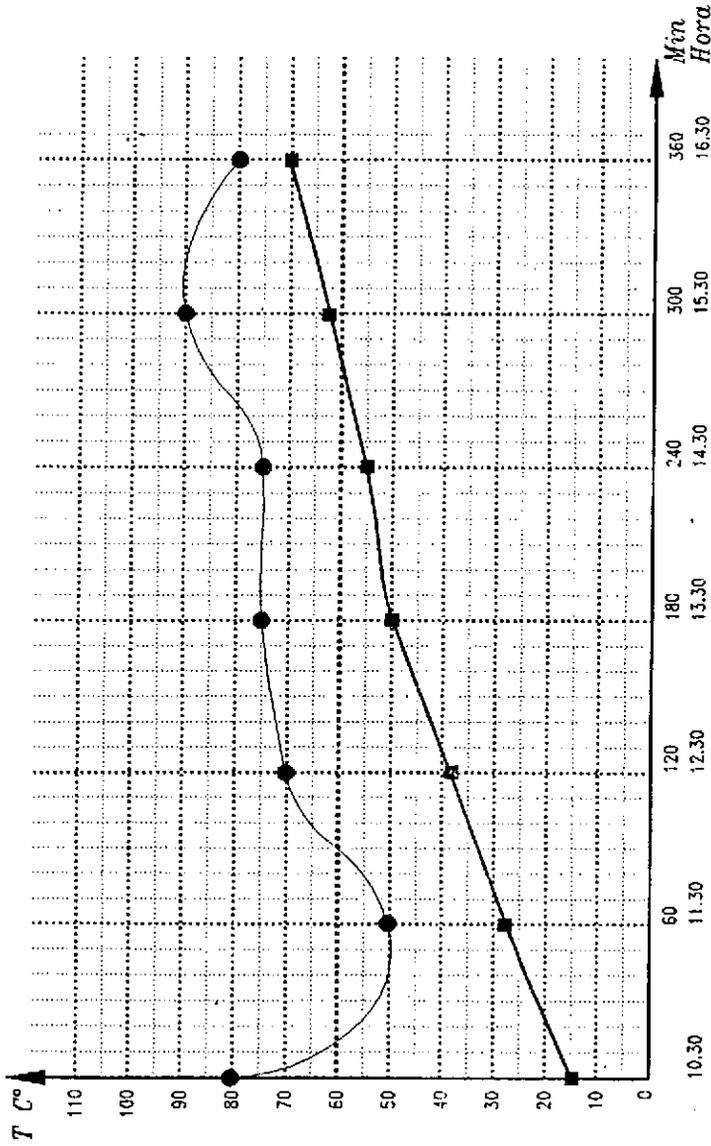
HS ② 22-11-94

Modelo: "Tilcara 2000"

$\Sigma = 20$  litros

(por el calor se han fundido  
2 tapas de los bindones)

- = Temperatura horno solar
- = Temperatura agua



hora	$T_{HS}$	$T_{agua}$
10.30	80	14
11.30	50	28
12.30	70	37
13.30	75	49
14.30	75	55
15.30	90	62
16.30	75	70,69; 71,70

viento  
 $T_{amb.} = 20^{\circ}C$   
levemente nublado y viento

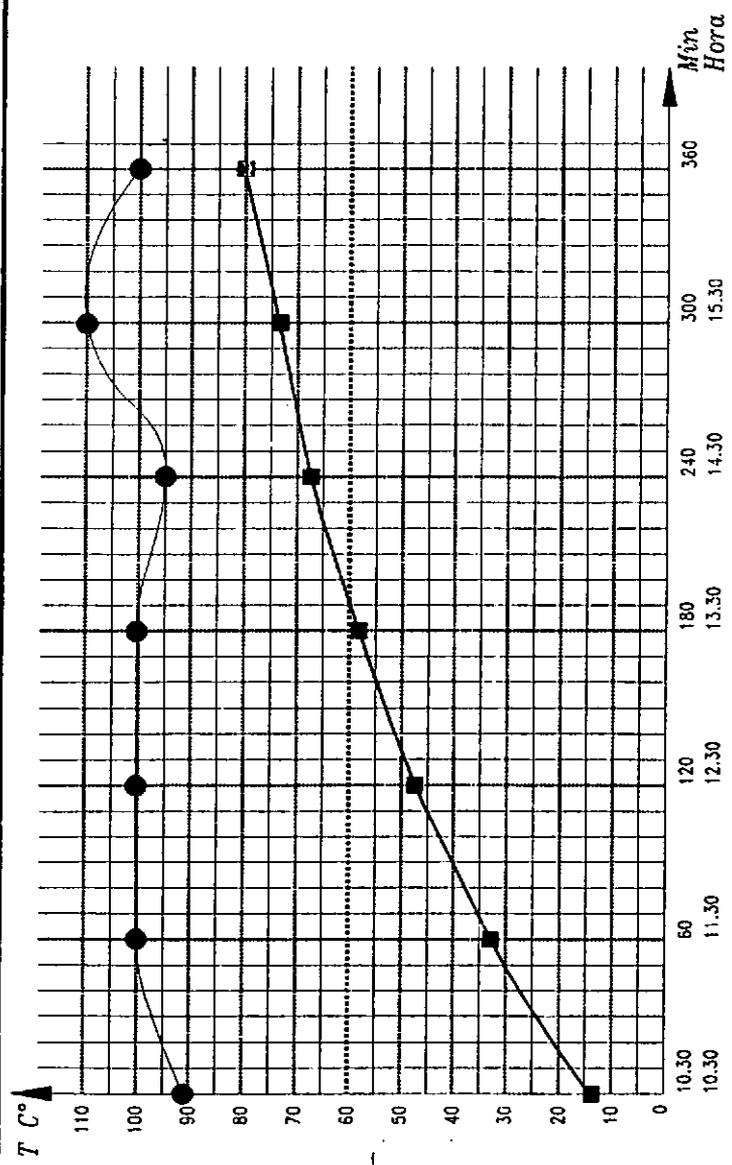
viento y sol  
viento y sol

Proyecto: Horno solar		COORDINACION	PROF. B. HOLZER
		PROYECTO	ENSOCOR
CURVA HORNO SOLAR		HS 2 - 22.11.94 - Tilcara	
DIBUJO		J. METER	
FECHA		MARZO 1995	
NUMERO		NOMBRE DEL DIBUJO: K3	
		SIN ESCALA	

HS ④ 22-11-94

olla abu negro 7l

● = Temperatura horno solar  
 ■ = Temperatura agua



hora	T <sub>HS</sub>	T <sub>agua</sub>
10.30	90	14
11.30	100	34
12.30	100	48
13.30	100	59
14.30	95	68
15.30	110	74
16.30	100	80

viento,  
 Tamb. = 20°C  
 levemente nublado y viento

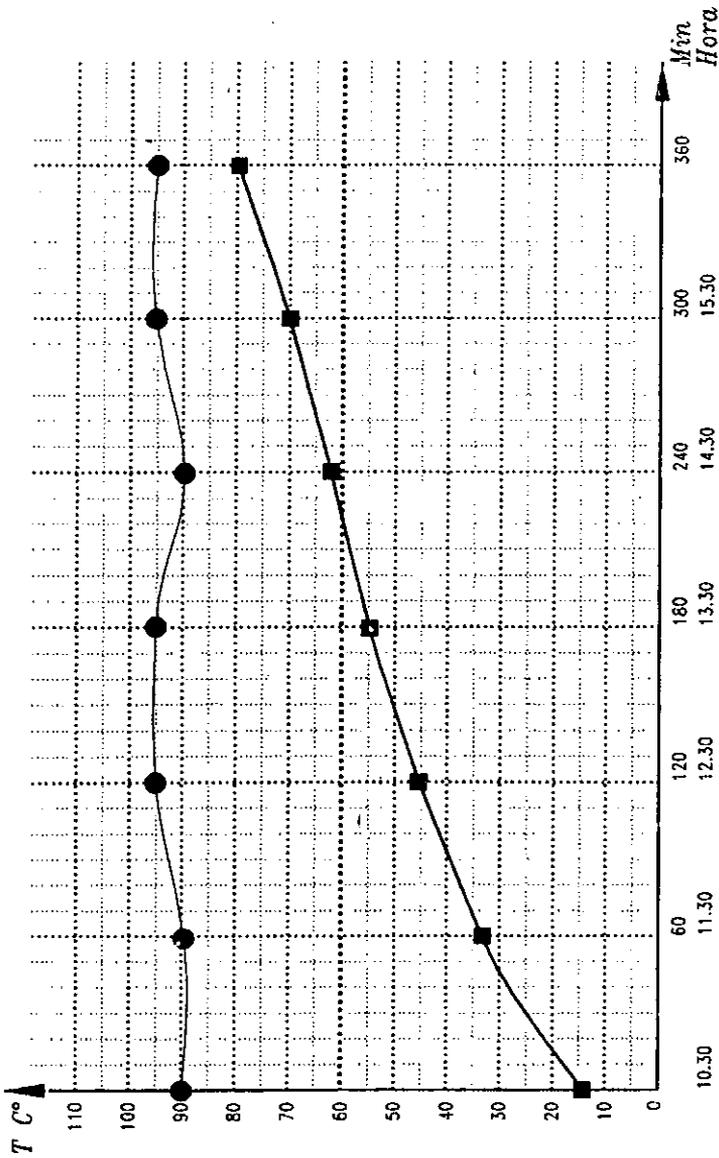
viento y sol  
 viento y sol

COMBINACION		PROYECTO		DIBUJO		FECHA		NUMERO	
PROF. B. HOLZER		CURVA HORNO SOLAR HS 4 - 22.11.94 - TILCARA		J. METER		MARZO 1995		K1	
Proyecto: Horno solar					NOMBRE DEL DIBUJO: K1				
					SIN ESCALA				

HS ③ 22-11-94

olla abn negro 10l - Ø 30cm

● = Temperatura horno solar  
 ■ = Temperatura agua



hora	$T_{HS}$	$T_{agua}$
10.30	90	14
11.30	90	33
12.30	95	45
13.30	95	55
14.30	90	63
15.30	95	70
16.30	80	80

viento  
 $T_{amb.} = 20^{\circ}C$   
 levemente nublado y viento  
 viento y sol  
 viento y sol

Proyecto: Horno solar

COORDINACION	PROF. B. HOLZER
PROYECTO	ENSOCOR
DIBUJO	J. MEYER
FECHA	MARZO 1995
NUMERO	
	SIN ESCALA

CURVA HORNO SOLAR  
 HS 3 - 22.11.94 - TILCARA

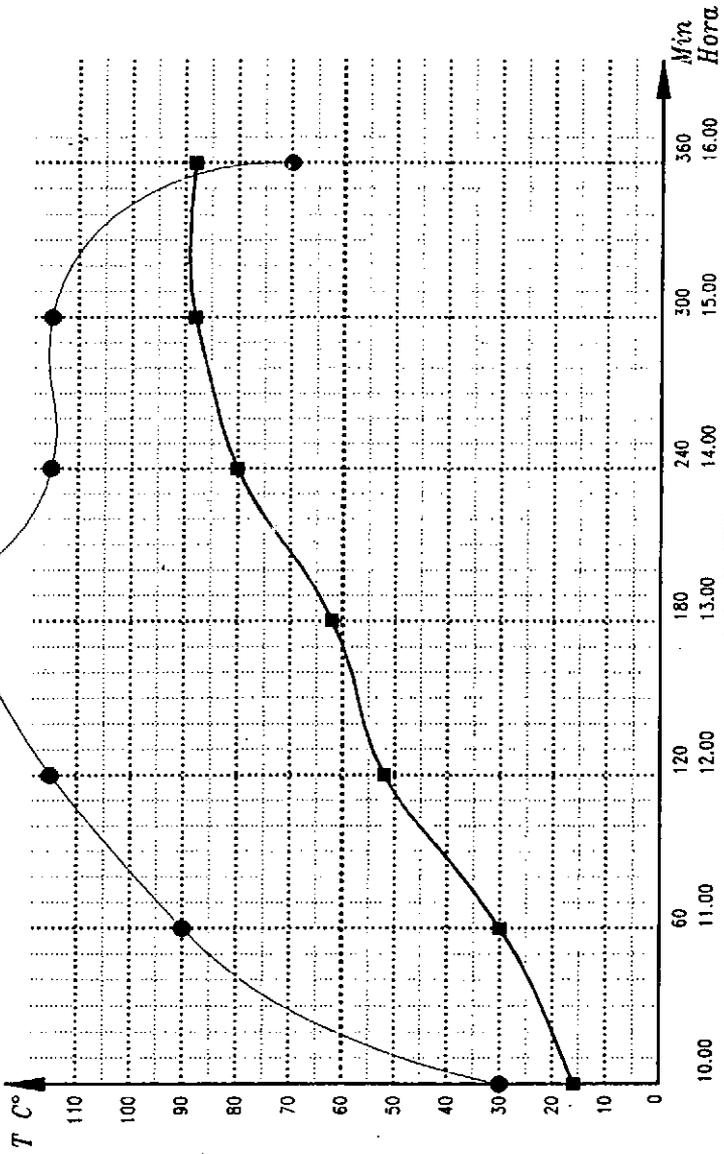
NOMBRE DEL DIBUJO: K2

HS ② 25-11-94

Modelo: "Tilcara 2000"

tacho 10 l  
 alu negro y tapa negra  
 -> 9 l de agua

● = Temperatura horno solar  
 ■ = Temperatura agua



hora	T <sub>HS</sub>	T <sub>agua</sub>
10.00	30	16
11.00	90	30
12.00	115	52
13.00	130	62
14.00	115	80
15.00	70	88
16.00	70	88

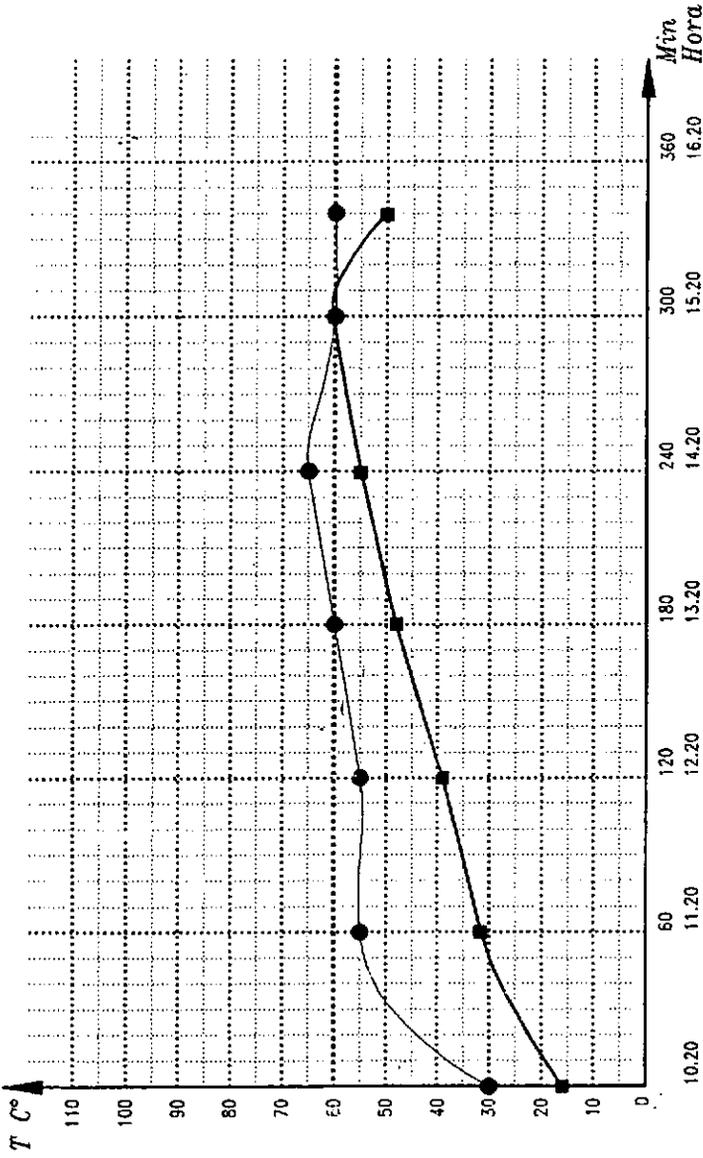
*nublado y viento*

Proyecto: Horno solar	
COORDINADOR	PROF. B. HOLZER
PROYECTO	ENSOOR
DIBUJO	J. MEYER
FECHA	MARZO 1995
NUMERO	
CURVA HORNO SOLAR HS 2 - 25.11.94 - Tilcara	
NOMBRE DEL DIBUJO: K6	
SIN ESCALA	

HS ④ 25-11-94

4 bidones plasticos  
con 5 l agua c/u  
Σ = 20 l

● = Temperatura horno solar  
■ = Temperatura agua



hora	$T_{HS}$	$T_{agua}$
10.20	30	16
11.20	55	31
12.20	55	39
13.20	60	48
14.20	65	55
15.20	60	60
16.00	50	60

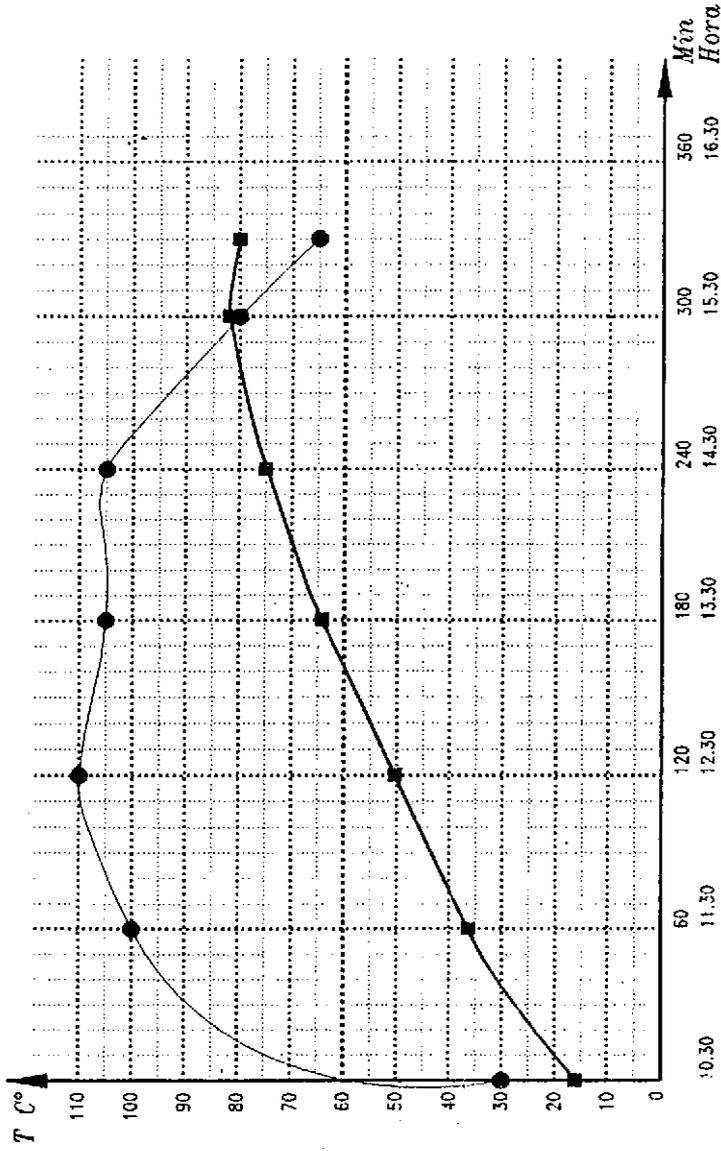
*nublado y viento*

Proyecto: Horno solar			
COORDINACION	PROF. E. HOLZER	CURVA HORNO SOLAR	
PROYECTO	ENSOGOR	HS 4 - 25.11.94 - Tilcara	
DIBUJO	J. MEYER	NOMBRE DEL DIBUJO: K5	
FECHA	MARZO 1995		
NUMERO		SIN ESCALA	

HS ⑤ 25-11-94

olla acu 7 l

● = Temperatura horno solar  
 ■ = Temperatura agua



hora	$T_{Hs}$	$T_{agua}$
10.30	30	16
11.30	100	36
12.30	110	50
13.30	105	64
14.30	105	75
15.30	80	82
16.00	65	80

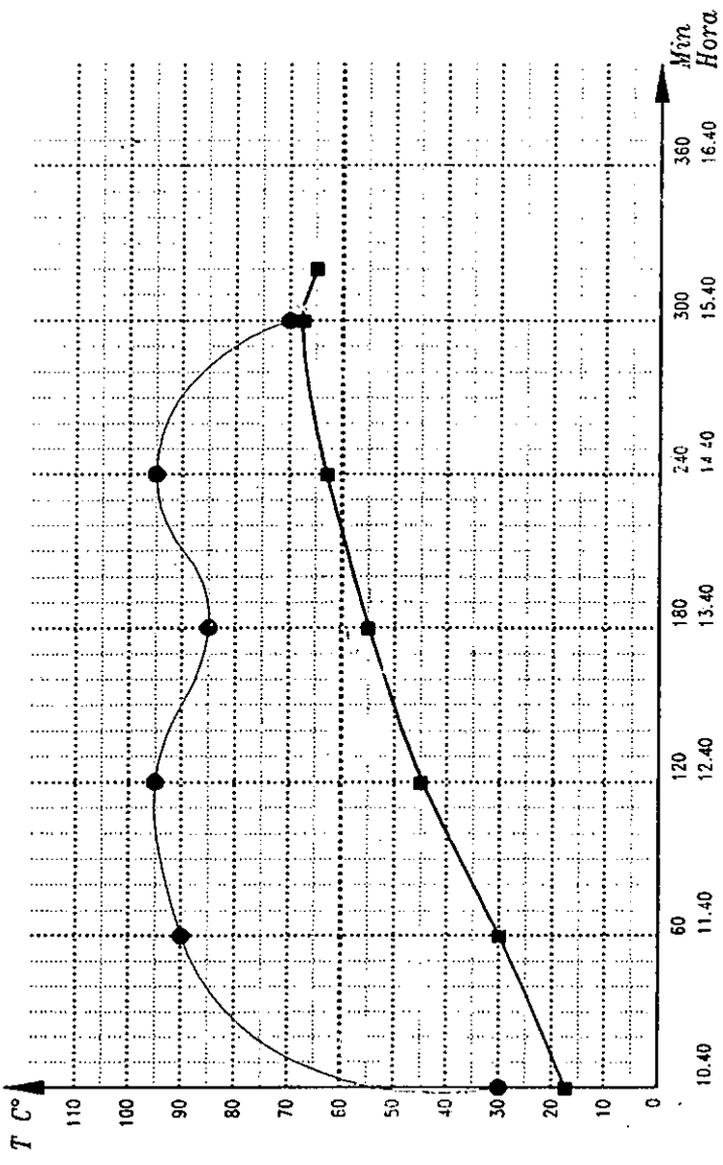
*nublado y viento*

Proyecto: Horno solar	
COORDINADOR B. HOLZER	PROF.
PROYECTO ENDOCOR	CURVA HORNO SOLAR HS 5 - 25.11.94 - Tlicara
DIBUJO J. MEYER	NOMBRE DEL DIBUJO: K4
FECHA MARZO 1995	
NUMERO	SIN ESCALA

HS ⑦ 25-11-94  
 Modelo: "Abra Pampa"

varias ollas  
 $\Sigma = 9$  litros

● = Temperatura horno solar  
 ■ = Temperatura agua



hora	T <sub>HS</sub>	T <sub>agua</sub>
10.40	30	18
11.40	90	31
12.40	95	45
13.40	85	55
14.40	95	63
15.40	70	68
16.00	70	65

*nublado y viento*  
(70,77,75)

Proyecto: Horno solar			
COMUNICACION	PROF. B. HOLZER		
PROYECTO	ENSUADOR	CURVA HORNO SOLAR HS 7 - 25.11.94 - TILCARA	
DIBUJO	J. MEYER	NOMBRE DEL DIBUJO: K7	
FECHA	MARZO 1985		
NUMERO		SIN ESCALA	

LABORATORIO CENTRAL DE SALUD PUBLICA  
UNIDAD AGUA  
JUJUY

SAN SALVADOR DE JUJUY, 17 DE NOVIEMBRE DE 1994.-

ANALISIS DE AGUA Nro. 54.424.-

PROCEDENCIA HOSPITAL DE TILCARA.-

Sitio de Extracción <

Barrio Alto Malca. agua sin tratar.-

Muestra extraída el 10-11-94 llegada el 11-11-94 condiciones Buena.-

MUESTRA Nro. 1

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

Iniciado a las 11,00 horas.

Bacterias aerobias, por ml. agar 37° C, 24 hs.:	más de 100
Bacterias coliformes N.M.P. por 100 ml.:	700
B. colifecal:	200
B. Intermediario, aerógenos cloacae (I.A.C.)	500
Otros elementos observados: ESCHERICHIA COLI.	
Cloro Residual en mg/l.:	menos de 0,02

INTERPRETACION: De los datos que anteceden, se deduce que la muestra analizada es bacteriológicamente NO POTABLE.-

F. 269



*[Handwritten Signature]*  
Dco. FRANCISCO ROMANO  
JEFE DEL SERVICIO DE AGUA

LABORATORIO CENTRAL DE SALUD PUBLICA  
UNIDAD AGUA  
JUJUY

SAN SALVADOR DE JUJUY, 17 DE NOVIEMBRE DE 1994.-

ANALISIS DE AGUA Nro. 54.427.-

PROCEDENCIA HOSPITAL DE TILCARA.-

Sitio de Extracción < Barrio Alto Malca - agua con tratamiento en horno solar.-

Muestra extraída el 10-11-94 llegada el 11-11-94 condiciones Buenas.-

MUESTRA Nro. 1d.

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

Iniciado a las 11,00 horas.

Bacterias aerobias, por ml. agar 37° C. 24 hs.:	menos de 2
Bacterias coliformes N. M. P. por 100 ml.:	menos de 2
B. colifecal:	no contiene
B. Intermediario, aerógenos cloacac (I. A. C.)	no contiene
Otros elementos observados:	-----
Cloro Residual en mg/l.:	menos de 0,02

INTERPRETACION: De los datos que anteceden, se deduce que la muestra analizada es bacteriológicamente POTABLE.-

F. 260



  
Oco. FRANCISCO ROMANO  
JEFE DEL SERVICIO DE AGUA

LABORATORIO CENTRAL DE SALUD PUBLICA  
UNIDAD AGUA  
JUJUY

SAN SALVADOR DE JUJUY, 17 DE NOVIEMBRE DE 1994.-

ANALISIS DE AGUA Nro. 54.425.-

PROCEDENCIA HOSPITAL DE TOLCARA.-

Sitio de Extracción <

Barrio San Francisco - agua sin tratar.-

Muestra extraída el 10-11-94 llegada el 11-11-94 condiciones Buenas.-

MUESTRA Nro. 2

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

Iniciado a las 11,00 horas.

Bacterias aerobias, por ml. agar 37° C, 24 hs.:	más de 100
Bacterias coliformes N.M.P. por 100 ml.:	700
B. colifecal:	200
B. Intermediario, aerógenos cloacae (I.A.C.)	500
Otros elementos observados:	ESCHERICHIA COLI.
Cloro Residual en mg/l.:	menos de 0,02

INTERPRETACION: De los datos que anteceden, se deduce que la muestra analizada es bacteriológicamente NO POTABLE.-

F. 260



Oco. FRANCISCO ROMANO  
JEFE DEL SERVICIO DE AGUA

LABORATORIO CENTRAL DE SALUD PUBLICA  
UNIDAD AGUA  
JUJUY

SAN SALVADOR DE JUJUY, 17 DE NOVIEMBRE DE 1994.-

ANALISIS DE AGUA Nro. 54.428.-

PROCEDENCIA HOSPITAL DE TILCARA.-

Sitio de Extracción <

Berrio San Francisco - agua con tratamiento en horno solar.-

Muestra extraida el 10-11-94 llegada el 11-11-94 condiciones Buena.-

MUESTRA Nro. 2d.

EXAMEN MICROBIOLOGICO

Iniciado a las 11.00 horas.

Bacterias aerobias, por ml. agar 37° C, 24 hs.:	más de 100
Bacterias coliformes N. M. P. por 100 ml.:	menos de 2
B. colifecal:	no contiene
B. Intermediario, aerógenos cloacae (i. A. C.):	no contiene
Otros elementos observados:	- - - - -
Cloro Residual en mg/l.:	menos de 0,02

INTERPRETACION: De los datos que anteceden, se deduce que la muestra analizada es bacteriológicamente NO POTABLE.-



Oco. FRANCISCO ROMANO  
JEFE DEL SERVICIO DE AGUA

LABORATORIO CENTRAL DE SALUD PUBLICA  
UNIDAD AGUA  
JUJUY

SAN SALVADOR DE JUJUY, 17 DE NOVIEMBRE DE 1991.-

ANALISIS DE AGUA Nro. 54.426.-

PROCEDENCIA HOSPITAL DE TILCARA.-

Sitio de Extracción <

Barrio cerca del Cementerio - agua sin tratar.-

Muestra extraída el 10-11-91 llegada el 11-11-91 condiciones Buenos.-

MUESTRA Nro. 3

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

Iniciado a las 11,00 horas.

Bacterias aerobias, por ml. agar 37° C, 24 hs.:	más de 100
Bacterias coliformes H.M.P. por 100 ml.:	700
B. colifecal:	200
B. Intermediario, aerógenos cloacae (I.A.C.):	500
Otros elementos observados:	ESCHERICHIA COLI.
Cloro Residual en mg/l.:	menos de 0,02

INTERPRETACION: De los datos que anteceden, se deduce que la muestra analizada es bacteriológicamente NO POTABLE.



Oco. FRANCISCO ROMANO  
JEFE DEL SERVICIO DE AGUA

LABORATORIO CENTRAL DE SALUD PUBLICA  
UNIDAD AGUA  
JUJUY

SAN SALVADOR DE JUJUY, 17 DE NOVIEMBRE DE 1994.-

ANALISIS DE AGUA Nro. 54.429.-

PROCEDENCIA HOSPITAL DE TILCARA.-

Sitio de Extracción <

Barrio cerca del Cementerio - agua con tratamiento en horno solar.-

Muestra extraída el 10-11-94 llegada el 11-11-94 condiciones Buena.-

MUESTRA Nro. 3d.

**EXAMEN MICROBIOLÓGICO**

Iniciado a las 11,00 horas.

Bacterias aerobias, por ml. agar 37° C, 24 hs.:	menos de 2
Bacterias coliformes N. M. P. por 100 ml.:	menos de 2
B. colifecal:	no contiene
B. Intermediario, aerógenos cloacac (I. A. C.):	no contiene
Otros elementos observados:	-----
Cloro Residual en mg/l.:	menos de 0,02

INTERPRETACION: De los datos que anteceden, se deduce que la muestra analizada es bacteriológicamente POTABLE.

F. 260



Oco. FRANCISCO ROMANO  
JEFE DEL SERVICIO DE AGUA

***ANEXO III: Proyectos Pilotos con la Energía Solar en la  
Puna Abrapampeña - 1989***

DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA Y RECURSOS ENERGETICOS

PROYECTOS PILOTOS CON LA ENERGIA SOLAR EN LA PUNA ABRAPAMPEÑA

BARBARA HOLZER

ABRA PAMPA, AGOSTO 1989

Provincia de JUJUY / ARGENTINA

# PROYECTOS PILOTOS CON LA ENERGIA SOLAR EN LA PUNA ABRAPAMPEÑA

## INDICE

1. La puna abrapampeña
  - 1.1.1. Características de la zona
  - 1.1.2. Aptitud para el uso de la energía solar
  - 1.2.1. Problemas ecológicos
  - 1.2.2. Problemas sociales
  - 1.2.3. Una pequeña utopía
  - 1.3. Conclusiones
  
2. Proyectos pilotos realizados
  - 2.1. Objetivos
  - 2.2. El horno solar
    - 2.2.1. Descripción general
    - 2.2.2. Como se cocina con el horno solar
    - 2.2.3. Algunos consejos prácticos
    - 2.2.4. Nuestra experiencia con los porotos
    - 2.2.5. Medición del rendimiento
    - 2.2.6. Problemas con los materiales
    - 2.2.7. Mejoramientos
  - 2.3. El calentador parabólica
    - 2.3.1. Descripción general
    - 2.3.2. Protecciones necesarias
    - 2.3.3. Cálculo de la parábola
    - 2.3.4. Medición del rendimiento
    - 2.3.5. Interpretación
  
3. Conclusiones y vista al futuro
  
4. Lista de materiales y planes de construcción
  - 4.1. El horno solar
  - 4.2. La parábola

## 1. LA PUNA ABRAPAMPEÑA

### 1.1.1. CARACTERISTICAS DE LA ZONA

El pueblo de Abra Pampa se encuentra algunos 250 km al NOE de San Salvador de Jujuy, en una altura de 3.500 metros sobre el nivel del mar, a una latitud de 22.7 grados sur. El clima de la región es frío y seco, con un promedio anual de 9 grados Celsius, 14 grados en verano y 4 grados en invierno. Las temperaturas mínimas de invierno son frecuentemente inferiores a los -10 grados. Las amplitudes térmicas diarias son muy pronunciadas, debido a la intensa radiación existente en esta latitud y altura.

Las precipitaciones anuales oscilan alrededor de 300 mm, cayendo preferentemente en forma de lluvia durante la época de verano, de diciembre a marzo. Según los climatogramas, siete meses del año son totalmente "aridos". En los meses agosto y septiembre se pueden producirse fuertes tormentos de viento.

En esta zona los valores de radiación solar, que se podría medir con instrumentos adecuados en  $\text{KJ/m}^2/\text{día}$ , son muy altos en relación con otras regiones del mundo. Lo mismo pasa con la suma de horas del sol durante el año.

### 1.1.2. APTITUD PARA EL USO DE LA ENERGIA SOLAR

Además de las condiciones favorables ya mencionadas algunas características climatológicas me parecen muy propicias en respecto al uso de la energía solar:

Durante todo el invierno, durante la época "árida" y fría, el cielo es despejado, eso dice, que se dispone de radiación solar en abundancia. A pesar de las temperaturas nocturnas muy bajas, durante el día y especialmente por la tarde el sol ya tiene gran fuerza. En la época más fría del año las necesidades y las demandas por energía por parte de los hombres son las más altas, p.e. para la calefacción de las casas y para la preparación de comidas y bebidas calientes. Justamente en esta época se dispone de energía solar en abundancia.

La nubosidad, perjudica efectivamente las instalaciones por el uso de la energía solar. Pero, como ya se ha demostrado, en la región de la puna los días nublados son pocos y son concentrados en la época de verano, cuando la demanda por energía es reducido, p.e. porque falta la necesidad de calefacción de las casas.

Otros efectos perjudicandos son los vientos y las heladas. Por eso hace falta un buen aislamiento y una buena protección de las instalaciones, especialmente de aquellas que andan con agua.

### 1.2.1. PROBLEMAS ECOLOGICOS

Alrededor del pueblo de Abra Pampa se puede observar numerosas dunas de arena fina. Sobre todo las pendientes orientales del cerro Huancar son cubiertas con dunas grandes. Este fenómeno es un signo para una perturbación seria del equilibrio ecológico de la zona. Es un signo para un proceso que se llama "desertificación", quiere decir, el terreno está perdiendo su capacidad de ser un campo fértil y está desarrollando más y más aspectos de un desierto. Considerando que se trata de un proceso muy complejo y complicado, sin embargo se puede distinguir dos razones principales:

El sobrepastoreo, una cantidad demasiado alto de ovejas, cabras, llamas e otros animales más esta pastoreando en los campos.

El saqueo exhaustivo de los árboles y arbustos ("tola") por parte del hombre. Ellos cubren sus necesidades en combustible juntando leña en grandes cantidades. No solo se ve hombres y mujeres cargados con leña en el campo, sino también se observe camiones y camionetas llenos de tola. Las familias humildes y aquellas que viven más alejadas de los centros urbanos de la puna, no tienen los recursos necesarios para comprar garafas de gas, kerosen ó leña importada de otras regiones.

En suma resulta, que por parte del hombre y de los animales se saca más material orgánico de la tierra que la naturaleza puede reproducir en el mismo tiempo. Por fin la tierra se queda desnuda y desprotegida, se seca y puede ahora ser trasladado fácilmente por los fuertes vientos que hay en esta zona. Si se podría reemplazar en parte el uso de la leña por el uso de la energía solar, eso significaría una contribución importante para la solución de un problema ecológico muy serio.

### 1.2.2. PROBLEMAS SOCIALES

Como es de conocimiento general la zona de la puna jujeña padece de una paulatina despoblación. La falta de trabajo e ingreso, las pocas posibilidades para la educación y capacitación profesional, la falta de infraestructura y de comodidades en la vida diaria son, entre otros, algunos de los motivos para la constante emigración de la población de esta zona fronteriza.

Tomando en consideración este proceso por parte del gobierno, de la iglesia y de otras instituciones más ya existen programas para el mejoramiento de las condiciones de vida en esta zona. Por ejemplo el "Plan aurífero" de la Dirección Provincial de la Minería tiene como motivo a establecer fuentes estables de trabajo e ingreso para los pobladores de la puna. En este contexto social también el uso y el aprovechamiento de la energía solar podría ser de gran importancia.

### 1.2.3. UNA PEQUEÑA UTOPIA

Las casas de la puna, incluso las más alejadas, tienen sus módulos solares instalados sobre el techo, que suministren la casa con energía eléctrica. Se ha instalado una ducha de agua caliente, para la cual los colectores solares producen el agua caliente durante el día. En invierno se aprovecha de una calefacción que funciona en base de un sistema de agua caliente circulando en radiadores instalados en las habitaciones. Las huertas son regadas mediante una bomba de agua que no necesita gasoil, sino que anda solamente con la fuerza del sol. El guiso se cocina automáticamente en el horno solar. Por la noche la gente suelen escuchar al radio, algunos ya tienen un video. En la luz de los focos los hijos están estudiando para la escuela. Algunos de los hijos y de las hijas mayores se están capacitando con sus computadoras personales para una profesión especializada.

### 1.3. CONCLUSIONES

La puna abrapampeña es una zona altamente apropiada para el uso y el aprovechamiento de la energía solar.

Las características climatológicas son muy favorables para el uso de sistemas solares, sobre todo se debe mencionar la abundancia de radiación solar durante el año.

El uso de la energía solar puede contribuir a la solución de los graves problemas ecológicos que son causados entre otros por el saqueo exhaustivo de árboles y arbustos de la zona.

El uso de la energía solar puede contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida en esta zona y de esa manera disminuir la constante despoblación.

## 2. PROYECTOS REALIZADOS

### 2.1. OBJETIVOS

Al principio del año corriente el Departamento Recursos Energeticos ha planificado la realización de proyectos pilotos que podian demostrar el aprovechamiento de la energía solar. Los puntos esenciales fueron:

Elaboración de proyectos practicos que demuestran como se puede aprovechar de la energía solar en la vida cotidiana.

Los proyectos deben ser pequeños y baratos.

En la realización se usa materiales baratos y facilmente accesibles, además se usa herramientas y tecnicos comunes y simples.

Evaluación de las experiencias en la practica.

Falta decir que la busca de informaciones, la elaboración de los planes de construcción y la supervisión del proceso de realización fueron tareas de la autora. Los trabajos de carpintería fueron hechos en el taller de la Dirección Provincial de la Minería en San Salvador de Jujuy. El montaje de los objetos y las pruebas en práctica fueron realizados en el Servicio Minero Abra Pampa con la colaboración de los técnicos de esta repartición. Todo el proceso fue acompañado por el valioso asesoramiento técnico del Jefe de ese Servicio Sr. H. Kleine-Hering. En este lugar quiero agradecer mucho a todos para su colaboración.

Nuestras ideas y nuestros proyectos son basados en las descripciones del folleto:

KUHTZ, CHRISTIAN/ BOEHMKE, GEORG/ GRAWERT, JENS:

Einfaelle statt Abfaelle, Sonne - Heft 5, Kiel 1987

Ver tambien el informe "Energía del sol y del viento - algunas aplicaciones" elaborado en diciembre 1988 en Abra Pampa por parte de la autora a cargo de la Dirección Provincial de la Minería y Recursos Energeticos.

## 2.2: EL HORNO SOLAR

### 2.2.1. DESCRIPCION GENERAL

Mediante el horno solar se puede cocinar y cocer con la fuerza del sol.

Se trata de un cajón hecho de madera cuyos paredes interiores son forradas con chapas comunes de color negro. Entre la pared exterior de madera y la chapa interior se encuentran placas de tergotop como material aislante. El horno es tapado por una ventana de doble vidrio.

Los rayos del sol pueden entrar directamente pasando la ventana. Los vidrios impiden que los rayos, o mejor dicho el calor, escapen hacia arriba - eso es el ya conocido "efecto invernadero".

El color negro de las chapas absorbe los rayos solares con alto rendimiento asi que las chapas se calienten bastante dentro de poco tiempo. Despues de algunos minutos no se puede tocar más las chapas con la mano.

Para aumentar el rendimiento el horno tiene una segunda tapa en

cuyo lado interior es fijado un espejo que sirve como reflector. Mediante un apoyo ajustable se pone el reflector en posición de esa manera que los rayos solares sean reflejados directamente al interior del horno.

### 2.2.2. COMO SE COCINA CON EL HORNO SOLAR

Primero se pone el horno bien expuesto al sol. Levantando la tapa se ajuste el reflector de esa manera que un máximo de rayos solares sea reflejado al interior. Ahora se abre la ventana y se pone la olla con lo que se quiere cocinar al fondo del horno. Es importante que el recipiente y su tapa sean de color negro. Dos ó tres horas más tarde la comida ya está lista. Durante el tiempo de cocción hace falta ajustar la exposición del horno y del reflector cada hora según la posición del sol para lograr un rendimiento óptimo.

#### EJEMPLOS

Una porción de arroz	2 horas
Huevos cocidos puestos sin agua sobre la chapa	1,5 horas
Papas en olla con agua o puestas sin agua sobre la chapa	3-3,5 horas
Estofado con carne, papas y varias verduras en total 1,5 litros	3-3,5 horas
Pan de 0,5 kg de harina	3-3,5 horas
Torta farola	2 horas
Guiso de porotos 0,5 kg de porotos y 0,5 kg de carne	6-8 horas

### 2.2.3. ALGUNOS CONSEJOS PRACTICOS

Aunque todavía nos encontramos al principio de nuestros experimentos ya podemos dar algunos recomendaciones:

#### Alimentos apropiados:

arroz, polenta, maíz pelado, papas, lentejas, arvejas, garbanzas, carne picacada o en trozos, zanahorias, repollo, remolachas, cebollas pimientos, tomates etc.

### Comidas apropiadas:

cualquier tipo de guiso o estofado con los alimentos recién mencionados.  
pan, especialmente en forma de bollos  
tortas y masas  
huevos cocidos  
papas "al horno"  
soufflés y pudins de varios tipos  
sopas y salsas  
porciones de carne, pollo o pescado "al horno"

### Alimentos y comidas menos recomendables:

fideos, porque necesitan agua hirviente  
porotos y habas, ver nuestras experiencias  
espinaca, omeletes, porque se secan  
carne al asado, porque necesitan temperaturas más altas

Además se puede usar el horno para calentar agua y para secar frutas y verduras.

Pequeñas cantidades se cocinan más rápido que grandes cantidades. Una sopa de 3 litros necesita mucho tiempo para alcanzar su temperatura de cocción.  
Más vale formar 4 bollos que una sola tira de pan.

Aproveche de las horas con sol fuerte y con temperaturas del medio ambiente ya elevadas, entre las 10 de la mañana y las 4 de la tarde.

Durante la cocción no abre la ventana, sino va escapar mucho calor.

Ajuste el reflector de esa manera que los rayos solares son reflejados sobre la tapa de la olla.

### 2.2.4. NUESTRO EXPERIENCIA CON LOS POROTOS

500g porotos blancos remojados durante la noche. A las 10 de la mañana puse los porotos junto con agua en una ollanegra al horno solar. A las 12 horas agregué 500g carne de llama, picada y fritada algunos minutos en aceite junto con cebolla y ajo. A las 18 horas el guiso parecía listo, los porotos bien cocidos y blandos. Por la noche, después de haber recalentado el guiso sobre el gas, comimos una buena porción. El sabor estuvo muy rico.

Pero a partir de las horas tardes de la noche el guiso producía efectos fatales: nos producía náusea y diarrea fuerte. Demasiado tarde recordamos una característica de los porotos y de las habas: ellos contienen proteínas especiales que, comiéndolos crudos, pueden efectuar serios disturbios intestinales. Mediante

la cocción se destruye normalmente esas proteínas perjudicadas. Puede ser que, aparte de las largas horas de cocción, las temperaturas relativamente bajas del horno solar no alcancen a destruir las proteínas perjudicadas totalmente. Así se ve que también las cosas muy simples, como lo es el horno solar, contienen sus sorpresas inesperadas.

No obstante nuestras malas experiencias con los porotos el horno solar debería ser ideal para la preparación de otras verduras secadas, como lo son p.e. las lentejas, las arvejas y las garbanzas. Se debe tomar en consideración los tiempos de cocción bastante largos ( 6 hasta 8 horas ). Pero, porque no se está gastando combustible, el tiempo no es de gran interés.

#### 2.2.5. MEDICION DEL RENDIMIENTO

Al día 17-08-89 hemos llenado una olla de aluminio de color negro con una tapa negra con 1.600 ccm agua. Poco despues del mediodía pusimos la olla en el horno y empezamos las mediciones.

Hora	T agua	T aire en grados Celcius	T chapa	T medio amb.
12.38	12	9	9	9
13.28	44	50	--	11
14.36	70	86	--	12
16.00	77	88	100	16

Despues de 2 horas el agua ha alcanzado una temperatura de 70 grados. Durante los 90 minutos siguientes la temperatura se levantó solo 7 grados más y llegó a los 77 grados. La temperatura del aire dentro del horno alcanzó un maximo de 88 grados y la chapa negra llegó a los 100 grados.

Hay que mencionar que en una altura de 3.500 metros el punto de ebullición del agua es de 89 grados. Entonces en el horno solar los liquidos alcanzan temperaturas un poco debajo del punto de ebullición. Las comidas se cocinan en un proceso suave y despacio y con temperaturas moderadas.

El rendimiento del horno solar depende de un lado de la cantidad de los liquidos y alimentos puestos al mismo tiempo en el horno solar, del otro lado de factores externos: posición del sol en el cielo, temperatura del aire del medio ambiente, viento. Claro que se observe el maximo rendimiento en un día sin viento y con cielo despejado, entre la una y las dos de la tarde quando el sol es en el cenit y las temperaturas del aire ya son elevadas. Sobre todo los vientos fríos y fuertes pueden disminuir el funcionamiento del horno. Segun nuestras primeras experiencias

se podría aumentar el rendimiento del horno bastante si se resforzaría y mejoraría el aislamiento del cajón.

#### 2.2.6. PROBLEMAS CON LOS MATERIALES

Como ya mencionado un buen aislamiento es de suma importancia. Nosotros hemos elegido las placas de tergorpor, porque son baratas y accesibles. Pero este material tiene sus problemas, se funde bajo temperaturas elevadas. Pues las chapas negras alcancen temperaturas de 100 grados (y más) hay que evitar el contacto directo entre la chapa y el tergorpor. Con ese fin hemos inventado una protección especial:

Los cajones vacíos de leche de larga vida igual que los sachetes de vino son disponibles en grandes cantidades sin ningún costo. Este material es hecho de cajón forrado al interior con papel de aluminio. El aluminio tiene alta resistencia contra el calor, y el cajón es un buen aislador. Hemos aplicado los cajones de leche (abridos con la tijera) como una capa de protección sobre las placas de tergorpor de esa manera que el lado del cajón va dirección al tergorpor y el lado del aluminio va dirección a la chapa negra. Por falta de pegamiento especial hemos atado simplemente la capa de protección con cuerda común sobre las placas de tergorpor. En la práctica esta protección da buenos resultados. El tergorpor permanece sin alteraciones aparentes.

Pero este asunto muestra otro problema más: el tergorpor es un material sintético. No tenemos conocimiento sobre su comportamiento bajo temperaturas altas. Capaz que el tergorpor emita gases tóxicos sin alteración de su aspecto físico. Eso es la problemática de todos los materiales sintéticos. En el interior del cajón hemos usado pintura acrílica para pintar las chapas, igual que las ollas. Tampoco no sabemos nada sobre la toxicidad de la pintura. Seguro es que en los primeros días emite gases mientras se calienta, y esos gases pueden venir en contacto con los alimentos.

Considerando este problema se puede formular: en el interior del horno hay que usar exclusivamente materiales biológicos y no tóxicos! Por ejemplo como material aislante se podría usar placas de corcho que es un material natural y da muy buenos valores aislantes. La pintura se podría efectuar con colores naturales. Se trata de un verdadero conflicto de los objetivos: ya se sabe que sería deseable, pero nos faltan los fondos y no se consigue los materiales apropiados. Yo por lo menos nunca he visto placas de corcho en la puna. Por el futuro queda la tarea de averiguar que materiales apropiados existen en el mercado argentino.

## 2.2.7. MEJORAMIENTOS

Como ya explicado antes se podría aumentar el rendimiento del horno solar mejorando el aislamiento del cajón. Eso debería ser muy interesante en la zona de la puna, donde hay una radiación solar muy fuerte, pero al mismo tiempo una temperatura del medio ambiente relativamente baja con corrientes de aire frío. En la Suiza y en Alemania ya existen prototipos de hornos solares que llegan hasta temperaturas de 150 grados. Según mis informaciones ellos tienen un aislamiento muy bueno, son forrados con placas de corchon de 8 cm (!) de ancho. Nosotros hemos usado placas de tergotop de 1 cm de ancho. Proponemos a construir el próximo prototipo de horno solar con placas de corcho o con lana de vidrio como material aislante.

## 2.3. EL CALENTADOR PARABOLICA

### 2.3.1. DESCRIPCION GENERAL

El cuadro de este objeto es hecho de madera masiva, consistiendo en 4 portadores estabilizados con 7 listones. Los lados superiores de los portadores son curvados en forma parabolica. Encima de los portadores se encuentran numerosas tiras de espejos, las cuales son fijadas mediante una cinta pegadora sobre la madera. En efecto se obtiene de esa manera un espejo parabolico de un largo de un metro.

Cada parábola tiene como característica especial un punto focal, el foco. Eso quiere decir, que cada rayo del sol o cada señal electromagnetico que entra en una parábola es reflejado en un solo punto, en el foco. Se hace uso de este efecto p.e. mediante las conocidas parábolas para la recepción de señales telefonicos o para la recepción de programas de TV.

En nuestro caso no se trata de una parábola circular con un solo foco, sino de una parábola de un metro de largo que tiene una línea focal. Todos los rayos del sol llegando a la superficie de los espejos son reflejados en dirección de esta línea focal. Pues es logico que se concentra el calor en esta línea. Por eso hemos instalado un caño de cobre exactamente a lo largo de esta línea.

El caño es de 3/4 pulgada de diámetro y fue pintado de color negro para que pueda absorber un maximo de calor. De un lado el caño es conectado mediante una manguera con el agua corriente de la casa. Al otro lado se encuentra un grifo.

Para ponerlo en función hay que poner el aparato al sol, en dirección al norte. Entonces se elige la inclinación de la parábola de ese modo que los rayos solares puedan llegar verticalmente a la superficie de los espejos asegurando así que el caño de cobre se encuentra bien en la línea focal. Una vez

conectado con el agua corriente de la casa el caño se llena con agua. Dentro de pocos minutos el agua se habra calentado hasta la ebullición. Abriendo ahora el grifo al aldo del caño se puede aprovechar de aproximadamente 2 tazas de agua hirviendo.

### 2.3.2. PROTECCIONES NECESARIAS

El caño de cobre necesita una protección contra los corrientes del aire frío. Sin esto el viento podría destruir todo el efecto logrado. Como protección sirve un tubo de vidrio. Hemos usado un viejo tubo de iluminación, que hemos abrido caudadosamente con una sierra finita.

Los tubos de iluminación contienen un polvo blanco que consiste de substancias tóxicas. Mediante el agua corriente hemos limpiado el tubo del polvo tóxico, juntando el agua contaminado en un recipiente especial. Una vez terminado la limpieza enterramos el agua contaminado en un pozo especial. Falta decir que hay que efectuar la operación con suma precaución para evitar intoxicaciones y contaminaciones del medio ambiente. Además hay que mencionar que durante todo el proceso existe el peligro que se raja el vidrio porque es muy frágil. No obstante un viejo tubo de iluminación es un material muy barato y facil a conseguirlo.

Por la mañana temprano y por la tarde la área de concentración de calor puede extenderse hasta los listones de madera que fijan el caño en su posición y hasta el grifo y la manguera hechos de material plástico. La madera y el plástico no pueden aguantar temperaturas tan elevadas. Por eso necesitan una protección contra el calor. Una vez más hemos utilizado los cajones de leche con sus hojas de aluminio como material aislante. La hoja de aluminio debe ser expuesta contra los rayos reflejados.

### 2.3.3. CALCULACION DE LA PARABOLA

Una parábola se calcula segun la fórmula matemática general

$$y = ax^2$$

si  $a = 1$  resulta  $y = x^2$

y se obtiene en este caso una curva muy escorpadado. Pues hay que buscar un valor del coeficiente a que sea conveniente para nuestros fines prácticos, quiere decir, hay que calcular una curva más plana.

Nosotros elegimos un valor

$$a = 1/100$$

resulta la fórmula

$$y = 1/100 x^2$$

Con esta fórmula se llega a una curva con un ancho  $x = 52,5$  cm y una altura  $y = 27,5$  cm, medida desde el punto cero. La distancia entre el foco y el punto cero se calcula según la fórmula

$$f = 1/4 a$$

resulta

$$f = 25$$

Entonces en nuestra parábola el foco, o mejor dicho la línea focal, se encuentra 25 cm encima de la superficie de los espejos.

#### 2.3.4. MEDICION DEL RENDIMIENTO

¿Cuanto tiempo necesita el agua dentro del caño para calentarse? Para poder responder a esta pregunta hicimos algún día mediciones exactas. En lo siguiente será presentado el protocolo de nuestros ensayos.

Fecha: 17-08-89  
 Volumen medida: 330 ccm  
 T agua: 12 grados Celcius constante

El volumen del agua dentro del caño de cobre es 330 ccm, ó más ó menos dos tazas de té. La temperatura del agua corriente como sale del grifo de la casa es constantemente de 12 grados. En nuestros ensayos fueron medidos los siguientes parámetros:

Hora momento de medición  
 T amb temperatura del aire del medio ambiente en grados Celcius  
 T H2O temperatura del agua del caño en grados Celcius  
 F cm extensión de la línea focal en centímetros  
 min duración del calentamiento del agua en minutos

Hora	Tamb	TH2O	Fcm	min
11.35	07	15	80	0.5
11.36	07	17	80	1
11.38	07	20	80	1.5
11.41	07	23.5	80	2
11.45	07	28	81	2.5
11.49	07	32	81	3
12.03	07	35	81	3.5
12.08	08	39	83	4

12.13	08	44	83	4.5
12.19	08.5	47	85	5
12.31	09	55	88	6
12.39	09	62	88	7
12.49	09.5	73	90	9
13.00	10	78	90	10
13.21	10.5	81	90	11
13.34	11	82	90	12

### 2.3.5. INTERPRETACION

Los valores medidos demuestran que el calentamiento del agua está siguiendo una curva lineal, eso dice, que dentro de un minuto de calentamiento la temperatura del agua se eleva aproximadamente 6 ó 7 grados. Después de algunos 11 minutos el agua ha alcanzado su temperatura máxima de 82 grados. Cabe recordar que el punto de ebullición en esta altura es de 89 grados. Nuestras mediciones no alcancen totalmente este valor por un simple razón: al abrir el grifo sale primero un poco de agua de una temperatura relativamente baja que se encontraba en el grifo y en el parte del caño fuera del foco durante el ensayo - en total algunas 80 ccm. Pues la temperatura medida en los 330 ccm de agua que hemos juntado por cada medición es una temperatura de mezcla.

Que el agua alcanza verdaderamente el punto de ebullición puede mostrar lo siguiente incidente: Una vez hemos olvidado que se quedaba un resto de agua dentro del caño. Mientras estábamos charlando escuchamos de golpe un zzzsss y vimos el vapor saliendo del caño. El agua se había calentado hasta hervir. Porque el grifo estaba cerrado se había aumentado la presión dentro de la instalación. Llegado el momento la manguera fue tirado de la junta y el vapor pudo escapar. Este incidente muestra que es prudente de no conectar los diferentes partes de una manera demasiado firme, sino dejar una "válvula de seguridad".

El punto de partida de nuestras mediciones fue siempre el agua de 12 grados. Si no se saca todo el agua caliente del caño a la vez, sino solamente una parte, p.e. una taza, el agua ya precalentado se hierve más rápido. Usando la parábola para tomar mate siempre se dispone de suficiente agua hirviendo para llenar de nuevo el recipiente.

La misma cantidad de 330 ccm de agua puesto sobre la llama de gas necesitó en nuestro ensayo algunos 6 minutos para llegar a la ebullición.

En el caso de que el grifo no sea totalmente cerrado se obtiene un corriente de agua de más o menos velocidad. Se puede regular las dos variables interdependientes: la temperatura deseada y la

cantidad de agua corriente por minuto. De esa manera se podría usar la parábola como un precalentador para considerables cantidades de agua.

### 3. CONCLUSIONES Y VISTA AL FUTURO

Ambos proyectos, el horno solar y la parábola fueron probados en la práctica en la zona puneña y ya han dados buenos resultados. En el horno solar se puede cocinar varios tipos de comida dentro de aproximadamente 2 ó 3 horas. Con la parábola se puede preparar agua hirviendo dentro de pocos minutos. En principio los dos proyectos funcionan muy bien y han satisfecho plenamente nuestras expectativas. En lo siguiente quiero dar algunas propociciones para el trabajo en el futuro:

Se podría construir otros modelos del mismo tipo, considerando las experiencias ya hechas y mejorando así la construcción y el rendimiento. P.e. ya he propuesto a mejorar el aislamiento del cajón del horno solar.

Investigar y amplificar el campo de aplicación de ambos modelos. Se podría usar p.e. la parábola como un precalentador de agua caliente para un termotanque o para un sistema de calefacción.

Poner en práctica otros proyectos pilotos para el uso de la energía solar. De mi punto de vista habrá que extender las actividades a dos rumbos:

Construcción de sistemas para la preparación de comidas y bebidas. Además del horno solar existen planes para otros modelos un poco diferentes, p.e. se puede construir una parábola redonda en cuya foco será colgada una olla. Ver las numerosas propuestas en el informe "Energía del sol y del viento".

Construcción de sistemas para el suministro de una casa con agua caliente. Mediante colectores solares sobre el techo, parábolas y otras instalaciones más se podría preparar grandes cantidades de agua caliente con que se podría llenar un termotanque. Además del uso para la ducha, para lavar platos etc. se podría aprovechar del agua caliente para un sistema de calefacción que anda con agua circulando en radiadores.

Además de estas propuestas, y dependiente de los fondos disponibles, se podría planificar proyectos del aprovechamiento de la energía del viento y proyectos que necesitan la instalación de módulos solares que pueden convertir la radiación solar en energía eléctrica.

Para la planificación de cualquier proyecto es importante de preguntarse:

Se puede realizar el proyecto en la zona de la puna con sus características climatológicas?

Los proyectos son apropiados en respecto a la idiosincrasia de la gente?

Los proyectos más lindos sirven poco si las ideas no fueran promocionado entre la gente. Por eso hay que tomar contacto con otras instituciones, p.e. municipalidades, escuelas, la OCLADE de la iglesia y otras más. Solo con la colaboración de todos se podrá lograr la promoción de ideas y conocimientos. Al fin la gente misma tendran que aceptar ó rechazar las ideas nuevas. Esperemos que aprovecharán de los abundantes recursos naturales de esta zona para su propio desarrollo.

#### 4. LISTA DE MATERIALES

##### 4.1. EL HORNO SOLAR

El cajón:

4	listones	65 x 8 x 4 cm
2	listones	52 x 4 x 4
2	listones	36 x 4 x 4
4	tornillos	7 x 0.4
2	listones	65 x 4 x 4
2	listones	81 x 4 x 4
4	tornillos	7 x 0.4

La ventana:

2	listones	65 x 4 x 4 cm
2	listones	81 x 4 x 4
2	vidrios	59 x 75
2	listones	59 x 1 x 1
2	listones	75 x 1 x 1
	clavos chicos	

El reflector:

1	tabla	65 x 81 x 2 cm
1	espejo	60 x 75
	clavos	
	tiras de chapa para fijar espejo	

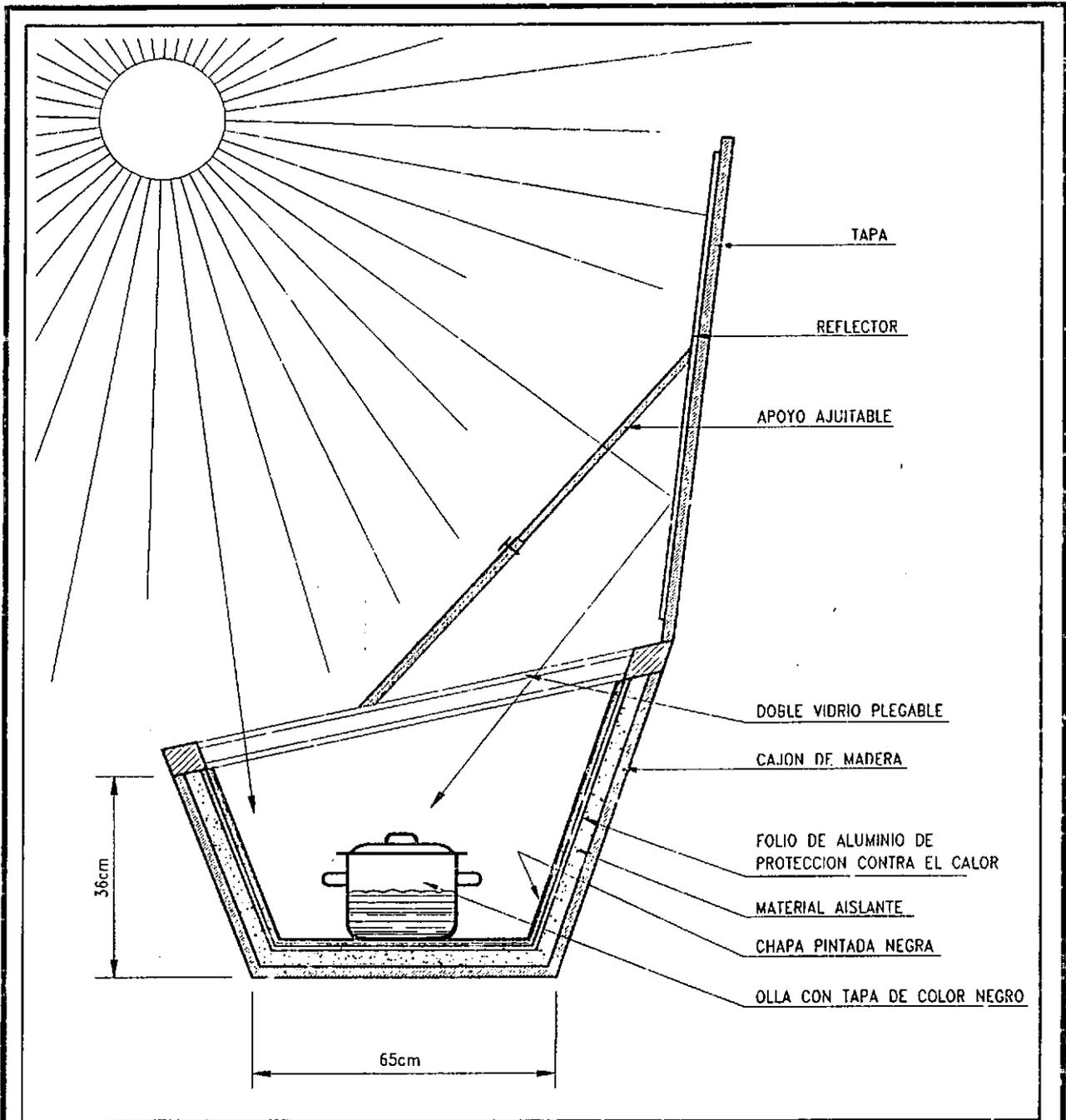
Además:

4	bisagras	
2	bisagras de cierre	
4	manijas	
1	liston telescopico con	
2	tornillos y	
1	tornillo para fijar posición	
	placas de tergoopor	2 m <sup>2</sup>
	chapa	2 m <sup>2</sup>
	pinta negra	1 kg
	aceite de lino	1 l

4.2. LA PARABOLA

4	portadores	124 x 40 x 2	cm
5	listones	100 x 10 x 2	
2	listones	100 x 5 x 2	
2	tablas	20 x 40 x 2	
30	tornillos	0.3 x 4	
20	tornillos	0.25 x 3	
1	caño de cobre	3/4 pulgada x 100	
1	tubo de vidrio	4 x 100	
1	grifo		
1	conector manguera		
	manguera		algunos metros
	cinta para junta		
	estaño para junta		
22	tiras de espejo	2 x 100	cm
	cinta para pegar	15	metros
50	puntas para fijar cinta		
	sobre los portones		

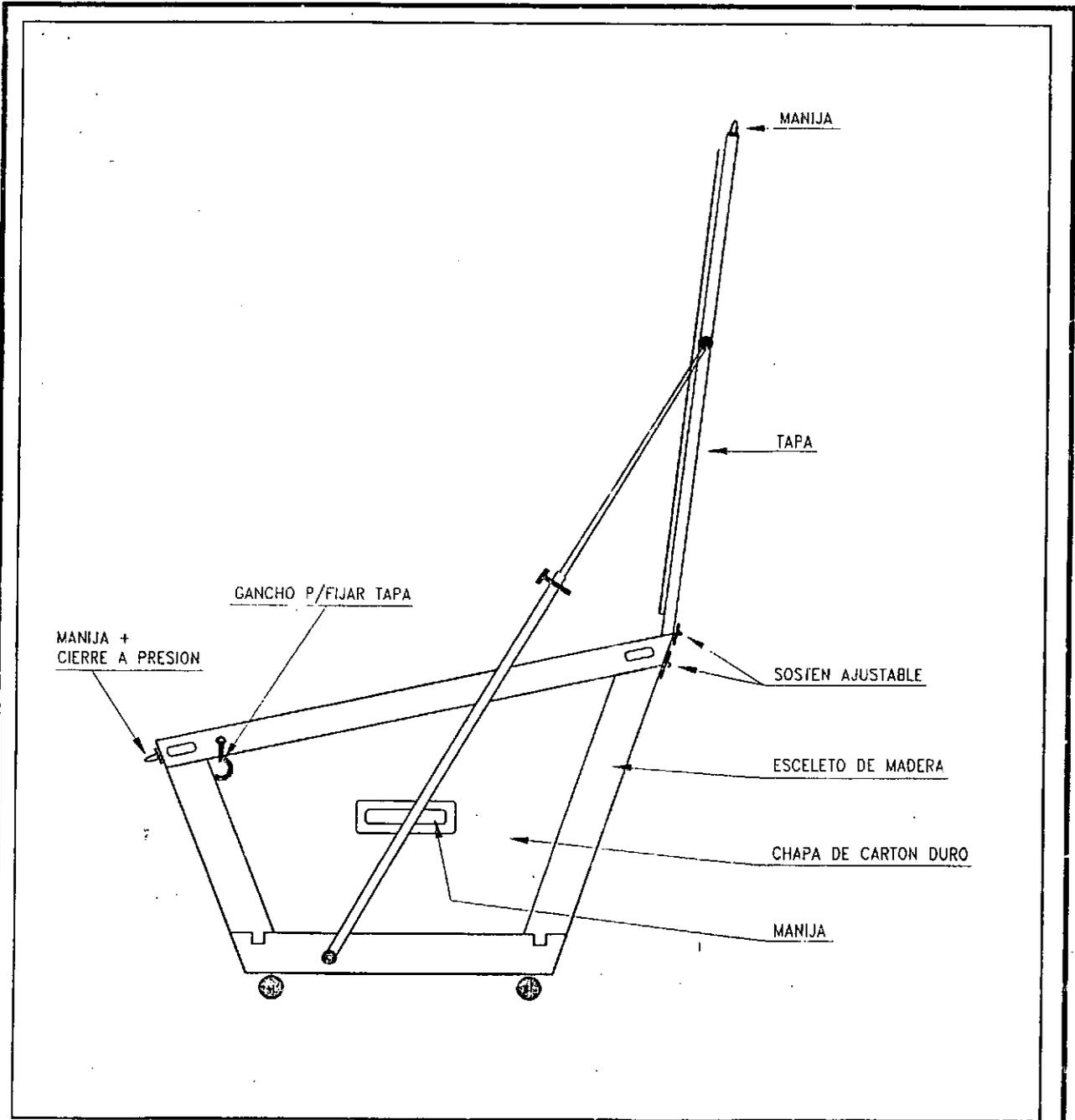
**ANEXO IV: Planotipos**



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
SECRETARIA DE ECONOMIA JUJUY  
EnSoCoR

## EL HORNO SOLAR

	NOMBRE	DISTRIBUCIONES	
COORDINACION:	CEOL. H. KLEIN-KERN	ARCHIVO:	HORNOSOL
PROYECTO:	PROF. B. HOLZNER	FECHA:	24.08.85
		ESCALA	
DIBUJO:	J. MEYER	SIN ESCALA	



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
SECRETARIA DE ECONOMIA JUJUY  
EnSoCoR

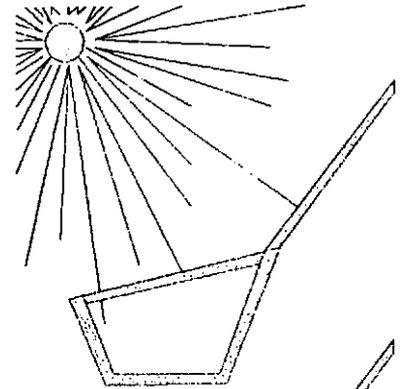
### EL HORNO SOLAR

	NOMBRE	OBSERVACIONES	
COORDINACION:	CELO. H. KLEBE-HEPPKE	ARCHIVO:	HORNOSOLS
PROYECTO:	PROF. J. HOLZNER	FECHA:	24.08.95
		ESCALA	
DIBUJO:	J. KOTER	EN ESCALA	

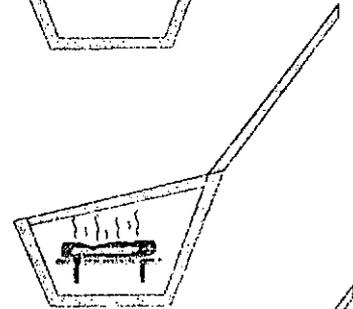
# COCINAR CON EL HORNO SOLAR



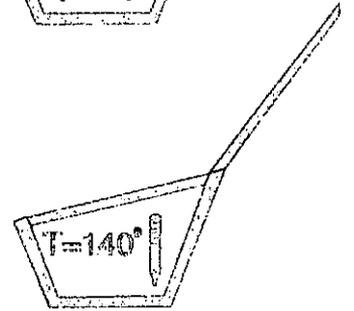
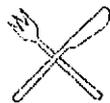
Poner en función el horno solar  
- orientarlo bien al sol  
- ajustar el reflector  
- dejar calentar el horno solar



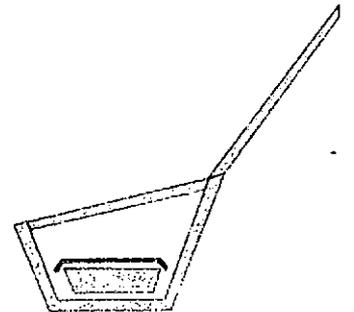
Poner el asado en el horno solar  
- se puede preparar:  
- asado de vaca o de cordero  
- pollo al horno  
- bifes y milanesas  
- pescados



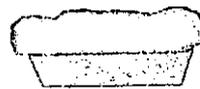
El asado ya está

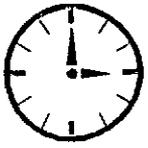


Poner un biscochuelo al horno solar caliente  
- Tapar el molde con una tapa negra  
- de la misma manera se hace:  
- tortas, masas, biscochos,  
- galletitas, pan y bollos

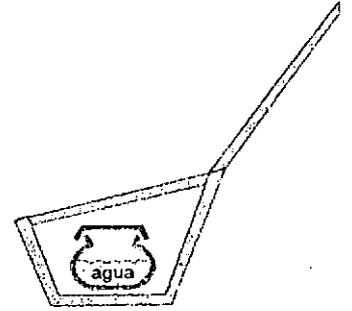


El biscochuelo ya está

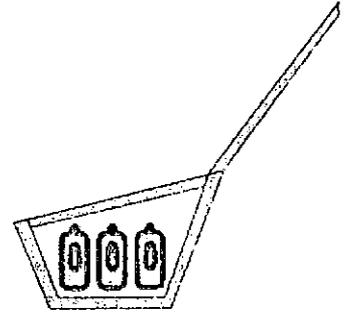




Aprovechar el horno solar caliente  
poner un tacho con agua adentro

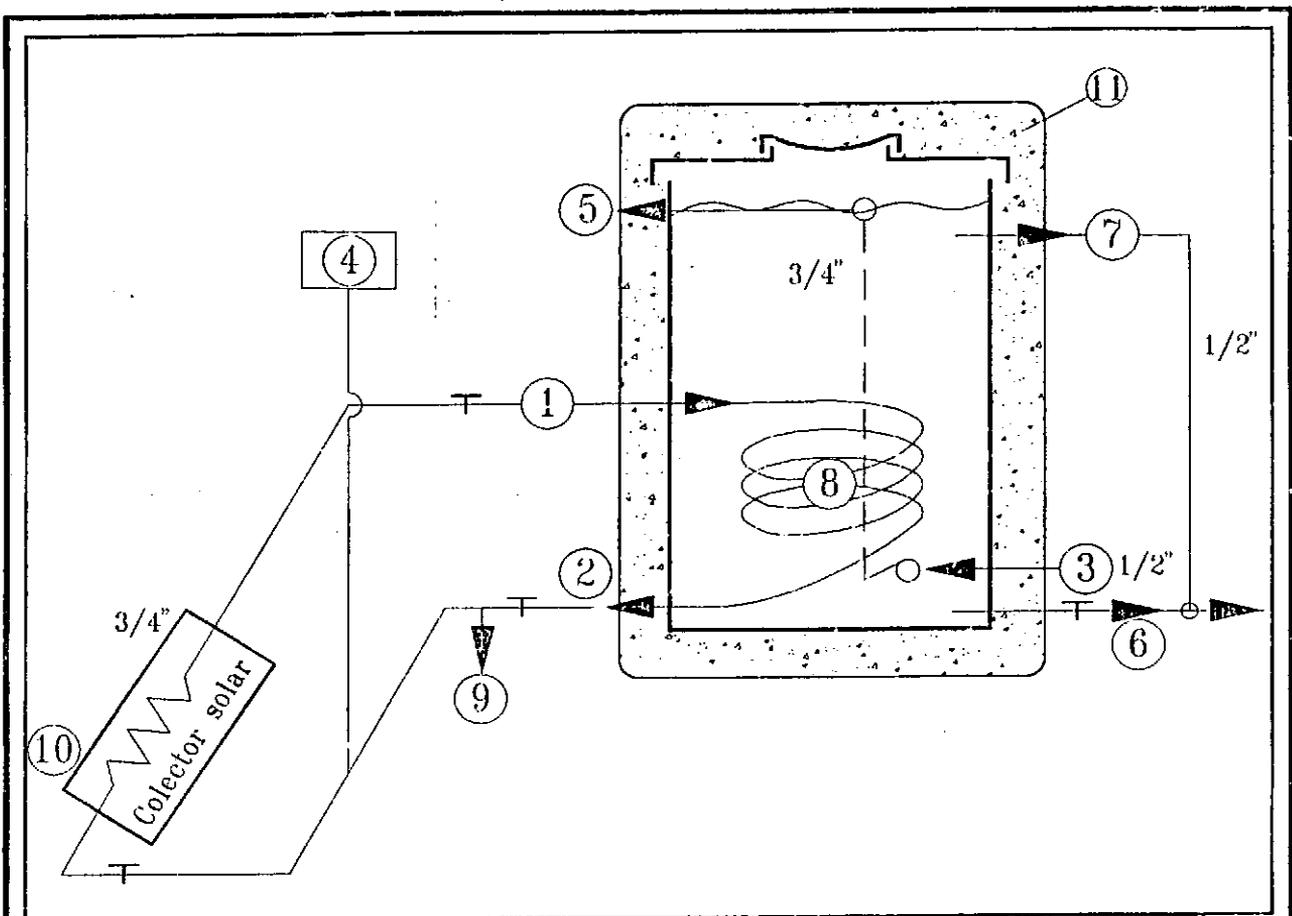


Usar el agua caliente p.e. para  
bañar un bebé



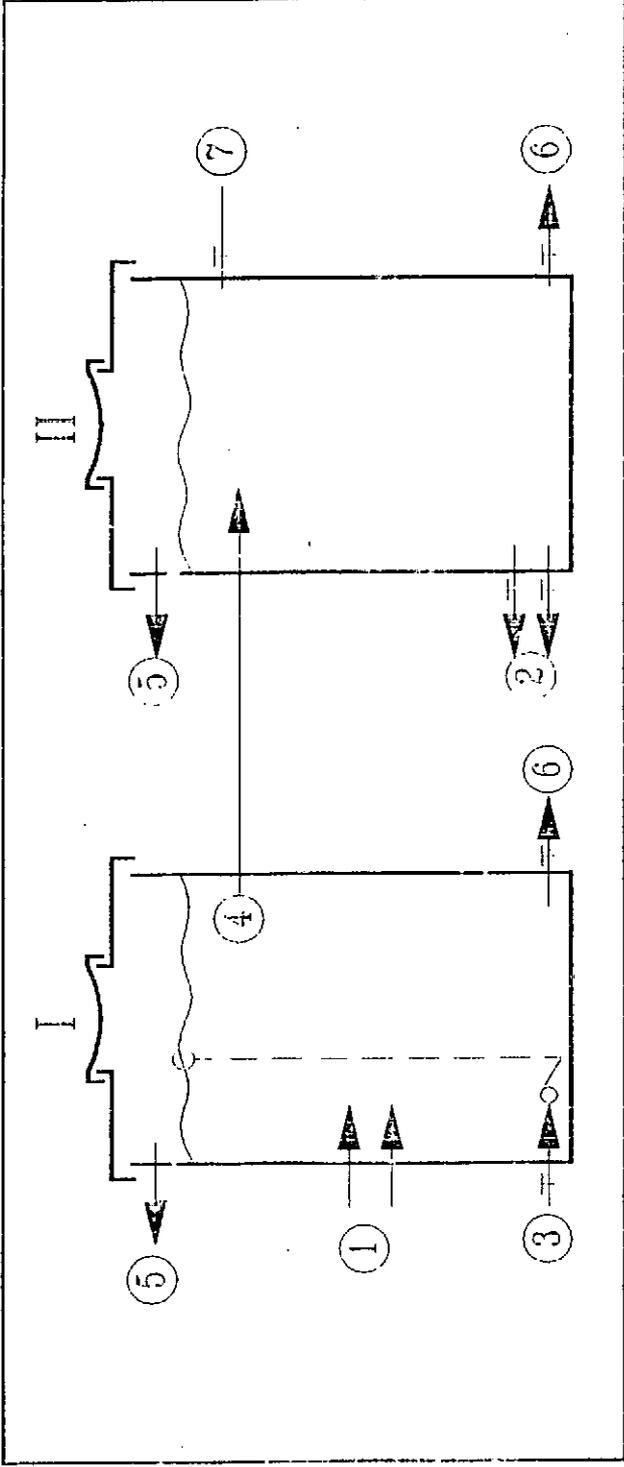
**Ademas se puede preparar en el Horno solar:**

- guiso de arroz, polenta, verduras, compota de manzana, salsa de tomate, pizza, anchi, arroz con leche y otras comidas mas.
- cocinar con muy poco agua, porque el agua chupa mucha energía en calentarse
- usar ollas negras con tapas negras
- usar una olla de presión p.e. para cocinar papas o remolachas
- poner una laja negra y gruesa al fondo del horno solar para almacenar el calor y para equilibrar la temperatura. Importante, si se prepara bizcochos, tortas o pan.
- no sobrecargar el horno solar  
basta con 2 kg de comida, agua incluido
- Se puede preparar un guiso de trigo, porotos, maiz, verduras y carnes en una olla de barro en la siguiente manera: preparar la comida sobre la cocina de gas y dejarla cocinar un ratito. Despues se coloca la olla en el horno solar y así se va terminar la cocción sin mas gastos de gas o de leña.
- tener paciencia. Calcular 2 hasta 3 horas tiempo de cocción en pleno sol.
- recalentar comidas y mantenerlas caliente, p.e. empanadas al horno.



- ① Entrada agua caliente desde colector 3/4"
- ② Salida agua frio al colector 3/4"
- ③ Entrada agua frio red c/flotante 3/4"
- ④ Tanque reserva y expansión circuito cerrado (5l)
- ⑤ Desborde 3/4" c/mangera hacia salida
- ⑥ Desague 3/4" c/llave conectado al circuito de consumo
- ⑦ Conexión agua caliente 3/4" p/consumo
- ⑧ Serpentina de hidrobronce 7m 3/4"
- ⑨ Desagotador circuito cerrado
- ⑩ Colector solar c/mangera conexión 3/4"
- ⑪ Material aislante

 <p>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES SECRETARIA DE ECONOMIA JUJUY EnSoCoR</p>			
<p>Planotipo Tanque simple almacenamiento agua caliente p/sistemas solares</p>			
NOMBRE		OBSERVACIONES	
COORDINACION:	GEOL. H. KLEINE-HERING	ARCHIVO:	TAI.00285
PROYECTO:	PROF. B. HOLZNER	FECHA:	24.08.95
ESCALA			
DIBUJO:		SIN ESCALA	
J. MEYER			



Tanque I:

- ① Doble entrada agua caliente de estufa y calefactor en 3/4" por separado uno al lado del otro (a 50%)
- ② Entrada 3/4" agua fría del tanqueserva y red c/llave paso c/u (pto mas bajo) c/flotante
- ③ Comunicación agua caliente T I al T II de 50% al 50% en 3/4"
- ④ Desborde 3/4" c/mangera hacia salida
- ⑤ Desague 3/4" c/llave conectado a la red consumo

Tanque II:

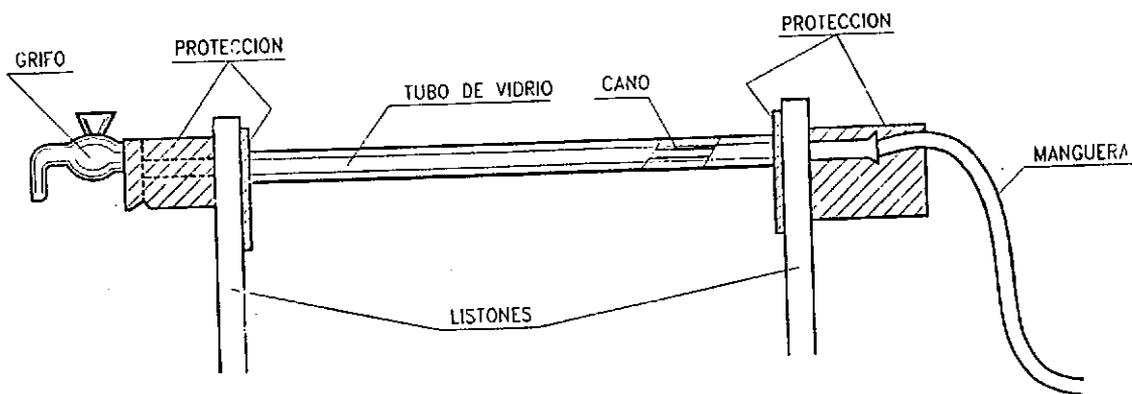
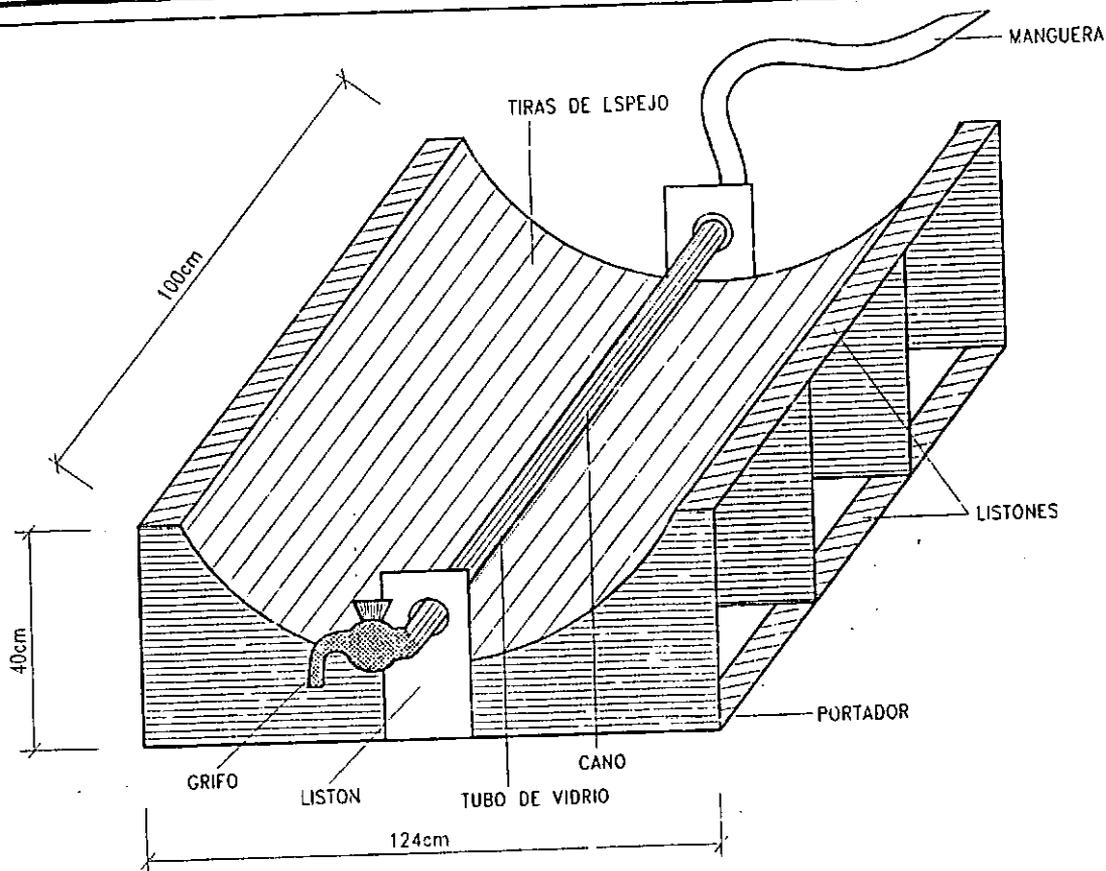
- ② Salida doble agua fría hacia estufa y calefactor en 3/4" por separado uno al lado del otro en su pto mas baja c/llave c/u
- ⑦ Salida agua caliente 3/4" al consumo c/llave



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
SECRETARIA DE ECONOMIA JUJUY  
EnSoCoR

Doble tanque almacenamiento  
agua caliente p/sistemas solares  
Planotipo

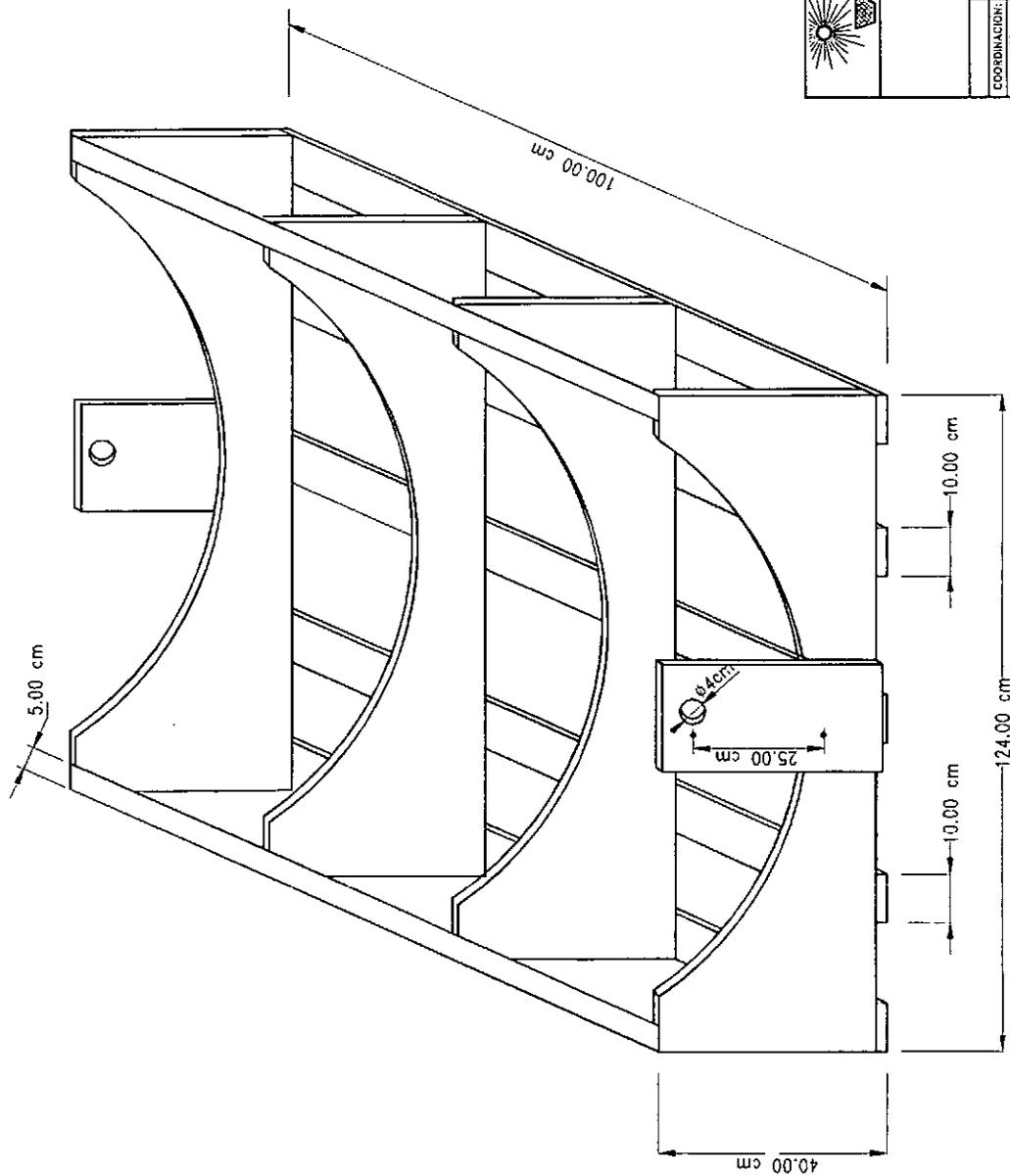
HOMBRE		OBSERVACIONES	
COORDINACION:	GOL. R. KIENE-HERNIZ	ARCHIVO:	TM030285
PROYECTO:	PAO. B. HELZER	FECHA:	24.08.95
		ESCALA	
DIBUJAO:		J. MEYER	
		SIN ESCALA	



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
SECRETARIA DE ECONOMIA JUJUY  
EnSoCoR

## PARABOLA

	NOMBRE	OBSERVACIONES
COORDINACION:	CEOL. H. KLERE-HERNANDEZ	ARCHIVO: HERNANDEZ
PROYECTO:	PROF. B. HOLZNER	FECHA: 24.03.85
		ESCALA
DIBUJO:	J. MEYER	SH ESCALA



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
SECRETARIA DE ECONOMIA JUJUY  
EnSoCoR

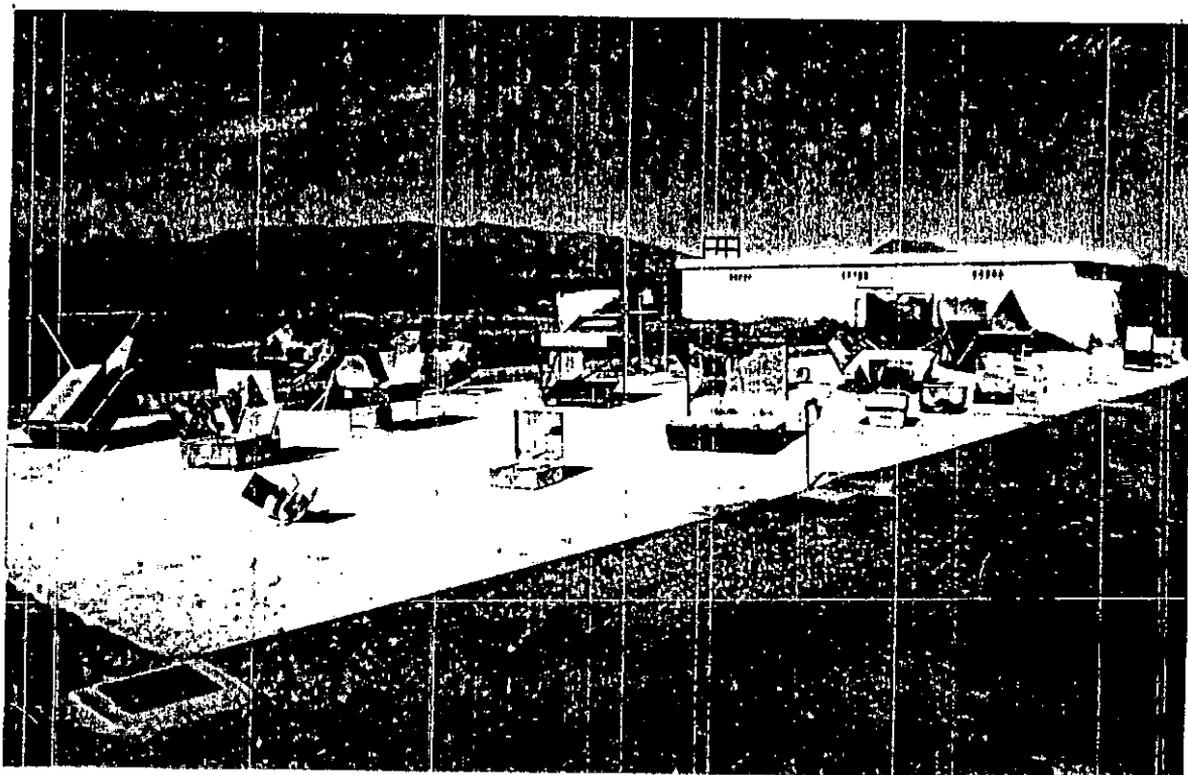
### PARABOLA

HOMBRE	OBSERVACIONES
COORDINACION: DR. H. MEDINA-HERRERA	ARCHIVO: 1000504
PROYECTO: PROF. B. MOJNER	FECHA: 2008/5
	ESCALA:
DIBUJADO: J. METER	SIN ESCALA

**ANEXO V: Relaciones Internacionales**  
**Materiales Informativos**

European Committee for Solar Cooking Research (ECSCR)

# Second International Solar Cooker Test



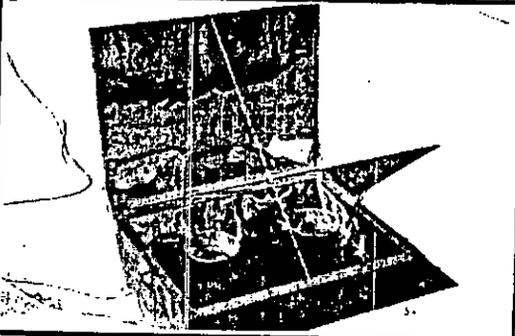
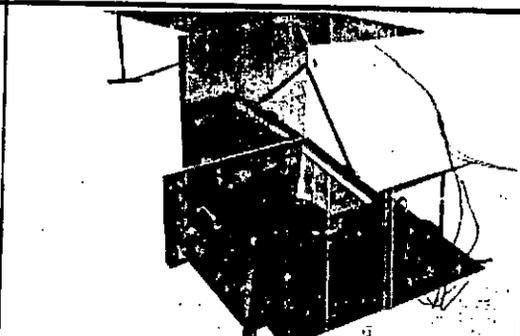
- Summary of Results -

June 1994

Second Edition

## RESULTS: BOX COOKERS



cooker identification:	MC 12	ULOG
		
type	conductive box	box
dimension cook. pos. cm	95 x 110 x 115	66 x 67 x 104
pot(s) and content	two non-removable pots (2 * 7.5 l)	1 removable pot (5 l)
test pot content	2 * 3.75 l	2.5 l
aperture surface	0.71 m <sup>2</sup> (without reflector)	0.24 m <sup>2</sup> (without reflector)
heat-up (water):		
- cold start (40°- 80°C)	66 minutes	94 minutes
- cold start (40°- 96°C)	104 minutes	reaches 91°C in 120 minutes
- hot start (40°- 80°C)	42 minutes	66 minutes
- hot start (40°- 96°C)	76 minutes	107 minutes
max. temperature (oil)	138°C after 130 minutes	124°C after 130 minutes
continous cooking	boils 22.5 l of water in a day	boils 7.5 l of water in a day
min tracking frequency	150 min (96°C) / 225 min (80°C)	195 min (96°C) / 290 min (80°C)
unatt. cook./max temp	252 minutes / 91°C	282 minutes / 94°C
heat-up low elevation	reaches 76°C	reaches 75°C
heat loss without sun	90 min oil 96°C, 50 min water 80°C	102 min oil 96°C, 85 min water 80°C
heat loss, open lid	cools from boiling to 80°C in 14 min	cools from 95°C to 80°C in 5 min
comments :	good thermal performances for a box; very high pot content for the aperture surface; requires tracking only very rarely;	average thermal performances for a box; very high pot content for the aperture surface; requires tracking only very rarely.
handling :	easy one-step pot access; tracking easy; easy to operate; due to the fixed pots, emptying of the pots can be difficult; transport of cooker acceptable; user instructions included.	two-step pot access; tracking easy; easy to operate; cooker easy to transport; user instructions included.
safety :	no safety problems identified.	no safety problems identified.
application :	cooker for large families and, in a modular way, for small institutions.	cooker for families.
general remarks :	designed for small-scale production in India.	designed for do-it-yourself and small scale local production; cooker also designed for baking (not tested).
contact:	Synopsis, Route d'Olmet, F-34700 Lodève, France	Gruppe ULOG, Morgartenring 18, CH-4054 Basel, Switzerland



### Wir über uns

Die Staatl. Berufsschule Alttötting betreut 3000 Schüler, die einen Beruf erlernen oder in der Berufsschule die Hochschulstudienberechtigung erwerben.

Unser Motto: „Helfen statt haben“ verhindert unsere Schüler und Lehrer seit vielen Jahren in ihrer Bereitschaft, sich in mehreren erfolgreichen Entwicklungsprojekten zu engagieren. Im SK 12 fänden wir einen Solarherker, der sich beim Einsatz in über 50 Partnerländern wegen seiner einfachen Konstruktion in zwischen vielfach bewährt hat. In Zusammenarbeit mit unserer Berufsschule bauen wir ständig

verbesserte Musterkocher und schicken sie unseren Partnern zur Erprobung.

### Wir suchen Partner,

die in der Lage sind, eine Solarherkerproduktion in Ländern mit akutem Brennstoffmangel anzuregen, aufzubauen und zu betreiben.

Wir suchen die Unterstützung von Entwicklungshilfe-Organisationen, die unser Konzept bei Dritte-Welt-Gruppen bekannt machen und vertreiben. Wir liefern hierzu Bausätze des SK 12 mit Montageanleitung und Zeichnungen. Unsere Selbstkosten betragen zur Zeit DM 400,-

### Der Nachbau

unterliegt keinerlei Beschränkungen. Ja, wir fordern dazu auf, den Kocher nachzubauen und ggf. entsprechend strukturellen Förderungen und Materialien zu modifizieren.

Das einzige, was wir dafür erwarten, ist, daß Sie den Kontakt zu Interessenten herstellen und uns ausführliche photo-illustrierte Erfahrungsberichte und Ihre Anregungen über das Kochen mit dem SK 12 senden.

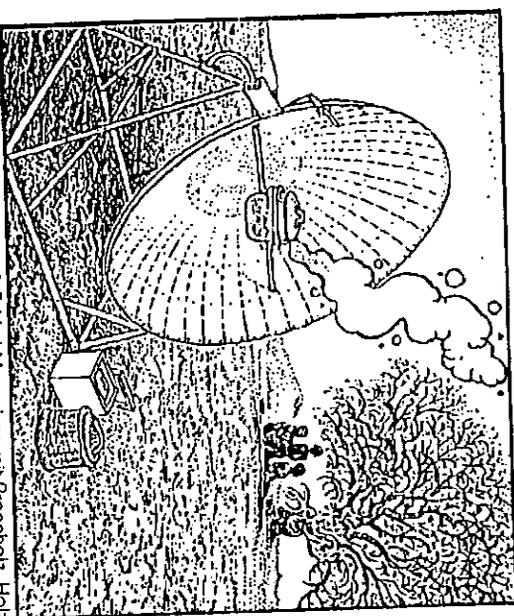
**Bedenken Sie: Mit Ihrer Spende leisten Sie einen unschätzbaren Beitrag dazu, die Welt für unsere Kinder bewohnbar zu erhalten.**

**Gib einem Hungernden einen Fisch, und Du machst ihm einen Tag lang satt. Gib ihm ein Netz, und er vertreten durch:**  
**kann sich sättigen, jeden Tag.**

vertreten durch:

Entwicklungshilfegruppe der Staatl. Berufsschule Alttötting e.V.

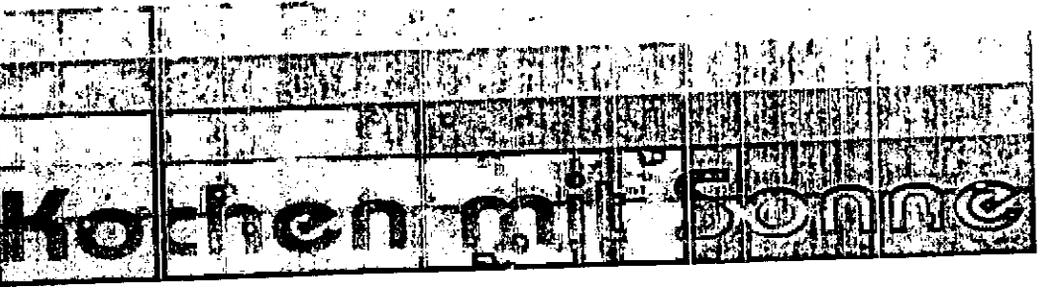
## Solarherker SK12



Weltweit kochen heute ca. 1,5 Mrd Menschen mit Brennholz. Holz als Brennstoff ist jedoch in vielen Entwicklungsländern kaum mehr vorhanden, da bereits große Teile der Wälder abgeholzt sind. Der Kohlschlag führte zu Verstärkung und Bodenerosion. Die Folge ist, daß ehemals fruchtbare Gebiete heute Wüstenzonen sind. Eine Alternative zu den fossilen Brennstoffen ist die Nutzung der umweltfreundlichen, uneingeschränkt vorhandenen Sonnenenergie.

### Solarherker SK 12 - Was ist das?

Ein parabolischer Spiegel (Reflektor) reflektiert die Sonnenstrahlen auf einen im Brennpunkt befindlichen mattschwarzen 12 l Topf, der die Sonnenenergie absorbiert und den Inhalt zum Kochen bringt. Außer zur Zubereitung von Mahlzeiten eignet sich ein Reflektor-Solarherker z.B. zur Destillation von Wasser, zum Backen, Braten und zur gewerblichen Nutzung, z.B. in Fäbereien, für Flechtarbeiten usw.



## Umfassende Hilfe

Durch geeignete Solar Kocher kann weltweit umfassende Hilfe gegeben werden:

- ◆ Frauen und Kinder in der Dritten Welt werden vom täglichen Brennstoff-sammeln und gesundenheitsgefährdendem Kochen (Pouch) entlastet.
- ◆ Die Vernichtung des Boumbestandes wird aufgehalten und Aufforstungsmaßnahmen werden unterstützt; auch das Verbrennen von Dünger kann unterbleiben.
- ◆ Selbsthilfswerkstätten zum Bau der Solar Kocher verbessern den Rustillungsstand und schaffen wertvolle Arbeitsplätze.
- ◆ Die Lebensbedingungen auf dem Lande werden verbessert und der Land-

Flucht mit ihren einschütternden Folgen wird entgegenwirkt.

Bedingung ist, daß die Lösungen finanzierbar sind und von den Betroffenen akzeptiert werden.

Aber dazu müssen diese in die Lage versetzt werden, mit eigenem Einsatz zu dauerhaften Lösungen zu kommen. Es ist daher unumgänglich, die Kocher direkt in den von der Brennstoffkrise betroffenen Ländern herzustellen. Dann sind die Herstellkosten in der Größenordnung der Materialkosten zu halten.

## Hilfe zur Selbsthilfe

Ziel ist der Aufbau eines Netzes von Selbsthilfswerkstätten für Herstellung und Instandhaltung der Kochausrüstung und anderer Geräte.

Von außen erfolgt die Bereitstellung von Know-how und Material, soweit dies in den betroffenen Ländern nicht verfügbar ist (Spiegelbleche).

Die Werkstätten sollen gleichzeitig für die so wichtige Ausbildung geeignet sein. Solche Selbsthilfswerkstätten produzieren bereits mit unserer Hilfe in Kolumbien, Ecuador, Peru, Bolivien, Argentinien, Uganda, Zaire, Nepal und Indien. Flößgesehen vom ökologischen Nutzen leistet der Kocher damit einen wichtigen Anstoß zum Aufbau einer handwerklich gewachsenen Infrastruktur. Im Hinblick darauf wurde bei der Konstruktion des SK 12 äußerster Wert auf Robustheit und Reparaturfreundlichkeit gelegt.

## Der Solar Kocher SK 12

wurde von Dr. Ing. D. Seifert entwickelt, und zwar ganz bewußt auf die technischen Fähigkeiten und Mittel hin, die der Bevölkerung in Entwicklungsländern zur Verfügung stehen, um dort in großer Zahl nachgebaut werden zu können.

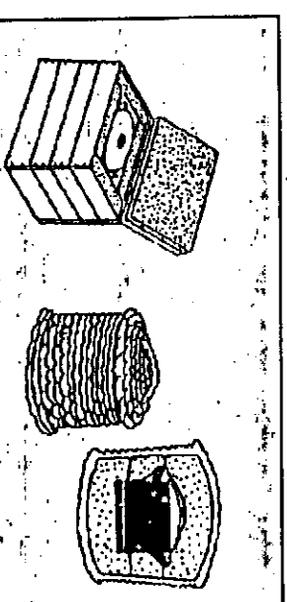
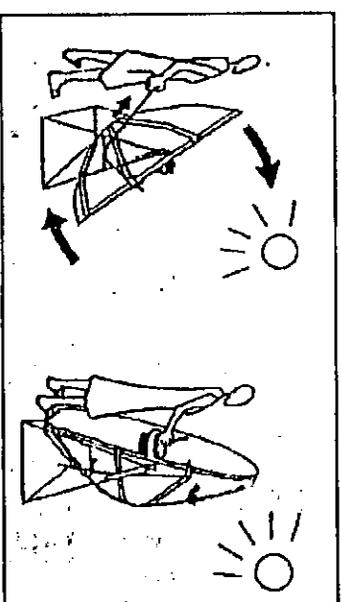
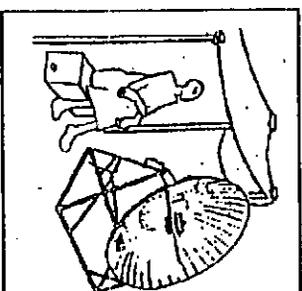
Der SK 12 ist robust, dabei leicht, billig herzustellen und einfach zu handhaben. Seine Leistung beträgt ca 0,6 kW. Bei guter Sonnenstrahlung sind 3 l Wasser in ca. 30 min zum Kochen zu bringen. Er versorgt bis zu 20 Personen. Der Kocher ist ob einer Stunde noch Sonnenaufgang bis eine Stunde vor Sonnenuntergang zu betreiben. Auf Grund seiner hohen Leistung ist er auch bei verhältnismäßig kurzer Sonnenscheindauer wirkungsvoll.

Die Brennweite beträgt nur 28 cm. So braucht der Spiegel nur alle 15 bis 25 min. neu auf die Sonne ausgerichtet zu werden, was mit einfachen Handgriffen geschieht. Der Brennpunkt liegt innerhalb des Spiegels. Verbrennen und Blanden sind so leicht zu vermeiden. Vor der Arbeit am Kochtopf wird der Reflektor so geschwenkt, daß der Topf im Schatten steht. Der Topf bleibt dabei an der gleichen Stelle.

## Die Wärmehaltekörbe

sollten immer verwendet werden um Koch- und Essenszeit zu verkürzen. Die meisten Speisen lassen sich, sobald sie einmal kochen, in Wärmehaltebehälter geben

Sonnenuntergang wärmhalten. Der Solar Kocher steht dann wieder für weitere Speisen oder zum Wasserabkochen zur Verfügung. Wärmehaltebehälter bestehen z.B. aus einem aus örtlichem Material gefertigten gut isolierten Korb, in den der kochende Topf gestellt wird. Vorschlüge zum Selbstbau können bei uns angefordert werden.

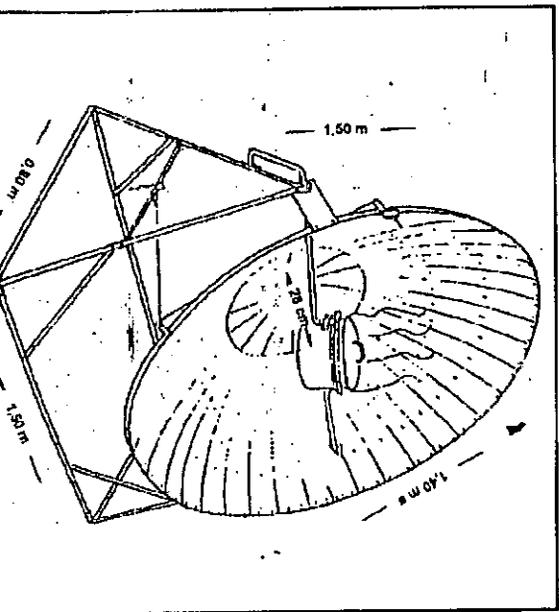


## Die Herstellung des SK 12

kann durch einheimische Handwerker mit einfachen Schneid-, Biege- und Bohrwerkzeugen aus leicht beschaffbarem Material (Flachstahl, Rundstahl, Schrauben und Muttern) erfolgen.

Die Materialkosten betragen in Deutschland ca. DM 100,- pro Kocher. Davon kosten die hochglanzpolierten Alubleche für den Reflektor ca DM 65,-. Diese können bereits zugeschnitten über unsere Schule bezogen werden.

Gewicht der Bleche ca. 3 kg. Ein kompletter zerlegbarer 4-stufiger SK 12 wiegt



ECSCR, Solar Cooker Test Procedure. Version 2, Novembre 1993.  
 Grupp, M., Solar Box and Flat Plate Collector Cookers. Actes /SES Solar World Congress, Budapest/Hongrie, 1993.  
 Grupp, M., Solar Cooking Revisited. Actes /SES Solar World Congress, Budapest/Hongrie, 1993.

Grupp, M., A Short Review of Selected Health Aspects of Solar Cooking. WHO Report to UNESCO World Solar Summit. Juillet 1993.  
 Grupp, M., What Can Be Done to Reach Substantial Progress in Solar Cooking ? WHO Report to UNESCO World Solar Summit, Juillet 1993.

Grupp, M., Solar Thermal Sterilization of Medical Instruments. WHO Report to UNESCO World Solar Summit. Juillet 1993.

Grupp, M., Cuiseurs solaires : la sortie du tunnel. Systèmes Solaires, N° 100, 1994.

#### A paraître :

Merkle, T., M. Grupp, M. Sodeik, Klassifizierung von Solarkocher-Systemen mittels einer unter realen Bedingungen erprobten Testmethode. Actes 9. Internationales Sonnenforum, Stuttgart/RFA, 1994.

Grupp, M., A. Klingshirn, A New European Initiative in Solar Cooking : The European Committee for Solar Cooking Research (ECSCR). Actes Second World Conference on Solar Cookers - Use and Technology, Heredia/Costa Rica, 1994.

Grupp, M., H. Bergler, J.-P. Bertrand, G. Schröder, New Boxes and Flat Plate Collector Cookers - Concepts, Tests Results, Feedback from the User Side, Economic Aspects -. Actes Second World Conference on Solar Cookers - Use and Technology, Heredia/Costa Rica, 1994.

Grupp, M., H. Bergler, J.-P. Bertrand, J. Cieslok, B. Kromer, "Convective" Flat Plate Collectors and their Applications. Solar Energy, 1994.

## DIVERS

Organisation du Third Workshop of the European Committee for Solar Cooking Research (ECSCR), avec GTZ, Eschborn (RFA), novembre 1993.

Conférences à l'Université de Munich (RFA), Afro-Pfingsten Winterthur (Suisse), Sommet Mondial UNESCO de l'Energie Solaire à Paris, University of the Cape Coast (Ghana), ISES Congrès Mondial à Budapest (Hongrie), Séminaire EUROSOLAR israélo-allemand à Constance (RFA), Université de Hohenheim (RFA), UN ECE Workshop on Renewable of Energy à Mojacar (Spain).

**Joan Beall**, diplômé de gravure (Ecole des Beaux-Arts de Montpellier) : administration.

**Hannelore Bergler**, diplômé de psychologie sociale (Université de Regensburg, RFA) : réalisation de prototypes, essais, missions, formation.

**Jean-Pierre Bertrand**, DUT Mesures-Physiques (IUT Orsay) : réalisation de prototypes, essais, dessins.

**Michael Grupp**, docteur en physiques (Université de Heidelberg, RFA) : études, coordination, relations publiques, missions.

**Maria Owen-Jones** : secrétariat, relations publiques.

**Laurent Rouget** : (depuis septembre 1993), BTS Physiques (Lycée Technique Armentières) : réalisation de prototypes, essais.

**Gerd Schröder** (depuis janvier 1994); cand. Ing. Energie und Verfahrenstechnik (Université Technique de Berlin, RFA) : réalisation de prototypes, essais, dessins.

## MOYENS

Documentation

Ateliers

Outils informatiques (2 standards) et DAO

Banc d'essai avec acquisition de données

Banc d'essai sous lumière artificielle pour cuiseurs "boîte"

Base de formation.

SYNOPSIS



## PARTENAIRES EN 1993/94

Camping Gaz International  
 Comité d'Action pour le Solaire (CAS)  
 Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ, RFA)  
 Deutsches Rotes Kreuz (DRK, RFA)  
 European Committee for Solar Cooking Research (ECSCR)  
 EUROSOLAR et Fondation EUROSOLAR (RFA)  
 Fondation Energie pour le Monde (FONDEM)  
 Fördergesellschaft Angepaßte Technologien (FAKT, RFA)  
 Groupe Energies Renouvelables (GERES)  
 HTC Solar - Forschungs - Centrum (RFA)  
 Junkers (RFA)  
 Kindermothilfe (RFA)  
 Ministère Allemand de la Recherche et de la Technologie  
 Ministère Ghanéen de la Santé  
 Ministère Ougandais de la Santé  
 Allan Leslie, Industrial & Process Development (Afrique du Sud)  
 Organisation Mondiale de la Santé (OMS - PEI)  
 Plataforma Solar de Almería (PSA, Espagne)  
 Sustainable End of Hunger Foundation (SEHUF, Ghana)  
 Solar Cookers International (USA)  
 UNICEF Evaluation Office  
 Université de Marburg-Fachbereich Physik (RFA)  
 Verein für Entwicklungshilfe der CIBA-GEIGY-Mitarbeiter (Suisse)  
 Versicherungs-Treuhand Zürich (VTZ, Suisse)  
 Zentrum für Sonnenenergie-und Wasserstoff-Forschung (ZSW, RFA)  
 Zetter AG et Zetter Solar (Suisse)

Nous remercions également pour leur collaboration : Silvia Banninger, Joachim Cieslok, Robert Cellaire, Hubert Dabescat, Luc Derveaux, Claire Dufour, Veit Erdmann, Mireille Gealageas, Theresia Gwalti, Thea Hefti, Bernd Kromer, Marc Lancement, Dr. Mazarwen, ainsi que les Ets Balp, British Airways, Centro AG (Suisse), Ets. Rouvier, le garage Valette, le Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, Swissair et tous les membres et ami(e)s de Synopsis.

Synopsis est une association régie par la loi de 1901, créée en 1977.

**SYNOPSIS**, Route d'Oimet, F - 34700 Lodève  
 Tél. 67 44 04 10 - Fax 67 44 06 01

## SIMULATIONS

Dans le cadre d'une thèse pour l'Université Technique de Berlin, un modèle de simulation thermique du cuiseur REM15 est en préparation. Des essais de comparaison seront effectués.

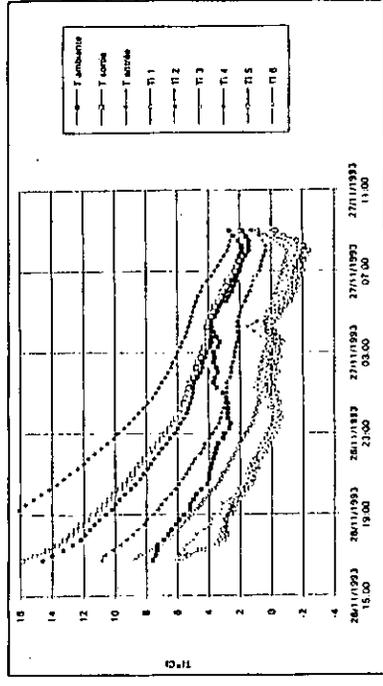
## MISSIONS

Juillet 1993 : Ghana, une personne. Préparation de la production de cuiseurs solaires, démarrage d'un projet de stérilisation solaire (avec VTZ, Thea Hefti, SEHUF, Ministère Ghanéen de la Santé).

Décembre 1993 : Cap Vert, une personne. Prises de contact pour de futurs projets en énergies renouvelables.

## ESSAIS DIVERS

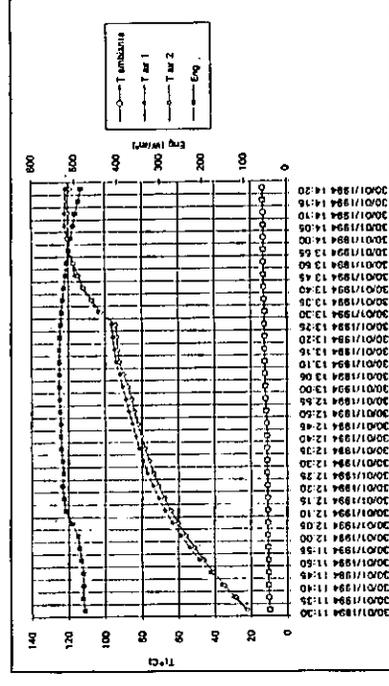
- Intégration de différents brûleurs pour cuiseurs solaires/gaz
- Capteur de désailement à effets multiples (deux principes de fonctionnement)
- capteur de climatisation par rayonnement.



Essai d'un capteur de climatisation par rayonnement : évolution des températures.



Démonstration de cuiseurs et de stérilisateurs solaires au Ghana.



Evolution de températures d'eau dans deux prototypes du cuiseur REM15 : avant 13:30, seul le réflecteur intérieur est opérationnel ; après 13:30, le réflecteur supérieur est rajouté.

# L'ECONOMIE DE LA CUISSON SOLAIRE

Dans le cadre d'une étude pour UNICEF Evaluation Office, le potentiel économique global de la cuisson solaire a été évalué : les cuisseurs solaires représentent un marché potentiel important. Plus surprenant : à cause des prix très élevés du bois de feu dans une partie des pays en développement, ces cuisseurs sont très rentables (amortis en quelques mois). On peut parler qu'ils sortiront sous peu du domaine de l'aide humanitaire pour entrer dans le domaine commercial.

## Estimation du potentiel d'économies de bois par des cuisseurs solaires

Consommation annuelle globale de bois : 1 200 millions de tonnes  
Estimation de la part pour cuisson : 80 %

Consommation annuelle globale de bois pour cuisson : 960 millions de tonnes  
Consommation annuelle de bois pour cuisson par personne : 0,48 tonnes  
Consommation journalière de bois pour cuisson par personne : 1,32 kg

Prix de vente "couteux" typique pour bois de feu : 80 dollars US/t  
Prix de vente "normal" typique pour bois de feu : 30 dollars US/t

## Estimation d'économies de bois par des cuisseurs solaires

Durée annuelle de non-utilisation (ex : saison des pluies) : 4 mois  
Economies pendant la période d'utilisation : 90 %

Economie moyenne annuelle : 60 %

Potential d'économie annuelle par cuisseurs solaires : 346 millions de tonnes  
Coût de la tonne de bois économisée par un cuisseur de base : 2,89 dollars US  
Temps d'amortissement d'un cuisseur de base, bois "couteux" : 4 mois  
Temps d'amortissement d'un cuisseur de base, bois "normal" : 12 mois  
Coût de la tonne de bois économisée par un cuisseur élaboré : 8,68 dollars US  
Temps d'amortissement d'un cuisseur de base, bois "couteux" : 13 mois  
Temps d'amortissement d'un cuisseur de base, bois "normal" : 35 mois

## Marché global potentiel pour des cuisseurs solaires

Nombre d'utilisateurs de cuisseurs bois : 2 milliards

Nombre de familles utilisatrices potentielles : 333 millions

Marché potentiel total : 200 millions d'unités, 18 333 millions de dollars US

Marché de remplacement total : 20 millions d'unités par an, 1 833 millions de dollars par an.

	Modèle de base	Modèle élaboré
Pénétration du marché	50 %	10 %
Prix de vente	50 dollars US	300 dollars US
Marché total	167 millions d'unités 8 333 millions de dollars US	33 millions d'unités 10 milliards de dollars US
Durée de vie	10 ans	10 ans
Marché de remplacement	17 millions d'unités/an 833 millions de dollars US/an	3 millions d'unités/an 1 milliard de dollars US/an

# STERILISATEURS SOLAIRES

## Le nouveau REM8

Une première série du nouveau stérilisateur solaire REM8 a été terminée.

5 de ces appareils ont été mis à la disposition du Ministère de la Santé au Ghana. Avec *Thea Hefti, SEHUF*.

3 appareils ont été envoyés au Yémen, en Colombie, à Madagascar. Avec *GTZ*.

1 appareil est en utilisation en Ouganda. Avec le *Ministère Ougandais de la Santé*.

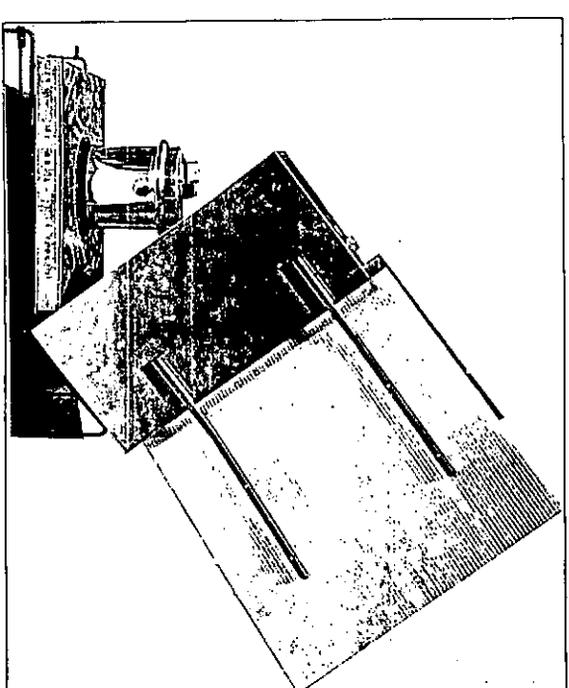
1 appareil a été livré à la *Croix Rouge Allemande*.

3 appareils seront testés par *OMS-PEI*.

Par ailleurs, le stérilisateur a été exposé à Londres dans le cadre de l'exposition *Developing World Health Exhibition*.

## Procédé SM

Les essais thermiques du modèle SM6 continuent en coopération avec le *Zentrum für Sonnenenergie - und Wasserstoff - Forschung (ZSW)*.



# ETUDES, CONSEILS, PROJETS COMMUNS

Coordination du *European Committee for Solar Cooking Research (ECSCR)* réunissant 27 membres appartenant à 15 organismes de recherche en énergie solaire : ce comité met en commun les efforts de recherche en cuisson solaire. Elaboration d'une méthode d'essai de cuisseurs solaires. Organisation d'un séminaire à Eschborn. Coordination d'essais comparatifs (voir ci-dessous). Avec *GTZ et le Ministère Allemand de la Recherche et de la Technologie*.

Evaluation de l'utilisation et de l'économie de l'utilisation de cuisseurs solaires. Pour *UNICEF Evaluation Office*.

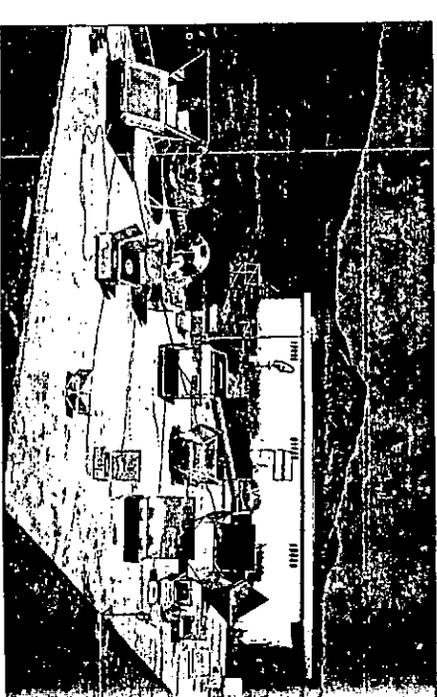
Conseils en énergie solaire auprès de diverses entreprises et Organisations Non-Gouvernementales.

Consultant technique de la fondation *EUROSOLAR*.

Conseils pour différents projets d'étude.

## COORDINATION DES ESSAIS COMPARATIFS DE CUISEURS ECSCR

Le premier test comparatif de cuisseurs solaires, impliquant 8 cuisseurs de type différent, fut réalisé par l'*ECSCR* en juin 93 sur la *Plataforma Solar de Almería (PSA)*. Un deuxième test, impliquant 25 cuisseurs, a été tenu en mai 94. Avec le *Ministère Allemand de la Recherche et de la Technologie*.



Différents types de cuisseurs solaires lors du deuxième test comparatif

# DOMAINES D'ACTIVITÉ

Synopsis exerce ses activités dans les domaines suivants :

- recherche en génie thermique, notamment en énergie solaire (essais en laboratoire et sur banc d'essai sous ensoleillement naturel, simulation par ordinateur, méthodes d'essai),
- mise au point, essais, réalisation d'équipements spécialisés utilisant l'énergie solaire, pour les pays en développement comme pour les pays industrialisés,
- planification, réalisation et évaluation de programmes techniques dans les pays en développement,
- mise au point de produits solaires pour des fabrications industrielles ou artisanales,

- études dans le domaine de l'énergie solaire,
- conseils auprès d'Organisations Non-Gouvernementales, d'Organismes Internationaux, d'entreprises et de particuliers,
- évaluation de gisements en énergies renouvelables,
- mise en œuvre de programmes de recherche et de développement,
- formation spécialisée en énergie solaire thermique,
- conception et réalisation de matériel pédagogique.

Synopsis existe depuis 1977.

Voici quelques exemples des résultats obtenus :

- 60 installations dans 27 pays,
- 25 missions techniques et scientifiques dans les PED,
- plus de 30 institutions-partenaires internationales,
- 11 licences de procédés et produits solaires,
- plus de 55 publications et

## CUISEURS SOLAIRES FAMILIAUX

**Production au Ghana du cuiseur-boîte à casserole amovible**

Le nouveau cuiseur-boîte REM15 à casserole amovible a été mis au point dans une version à caisse en contreplaqué "marine" pour une production au Ghana. Le démarrage de la production est prévu pour l'été 1994. Les partenaires de ce projet sont *Dr Esther Ocloo* et *SEHUF*, ainsi que *VTZ*.

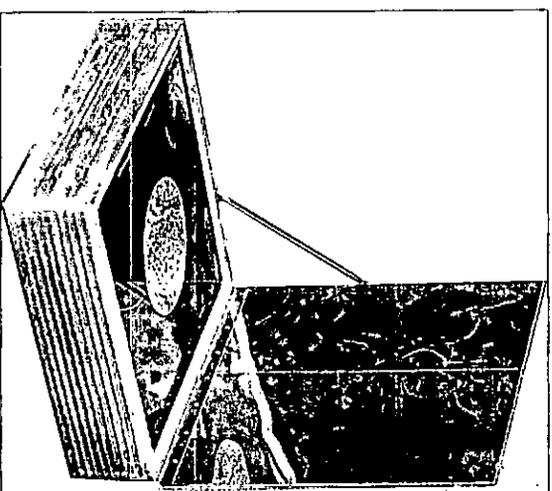
**Evolution du cuiseur gaz-solaire**

Le développement du cuiseur gaz-solaire continue : l'ergonomie et la sécurité de l'utilisateur sont en cours d'amélioration, le prix de production baisse. Avec *VTZ* et *Camping Gaz International*.

**Nouvelles versions du cuiseur-boîte**

- De nouvelles versions ont été mises au point, incluant :
- des réflecteurs latéraux, pour atteindre plus rapidement des températures plus élevées
  - de nouveaux matériaux de caisse, tel le polycarbonate.

Des essais d'utilisation de ces cuiseurs sont en cours au Sénégal et au Ghana. D'autres projets de production locale sont en préparation.

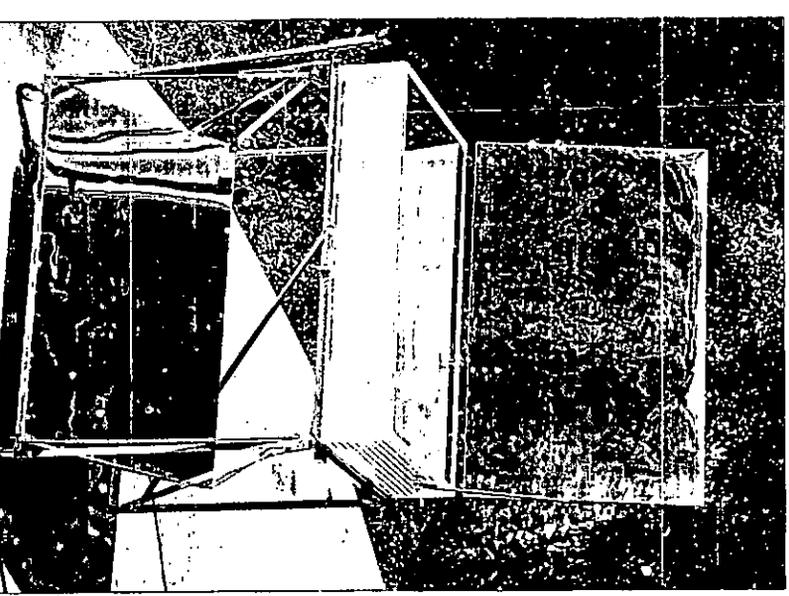


## CUISEURS POUR INSTITUTIONS

**Cuiseur-boîte REM15**

Un cuiseur-boîte de type nouveau, d'une capacité de 15 litres, a été mis au point. Les rayons solaires frappent le dessus et le dessous de l'absorbeur. Cet appareil est à la fois performant (montée rapide en température, températures élevées) et polyvalent (cuisson dans deux casseroles ou dans une poissonnière, possibilité de cuisson du pain, friture, etc.).

Il a été conçu pour un emploi dans des situations d'urgence (par exemple des camps de réfugiés) : facilement démontables, 100 unités peuvent être logées dans un conteneur. Avec *VTZ* et *la Croix Rouge Allemande*.



# SOLAR BOX COOKER FOR INSTITUTIONS

Synopsis  
Route d'Olmet  
F - 34700 Lodève  
Tel: (33) 67440410  
Fax: (33) 67440601

## General Information

In cooperation with VTZ, Synopsis has developed a new solar box cooker designed for institutions (refugee camps, schools, health stations), where cooking takes place for groups of less than 100 persons. The cooker is suitable for cooking, baking, and deep-frying and roasting at low temperatures. The cooker is also suitable for use in temperate zones (at a solar elevation of more than 40°).

Using the cooker is very simple: cooking pots of different dimensions (height max. 15 cm) can be used, a cooking dish, an oval pot with a capacity of 15 litres, as well as two 5-litre pots are included. The cooker can be tracked every 2 hours if quick heat-up or high temperatures are required, but also functions without tracking. The cooker stands on wheels for easier handling.

Small when disassembled, 100 of the cookers fit into a 20 ft container and can be easily assembled on site.

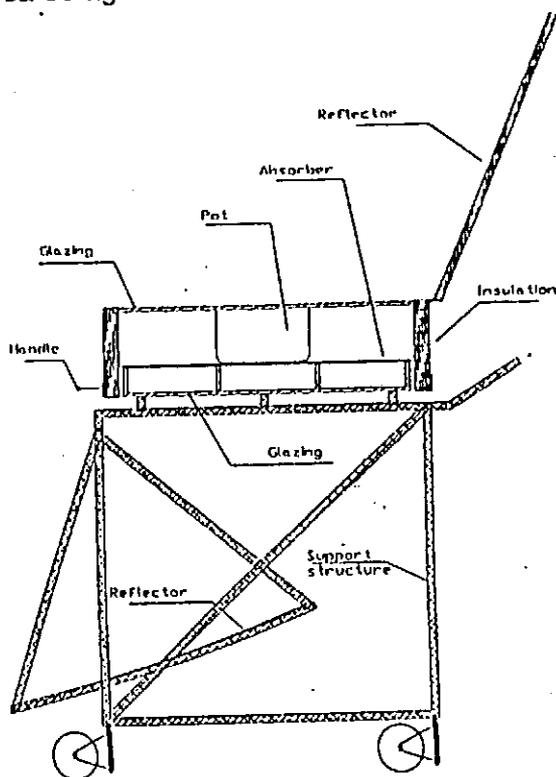
## Technical Information

The cooker functions on the "conductive box" principle: the cooking vessel stands on a conductive absorber plate. Solar irradiance reaches the absorber from the top, like with any classical box cooker, and through a justable concave reflector at the bottom of the cooker structure, thus increasing efficiency.

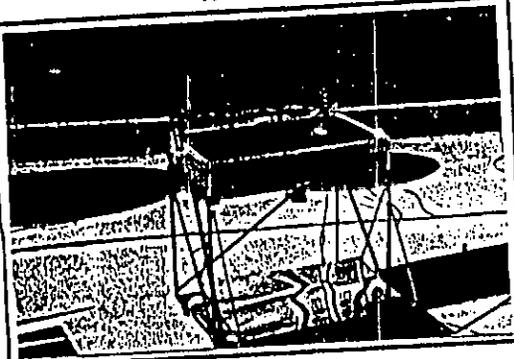
Capacity: 15 litres in an oval pot, other pots can be used

Dimensions: H=95 cm, W=110 cm, D=70 cm

Weight: ca 50 kg

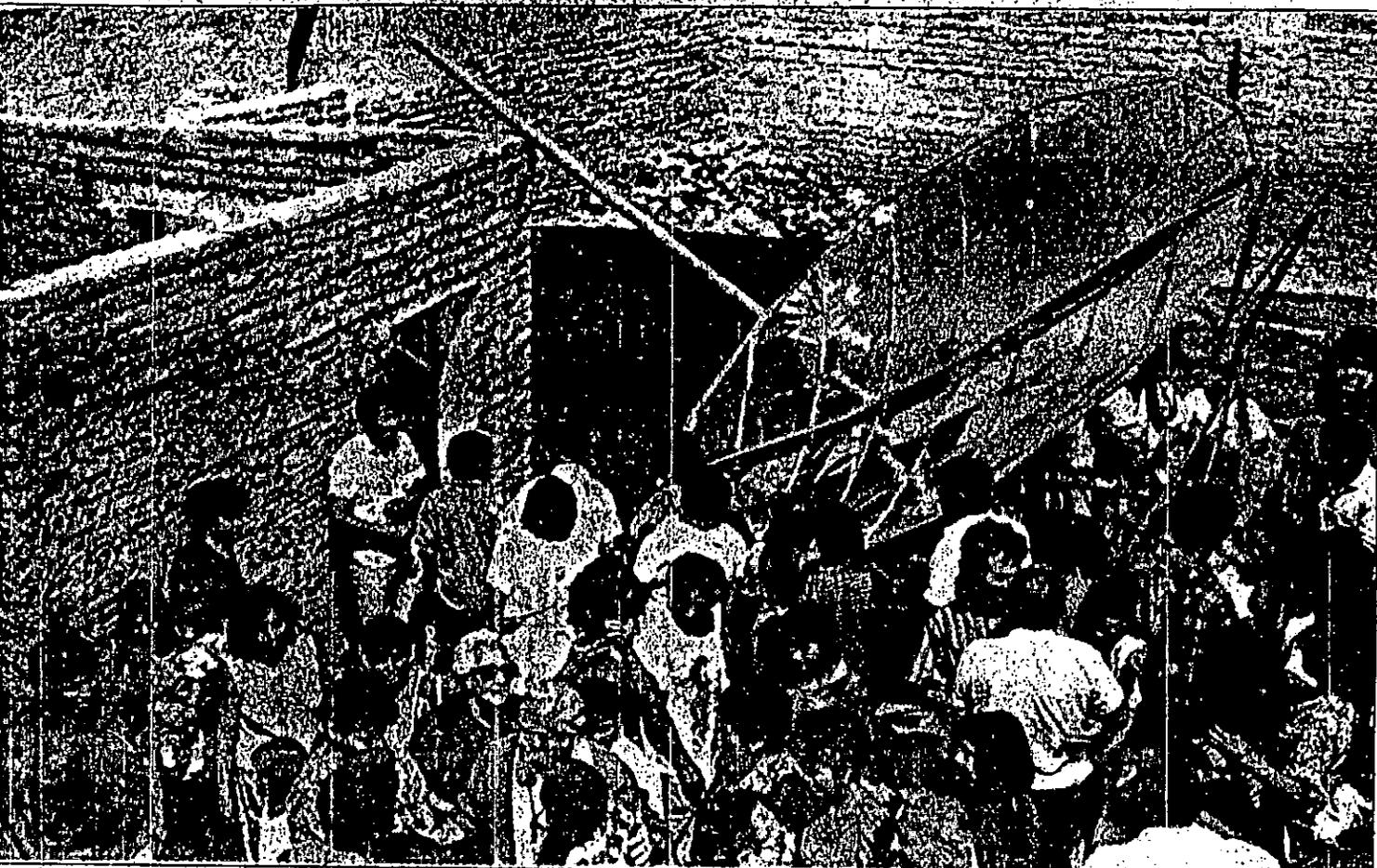


## RESULTS: BOX COOKERS

cooker identification:	REM 15	
		
type	conductive box	
dimension cook. pos. cm	114 x 117 x 179	
pot(s) and content	1 or 2 removable pots (15 l)	
test pot content	7.5 l	
aperture surface	0.60 m <sup>2</sup> (without reflectors)	
heat-up (water):		
- cold start (40°- 80°C)	40 minutes (slightly preheated)	
- cold start (40°- 96°C)	66 minutes	
- hot start (40°- 80°C)	32 minutes	
- hot start (40°- 98°C)	55 minutes	
max. temperature (oil)	157°C after 130 minutes	
continous cooking	boils 37.5 l of water in a day	
min tracking frequency	155 min (96°C) / 220 min (80°C)	
unatt. cook./max temp	256 minutes / 98°C	
heat-up low elevation	reaches 92°C	
heat loss without sun	128 min oil 96°C, 80 min water 80°C	
heat loss, open lid	cools from boiling to 80°C in 8 min	
comments :	<p>excellent thermal performances for a box;          very high pot content for the aperture surface;          requires tracking only rarely.</p>	<p>good ther          very high          requires t</p>
handling :	<p>one-stop pot access;          tracking mechanism needs improvement;          e.g. better wheels;          easy to operate;          disassembled cooker acceptable to transport;          operation easy to learn.</p>	<p>two-step          tracking          easy to o          cooker c          wind;          cooker o          user insti</p>
safety :	problem of moderate glare.	no safety
application :	cooker for large families and, in a modular way, for small institutions; designed for use in aid emergencies.	cooker fo
general remarks :	advanced solar cooker; cooker also designed for baking (not tested).	industrial cooker al
contact:	Synopsis, Route d'Olivet, F-34700 Lodève, France	Burns-Mi Milwauki

European Committee for Solar Cooking Research (ECSCR)

## Second International Solar Cooker Test



Una humilde sede del Club de Madres Santa Rosa de Lima, ubicada en José Olaya, asentamiento humano del distrito de Pacasmayo instaló ayer la primera cocina solar y comenzó a dar sus frutos para atender a cientos de comensales infantiles pobres.

## Tecnología al servicio de los sectores populares

# Comenzó a funcionar una cocina solar en Pacasmayo con éxito y constituye la primera en América Latina

La primera cocina solar de América Latina, y el Perú se constituye en el primer país latinoamericano beneficiado con esta tecnología.

El próximo domingo serán inauguradas dos cocinas más en los clubes de madres "Santa Rosa de Pueblo Libre" y "Micaela Bastidas" de San Demetrio, los mismos que buscan abaratar los costos de la alimentación de los niños beneficiarios de los comedores populares de Pacasmayo. Además se ha proyectado la instalación de siete cocinas más para los comedores de los clubes de madres "Virgen de Fátima" en el asentamiento humano Las Palmeras, "San Martín de Porres" en el pueblo joven El Progreso, "San José" en el barrio La Greda, "San José" en el sector (el Gamal), "Sagrada Familia" en Adolfo King, "San Nicolás de Tolentino" en urbanización El Porvenir y "Señor de los Milagros".

en asentamiento humano Cruce el Millagro.

"Es la primera vez que se pone a disposición de los sectores más necesitados de los países del cono sur, con el fin de favorecer, especialmente a los niños en condiciones de miseria", afirmó el técnico suizo Jean Claude Pulfe, en un gesto muy emocionado.

Por su parte la presidenta de la Asociación para la Promoción de la Cultura y el Desarrollo del valle Jequetepeque, Elena Manrique señaló que de "esta manera, una vez más las madres de familia están poniendo de manifiesto su ardua lucha por la supervivencia de sus hijos en medio de la crisis en que se debate el país".

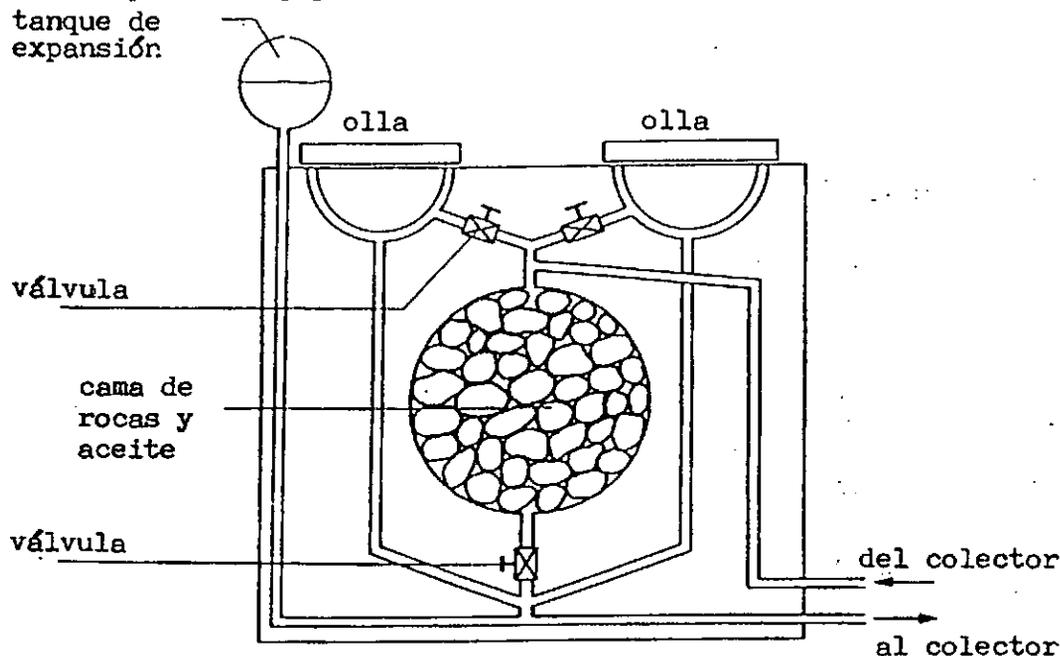
"Es una muestra de la arraigada solidaridad que existe en nuestros pueblos", enfatizó.

El Grupo de Energías Renovables de la FH Aachen en Jülich, Alemania, está realizando varios proyectos en cooperación con países como Brasil, Chile, Grecia, India, Indonesia, España y Tunesia cubriendo todo el campo de las aplicaciones de las fuentes de energía renovables como son termas solares, generadores fotovoltaicos y eólicos, biogas etc.

Entre sus actividades destaca el desarrollo de una cocina solar de alta eficiencia y funcionalidad cuyo principio se muestra en la figura. La energía solar es captada con un absorbedor de placa plana y llevada a un almacén térmico de una cama de rocas por medio de un circuito de circulación natural por gravedad (principio del termosifón). Como líquido de transporte se usa aceite de cacahuete, que alcanza unos 200 °C durante la operación.

Los alimentos se cocinan dentro de una olla con doble fondo que funciona como intercambiador de calor entre el aceite y los alimentos por cocinar. El aceite empieza a circular cuando se abre la válvula en el tubo de acceso. La circulación en este circuito también funciona por convección natural, aprovechando el efecto termosifónico.

Las ventajas de este diseño son su simple construcción, alta seguridad por trabajar a presión atmosférica, la posibilidad de almacenar el calor y cocinar en la noche y en las mañanas, buena funcionalidad (la operación es muy semejante a una cocina de gas o eléctrica) y una muy alta eficiencia que se logra con un aislamiento térmico mejorado. Con el prototipo de dos plazas con un colector de 2 m<sup>2</sup> de área, se ha logrado cocinar el almuerzo para hasta 15 personas [1].



Esquema de la cocina solar de la FH Aachen, Alemania

Contacto:

Prof. Dr. C. Schwarzer  
FH Aachen, Abt. Jülich  
Ginsterweg 1  
W-5170 Jülich, F.R.G.

Tel.: 0049-2461-689-177  
FAX.: 0049-2461-689-199

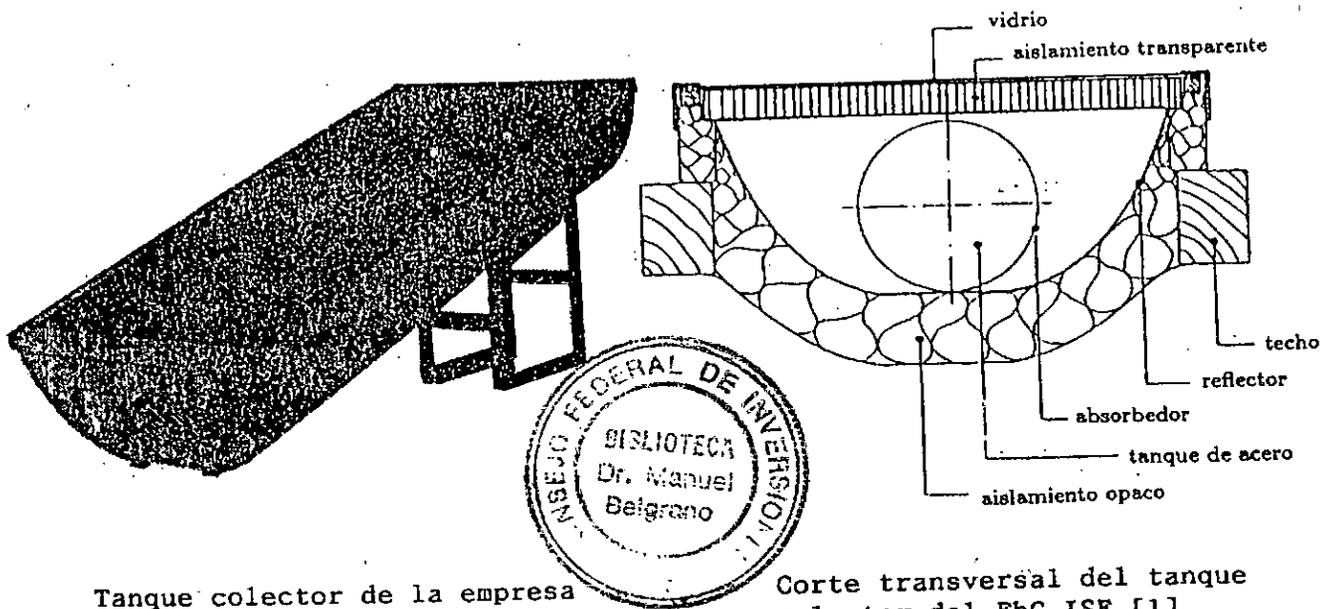
## TERMA SOLAR TIPO TANQUE COLECTOR DEL INSTITUTO FRAUNHOFER DE FREIBURG, ALEMANIA

El "Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme" (FhG-ISE) de Freiburg, Alemania, ha desarrollado un nuevo sistema termosolar para el calentamiento de agua que promete ser más simple y a su vez más eficiente que otros. El colector solar y el tanque de almacenamiento de agua están integrados dentro de un solo elemento (Integrated Collector Storage ICS). Las componentes más importantes son:

- un tanque metálico cilíndrico negro para el almacenamiento de agua caliente y como receptor de la radiación solar,
- un reflector de aluminio en forma de cicloide que refleja la radiación solar difusa y directa y la radiación infrarroja hacia el tanque,
- una cubierta consistente de una luna de vidrio y una lámina termoaislante transparente de policarbonato con estructura de panal de abejas,
- una caja de soporte con aislamiento opaco de espuma de poliuretano.

La lámina termoaislante transparente reduce drásticamente las pérdidas de calor a través de la superficie superior, sobre todo durante las horas de la noche, porque suprime casi completamente la convección de aire entre la superficie del tanque y la capa de vidrio. Esto permite una construcción muy simple de la terma solar sin tanque extra y sin la necesidad de equipo auxiliar de control eléctrico o bomba de circulación.

Con la licencia del FhG-ISE, la empresa Speedwave ha entrado en la fabricación en serie de un tanque-colector de 110 litros de capacidad con una superficie de 2 m<sup>2</sup> que es capaz de producir unos 300 litros de agua caliente al día. (fabricación en Alemania y en la República Dominicana).



Tanque colector de la empresa Speedwave

Corte transversal del tanque colector del FhG-ISE [1]

### Ventajas:

simple instalación  
sin tubería ni tanque extra  
no necesita control o electricidad  
compacto y fácil de transportar  
seguro contra heladas  
muy buena eficiencia  
requiere menos material

### Desventajas:

tanque expuesto a la intemperie  
requiere buena estructura del techo

# KIT CHAUFFE-EAU SOLAIRE K500 / K200

SYNOPSIS Route d'Oimet F-34700 LODEVE  
Tel: 33 / 67 44 04 10 Téléc: 202 139 RCINF (ATTN MG35 GRUPP)

## Présentation:

Le chauffe-eau solaire K500/K200 a été développé pour les besoins de collectivités (écoles, orphelinats, hôpitaux, etc...) situées dans des zones de déforestation avancée. Le principe de fonctionnement est simple: un champ de capteurs chauffe le contenu d'un réservoir par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur. La circulation du fluide ne nécessite pas de pompe (thermosiphon).

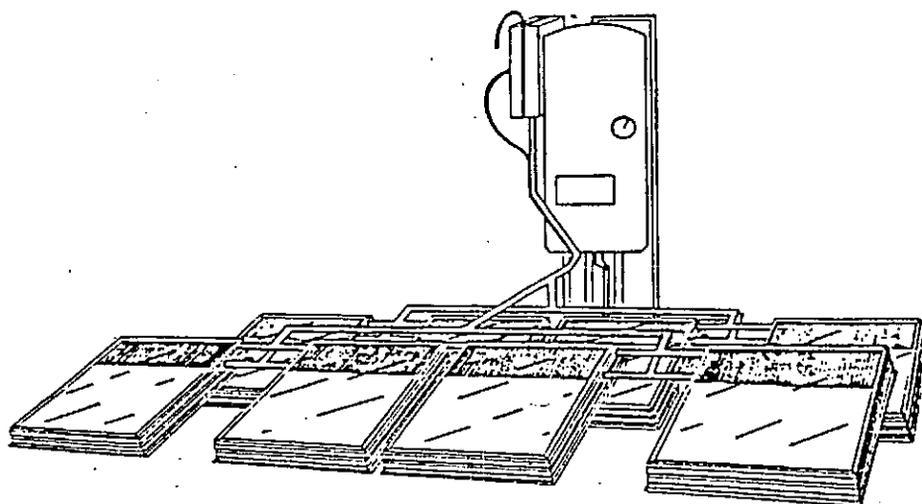
## Fiche technique:

Réservoir: acier traité contre la corrosion (plasti-zinc), 500 litres (K500) ou 200 litres (K200), isolé par de la laine de verre protégé par une bache plastique, supporté par une structure métallique scellée au sol.

Capteurs: 8 (K500) ou 4 (K200) modules PU4, avis CSTB n°  
Vitrage: verre trempé 4 mm  
Caisse: aluminium avec isolation polyurethane  
Absorbeur: MAXORB sélectif

Expédition: 5 kits K500 ou 8 kits K200 peuvent être conditionnés dans un container standard de 20 pieds

Performances: voir au dos



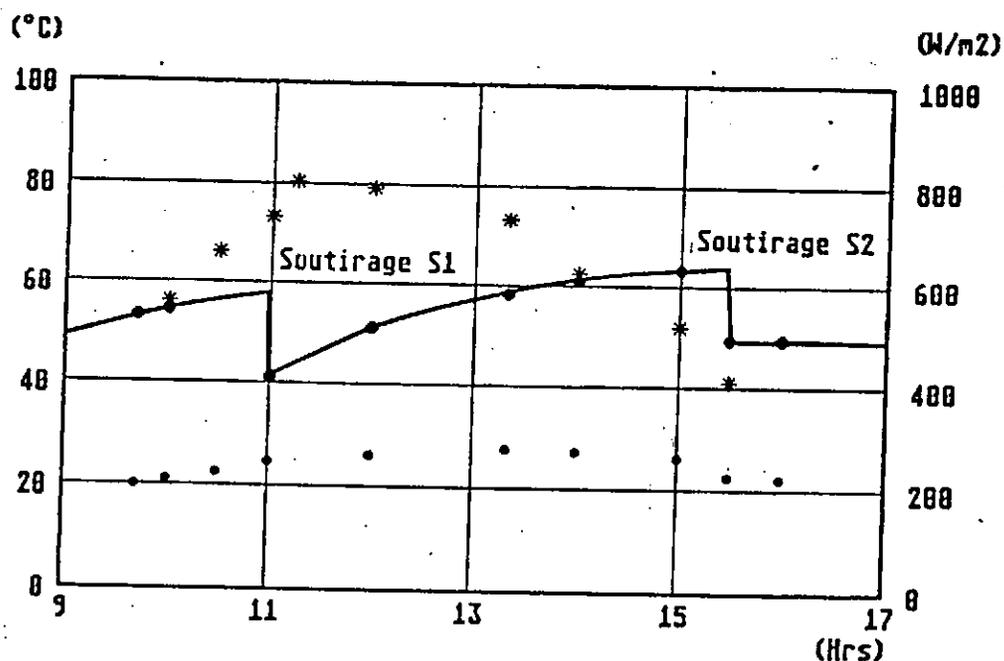
# KIT CHAUFFE-EAU SOLAIRE K500/K200

## Performances:

Enregistrées à Makalle (Ethiopie) le 28/12/87. Altitude 2062 m, température d'ébullition de l'eau: 92°C.

1er soutirage : 225 l à 54,5 °C

2ème soutirage : 225 l à 61,5 °C



- Température de l'eau dans le ballon
- Température ambiante
- \* Ensoleillement sur plan horizontal

## Entretien:

- Nettoyage des vitres des capteurs (une fois par semaine à une fois par mois)
- Vérification du remplissage du circuit de chauffe (une fois par an)

## Les chauffe-eau solaires Synopsis:

Synopsis travaille depuis 1978 dans la recherche, le développement et la mise en oeuvre de capteurs plans et de chauffe-eau solaires. Les kits K500 et K200 font partie des aboutissements de ces travaux.

Le capteur PU4 (brevet Synopsis) a été testé dans de sévères conditions. Dans de nombreuses installations, il est en service depuis 1984.

Cinq kits K500 ont été installés en Ethiopie avec A.I.C.F.

**SYNOPSIS** Route d'Olmet F-34700 LODEVE

Tel: 33 / 67 44 04 10 Téléc: 202 139 RCINF (ATTN MG35 GRUPP)

Synopsis est une association sans but lucratif (loi de 1901) fondée en 1977

# Solar Energy for Power Supply in Non-Electrified Regions



Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems

Promising and successful technologies based on renewable energy do exist, which could supply billions of people with electric power. We must face the fact that due to technical and economic constraints, most underdeveloped regions of both developing and industrialised countries will not gain access to centralised electricity grids. Instead, the off-grid power supply by electricity from sunlight, so-called photovoltaic (PV) energy will play an ever-increasing role for rural energy supply.

Basic needs and desires in the domestic sector are lighting and radio/TV communication. Public services like schools, health and community centres need electric equipment such as telephones etc. Water supply and disinfection are other essential requirements that need energy. PV energy can be the key to an environmentally friendly, sustainable and economical off-grid power supply.

## Our Institute

The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems has been at the forefront of research and development of solar energy for more than ten years. It is the largest solar research institute in Europe with more than 200 employees, financed by public and private sources.

The department for Photovoltaic Systems and Measurement Technology is the mediator between fundamental research and application in the field. We are involved in various national and international projects and joint ventures for grid-connected and off-grid applications of PV energy.

We are well aware that the introduction of new technologies affects not only technical aspects but also raises economic, social and organisational questions.

Therefore the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems founded an interdisciplinary group combining technical, social and economic expertise. We are all working together on the development, introduction and adaptation of renewable energy systems for remote regions.

In cooperation with local partners, the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems helps to create expertise in the countries where solar energy is applied. In joint projects, experience is gained and project results are evaluated scientifically.

Local partners may be research institutes, universities, electric utilities, government and non-government organisations.

## Technical Quality Issues

The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems develops PV product and systems. Our priority is the definition and implementation of quality recommendations that meet the stringent conditions for off-grid applications. The technical products must be user-friendly, highly reliable and durable. Low investment costs, low maintenance, high safety standards according to international organisations, environmental friendliness and recycling ability are important requirements as well.

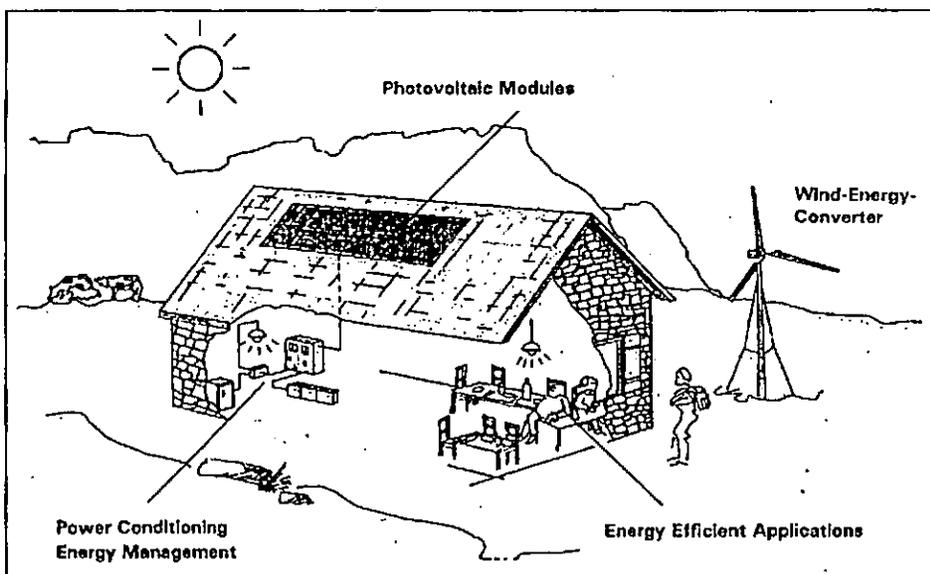
Comprehensive experience in testing and developing components for photovoltaic systems lead to the development of quality requirements and standardised test procedures.

The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems has developed and tested appliances and components for small scale PV systems including electronic ballasts, refrigerators, water pumps, charge regulators, battery state-of-charge indicators and inverters for remote applications. A European market review of low voltage DC appliances was conducted at our institute.

One of the world-wide leading Photovoltaic calibration laboratories is based at our institute. A special laboratory for development and testing of low voltage DC components was set up recently.

## Planning and Implementation

The adaptation of a product, developed in the laboratory, to its application under real-world conditions is a long process. The involvement of the users, producers and suppliers in the countries where the products are applied is essential. Our aim is to use locally produced components wherever possible. We want to actively accompany the local industry during the whole process of the system's production, installation and maintenance. The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems can initiate joint ventures between European and local partners.



*This hybrid solar and wind system for a remote mountain lodge in the Alps was planned and realised by the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. Energy management by microcomputer control, energy efficient appliances and conscious energy saving by the users are indispensable components of a complex renewable energy supply system.*

The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems conducts resource assessment, site and feasibility studies. We help local partners to plan, implement and evaluate pilot and demonstration projects. Also, the evaluation of existing projects falls within the scope of our activities.

The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems has cooperated since 1993 with a technical University in Argentina. Within this project, a village in rural Argentina was supplied with individual photovoltaic systems.

In Nepal, a resource study at the village level was conducted by our institute and a spontaneous market development of Solar Home Systems growing from the consumers own initiative was investigated.

Various hybrid systems for remote houses in the Alps, including energy demand management, have been installed together with the German Mountaineering Club (DAV) and the German industry.

## Scientific Cooperation and Training

A sustainable development of renewable energy requires the strengthening and broadening of existing human expertise in the countries involved.



*Meeting in Argentina: In an interdisciplinary working group we plan and organise projects and training units together with local partners.*

Therefore the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems arranges training courses on PV energy resources, system technology and application experience.

These courses are adapted to special target groups such as decision makers, planners, technicians or scientists.

Our institute may help to organise 'training on the job' for guest scientists, who want to become involved in joint research or technical development projects. Our institute may help to establish local expert centres and support the planning, purchasing, installation and operation of photovoltaic laboratories.

Our experience to date: We have organised and conducted training courses for photovoltaic applications within Germany and within programmes of the European Union. These courses are strongly orientated toward practical needs.

The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems has organised various international conferences on renewable energy in Germany and abroad.

## Contact

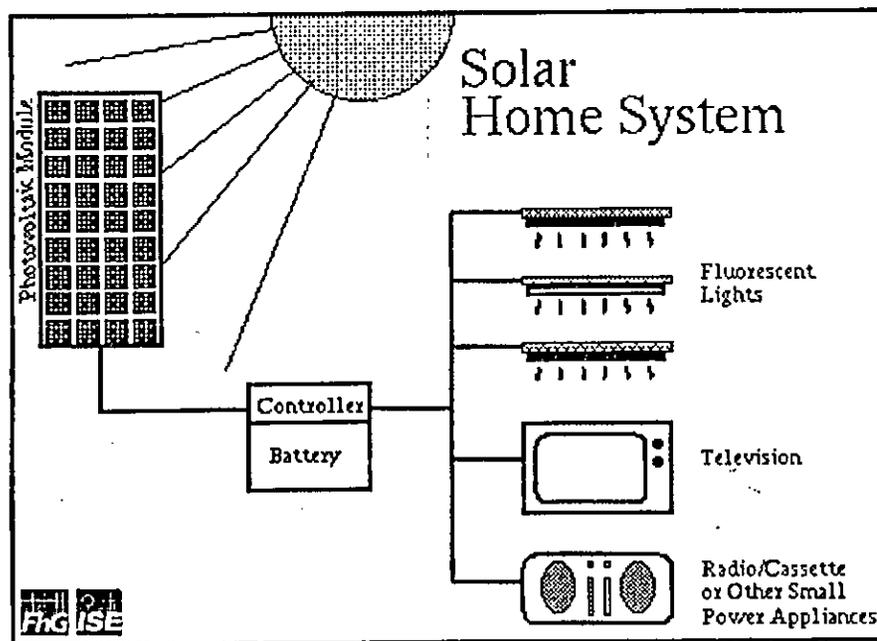
We look forward to your proposals for joint projects. We have to make clear, however, that the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems is not provided with any funds for international cooperation. Each individual project will need full financing from other sources.

For information please contact:

Dr. H. Gabler or  
Dipl.-Ing. K. Preiser,  
Department of Photovoltaic Systems  
and Measurement Technology,

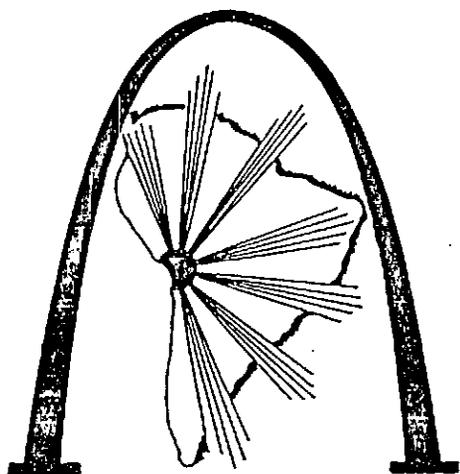
Fraunhofer Institute  
for Solar Energy Systems,  
Oltmannsstr. 5,  
79100 Freiburg,  
Germany,

Tel.: +49-761-4588-216  
Fax: 49-761-4588-217



*A typical Solar Home System for private owners provides light and power for TV and Radio. It is estimated that several million people worldwide enjoy the modern energy services provided by Solar Home Systems.*

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA



# CERT-NEWS

CENTRO DE ENERGÍAS RENOVABLES  
DE TACNA-PERU

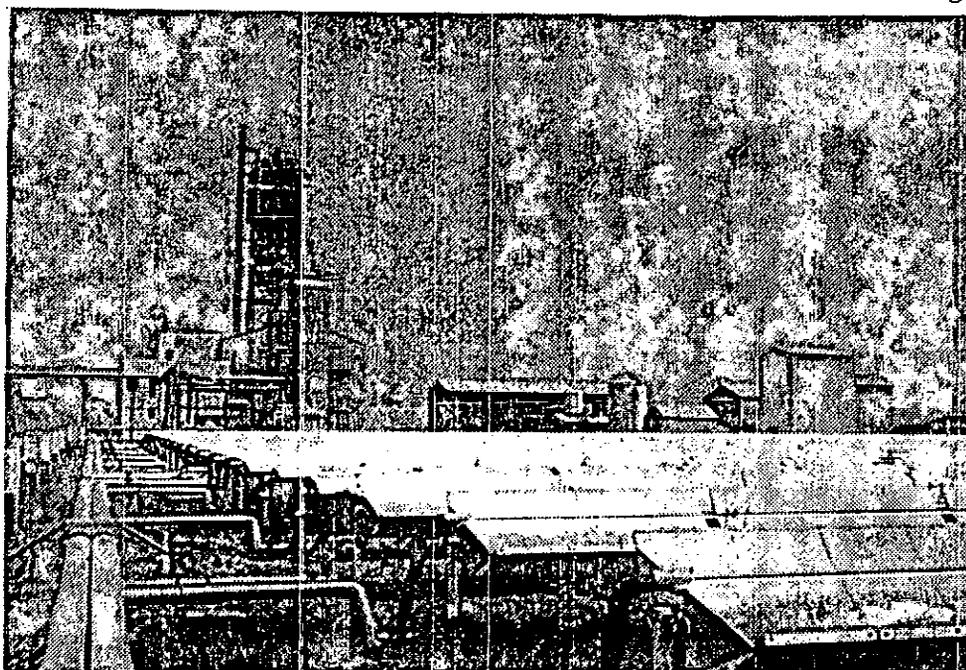
APARTADO 326

TACNA-PERU

Número 2/94

Nº 7

Agosto 1994



- Avances del CERT (CERT) .....	1
- Actividades Nacionales e Internacionales en Energías Renovables.....	4
- TRNSYS, un programa de simulación para Sistemas Transientes, Parte II: BID y PRESIM (A. Knirsch, M.Schuler, TransSolar, Alemania).....	20
- Agroenergética: Una opción Alternativa de la Agricultura Actual (J. Fernández Gonzalez, Universidad Politécnica de Madrid).....	27
- Enunciado Ambiental del Segundo Principio de la Termodinámica, Aplicación a las Energías Renovables (C. Gómez Camacho, Universidad de Sevilla).....	41
- Energía para el Mundo: Un Plan de Acción Fotovoltaico Mundial, (Wolfgang Palz, Comunidad Económica Europea(CEE)).....	49
- Bibliografía Recomendada.....	57
- Revistas.....	60
- Eventos.....	61
- Cursos y Talleres.....	66
- Noticias.....	67

ESTABLECIMIENTO ALEMAN DE INVESTIGACION AERESPACIAL (DLR)

Instituto de Termodinámica Técnica  
Departamento de Análisis de Sistemas  
y Evaluación de Tecnologías

Stuttgart - Alemania

Metas y Objetivos

En el Departamento de Análisis de Sistemas de Evaluación de Tecnologías (STB) se están realizando en primer lugar investigaciones respecto a Sistemas Energéticos Avanzados. En el futuro, el abastecimiento energético no podrá ser restringido a la satisfacción suficiente y económica de las necesidades energéticas, sino deberá ser modificado de tal manera que criterios como la protección de recursos, la compatibilidad ambiental, la minimización de riesgos y la compatibilidad internacional sean considerados debidamente.

Los siguiente elementos jugarán un rol clave:

- \* El uso racional de la energía por el consumidor y la conversión eficiente por medio de procesos de cogeneración, así como la reducción de la demanda energética (p.e. por medio de aislamiento mejorado de edificios).
- \* La integración de productores y usuarios locales en el proceso de optimización (conceptos energéticos locales y regionales).
- \* El aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables y la integración de éstas en los sistemas de abastecimiento locales.

Las ventajas del uso de las nuevas tecnologías, pero también sus implicaciones y posibles desventajas, así como los posibles caminos de introducción a los sistemas de abastecimiento convencionales deberán ser examinados y descritos detalladamente, con el fin de encontrar métodos científicos para derivar decisiones y recomendaciones fundadas.

El Departamento de Análisis de Sistemas y Evaluación de Tecnologías realiza para éstos fines los siguientes trabajos:

- \* Análisis tecno-económico y ecológico de los aspectos energéticos en el marco comunal, nacional e internacional.
- \* Determinación de la demanda, de potenciales y de estrategias para la penetración de mercados para sistemas energéticos solares.
- \* Examen de los obstáculos y de las consecuencias de la introducción de sistemas energéticos solares, comparación de

alternativas viables; presentación de recomendaciones respectivas.

- \* Apreciación de actividades actuales y futuras respecto a su importancia tecnológica y económica. Concepción de proyectos de investigación para la DLR.
- \* Simulación numérica y análisis de implementación, para encontrar parámetros y configuraciones óptimas y para identificar potenciales y costos de los sistemas energéticos futuros, así como para describir en forma de modelos matemáticos los aspectos complejos del acoplamiento a los sistemas de abastecimiento convencionales.
- \* Estrategias de Implementación y estudios de impacto de las nuevas tecnologías, para poder derivar datos concretos sobre posibilidades de implementación en el mercado, y los requerimientos básicos a las tecnologías solares y para poder derivar cuales de las condiciones económicas, estructurales, administrativas y políticas son decisivas y qué clase de consecuencias deberán esperarse.
- \* Estudios y análisis como apoyo a los trabajos de investigación científica con el fin de promover nuevos trabajos de investigación y desarrollo y enfatizar nuevos campos de acción para la DLR.

#### Proyectos Selectos

- Identificación de requisitos y consecuencias de estrategias de implementación de una economía energética basada en hidrógeno.
- Comparación sistemática de costos de plantas helioeléctricas de diferente tipo y su potencial en el área del Mediterráneo.
- Conceptos de abastecimiento energético comunales.
- Potenciales del desarrollo de tecnologías específicas (p.e. calefacción solar, plantas de biogas, etc.)
- Abastecimiento energético en zonas rurales en países con alto nivel de radiación solar.
- Necesidades de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Energéticas Solares.

#### Actividades desde 1988

- \* Estudio "Energías Renovables para Baden-Württemberg", para el gobierno estatal (1987/1988).
- \* Estudios de caso "Colectores Solares y Calefacción Comunal", "Centrales helioeléctricas" y "Almacenamiento de Energía mediante Hidrógeno" para la Comisión Enquete "Apreciación y Evaluación de Tecnologías" del Deutscher Bundestag (Parlamento Alemán) (1989).

- \* Estudio Técnico "Condiciones y Consecuencias de una Estrategia de Desarrollo para una Economía Solar con Hidrógeno" para la Comisión Enquete "Consecuencias de las Tecnologías y su Evaluación " del Parlamento Alemán (1989).
- \* Comparación sistemática de costos de plantas helioeléctricas (1990).
- \* Abastecimiento energético para una isla brasileña (Proyecto Fernando de Noronha, 1990).
- \* Abastecimiento Energético en el Futuro - Uso Racional de la Energía y Fuentes Renovables" (Libro, 1990).
- \* Apoyo Científico en la Construcción de una Planta Solar de Hidrógeno en Alemania y Arabia Saudita (Proyecto HYSOLAR, desde 1985 en operación).
- \* Comparación de Sistemas y Potenciales de Instalaciones Solar-térmicas en la Región del Mar Mediterráneo (1991).
- \* Concepto de Abastecimiento Energético para la Ciudad de Güstrow, "Güstrow 2000" (1991 y 1993).
- \* Requerimientos de Desarrollo e Investigación para las Tecnologías Energéticas Solares (1991).
- \* Importancia y Aplicaciones de Tecnologías que aprovechan el Hidrógeno (1992).
- \* Obstáculos para la Introducción de Plantas de Biogas (1992/93).
- \* Participación en el proyecto IKARUS en los campos "Calefacción Solar Comunal" e "Importación de Energía Solar" (1993).
- \* Integración de Fuentes Energéticas Renovables en el Abastecimiento Energético de la Ciudad de Rottweil (1992).
- \* Conceptos Energéticos para la Ciudad de Saarbrücken; Contribuciones de la cogeneración y de las Energías Renovables (1993).
- \* Potencial Económico explotable de la Cogeneración en Baden-Württemberg; para el Ministerio de Economía (1994).

#### Algunas Publicaciones selectas

- \* J. Nitsch, "The Global Potential of Renewable Energy Sources", en Structural Engineering International, Vol.4, Nº 2, Mayo 1994.
- \* H.Dienhart, G.Hille, "Economic Analysis of Hybrid System for Decentral Electricity Generation in Developing Countries".Proc. 11th European PV Solar Energy Conf., Montreux, 12-16 Oct. 1992.

## **SOLAR ELECTRICITY SEMINAR**

- Subject:** A comparative view of technologies, economy and environmental aspects of solar electricity generation
- Target Groups:** Decision Makers, Engineers, Utilities, Energy Consultants
- Subjects:** Parabolic Trough Concentrating Collectors  
Central Receiver Systems (Power Tower)  
Parabolic Dish with Stirling Engine  
Convective Chimney Power Plant  
Solar Pond Power Plant  
Photovoltaic Systems
- Contents:**
- Fundamentals:  
Heat transfer (Radiation, Convection, Conduction);  
Concentration of Solar Radiation; Thermodynamic  
Power Cycles; Semiconductors;
  - Technology:  
Principles, Materials, Production, History, Status;
  - Economy:  
Specific Investment Cost; Levelized Electricity Cost,  
Cost Structure;
  - Environmental Aspects:  
CO<sub>2</sub>-Emissions, fossile reserves; potentials of  
renewables, energy payback time;
  - Conclusions:  
Solar Thermal vs. Photovoltaics; Applications,  
Strategies, Prognostics;
  - Practical Part:  
Workshop: Feasibility of Solar Electricity Generation  
in the area;  
Simple experiments demonstrating the principles of  
each technology;
- Duration:** 40 - 60 hours, 1 -2 weeks
- Contact:** Dr. Franz Trieb  
Division of System Analysis and Technology  
Assessment (STB) in the  
Institute of Technical Thermodynamics (ITT) of the  
German Aerospace Research Establishment (DLR)  
Pfaffenwaldring 38-40  
70569 Stuttgart - Germany  
Tel: +49-711-6862-423 Fax.: +49-711-6862-783



Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V.  
Schwerpunkt: Energietechnik  
Institut für Technische  
Thermodynamik

Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung (STB)

## **CENTRALES HELIOELECTRICAS: TECNOLOGIA, ECONOMIA E IMPACTO AMBIENTAL**

Franz Trieb, Helmut Klaiß

Vortrag, Congreso Internacional de Energías Renovables SENESE VIII  
5. bis 7. Oktober 1994, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile

**Stuttgart, Juli 1994**

CENTRALES HELIOELECTRICAS:  
TECNOLOGIA, ECONOMIA E IMPACTO AMBIENTAL

Franz Trieb, Helmut Klaiß

Establecimiento Alemán de Investigación Aeroespacial (DLR)  
Instituto de Termodinámica Técnica  
Departamento de Análisis de Sistemas  
y Evaluación de Tecnologías (STB)  
Pfaffenwaldring 38-40  
70569 Stuttgart, Alemania  
Teléfono: +49-711-6862 423  
Telefax : +49-711-6862 783

RESUMEN

La mayoría de las Centrales Helioeléctricas usan Sistemas Concentradores para la captación de la radiación solar y un ciclo de potencia termodinámico para la conversión de la energía calorífica en fuerza; finalmente, un generador eléctrico acoplado produce electricidad. Los tipos de plantas helioeléctricas más comunes son : 1. el Concepto Granja con colectores cilindro-parabólicos conectados modularmente, 2. el concepto de la Torre Solar con un campo de reflectores (Heliostatos) que dirigen la radiación solar hacia una torre receptora central, 3. los módulos integrados Disco/Stirling con un motor de aire caliente tipo Stirling o una turbina de gas colocada en el foco de un receptor parabólico circular, 4. el Concepto de Chimenea Solar que consiste de un generador eólico colocado dentro de una chimenea que recibe el flujo ascendente de aire caliente de un invernadero muy extenso, 5. las Pozas Solares de gradiente salino con un ciclo de potencia Rankine y finalmente 6. los Sistemas Fotovoltaicos basados en celdas semiconductoras que convierten directamente la radiación solar en energía eléctrica.

En el presente trabajo se da una vista global de los aspectos tecnológicos (funcionamiento, eficiencias, rangos de potencia), de los aspectos económicos (inversión y costos de la energía) y de algunos aspectos medioambientales (reducción del CO<sub>2</sub> y otros contaminantes) y se presentarán algunos ejemplos de plantas realizadas. Además se demostrarán las posibilidades y limitaciones de éstas tecnologías para la electrificación central/ decentral en los países con alto nivel de insolación.

INTRODUCCION

La Tabla 1 muestra el desarrollo de la demanda energética mundial hasta el año 2010 /1/. Se nota que entre las energías renovables, solamente la hidráulica y la biomasa (como energía no comercial) juegan un rol significativo en éste balance. Sin embargo, ésta situación debe cambiar drásticamente en el futuro, ya que el consumo de los combustibles fósiles libera contaminantes como el CO<sub>2</sub>, un gas que es responsable por el

efecto invernadero y el sucesivo calentamiento de la atmósfera terrestre. El segundo problema de los energéticos convencionales es que son limitados, y la mayoría de ellos no alcanzarán por más que para el próximo centenio (ver Tabla 2). El incremento del consumo energético se debe principalmente a la explosión demográfica y al aumento del consumo específico per capita en los países en desarrollo, mientras que en los países industrializados se registra una estagnación de ambos factores. Por el otro lado, 75% de la energía total se consume en los países industriales, y solamente 25% en el resto del mundo.

Tabla 1: Demanda anual energética mundial en EJ ( $10^{18}$  J), de 1989 a 2010; Energía primaria comercial, según /1/, sin la biomasa, que se estima ser un 10-15% del consumo mundial total

Año:	1989		2000	2010
Petróleo	132,0	38%	155,5	172,3
Carbón	95,2	28%	120,5	145,7
Gas Natural	72,7	21%	97,8	122,2
Energía Hidráulica	22,4	7%	32,2	43,7
Energía Nuclear	19,2	6%	24,7	32,0
Suma	341,4	100%	430,6	515,9

El Concejo Intergubernamental en Cambios Climáticos (Intergovernmental Panel on Climatic Change IPCC) considera necesaria una reducción de la producción mundial del CO<sub>2</sub> de 1 a 2% por año, o sea del 15 al 30% hasta 2010, para evitar el calentamiento excesivo de la atmósfera terrestre. Algunos países se han comprometido durante la Conferencia Mundial del Medio Ambiente en Rio de Janeiro a alcanzar ésta meta. Otros han desistido, a pesar de que los cambios climatológicos ya se notan claramente en la actualidad (p.e. desecación de lagos grandes como el Aral (Rusia), Titicaca (Peru, Bolivia), reducción de los glaciares y extensión de los desiertos a nivel mundial).

El esfuerzo de los países industrializados de reducir su consumo mediante tecnologías mejoradas, uso racional de energía y la aplicación de las fuentes renovables, es más que compensado por el crecimiento del consumo en los actuales países en desarrollo en su afán de alcanzar un estándar de vida mayor. Esta situación constituye un reto vital para la humanidad. Por un lado, los países industrializados deben reducir drásticamente su consumo energético, por el otro, los actuales países en desarrollo deben evitar llegar al mismo volumen de producción de CO<sub>2</sub> que los industrializados, sin entorpecer su camino hacia un estándar de vida mejor.

Un camino viable para alcanzar ésta meta y para crear y mantener condiciones de vida dignas para toda la humanidad implica 1. la reducción del consumo energético por medio de tecnologías más eficientes y métodos del uso racional de la ener-

gía, 2. la producción de energéticos más eficiente y compatible con el medio ambiente y 3. el aprovechamiento extensivo de las energías renovables. La tecnología nuclear, produciendo solamente un 6% del consumo energético mundial, en un lapso de operación de solamente 40 años ha creado problemas sin solución como la acumulación de los desechos radiactivos y catástrofes como la de Tschernobil, y no puede ser más que un apoyo aditivo en la transición hacia una economía energética nueva.

El potencial técnico del aprovechamiento de la energía solar directa se considera casi 2 veces mayor que la actual demanda energética mundial (Tabla 2), en contraste a las otras fuentes renovables, cuyos potenciales individuales son del 20 al 55% respectivamente. Un 20% de la electricidad solar en 1993 fué producido por sistemas fotovoltaicos, un 80% por plantas helioeléctricas de tipo granja instaladas en California (USA).

A continuación daremos una vista global de los aspectos tecnológicos, económicos y medioambientales de los principales conceptos de generación de electricidad solar. Los datos más importantes se resumen en la Tabla 2 para éstos y otros sistemas renovables así como para centrales convencionales. Las plantas helioeléctricas se distinguen por su rango de potencia, el grado de concentración de la radiación  $C$ , su temperatura de operación  $T[^\circ\text{C}]$  y en su eficiencia promedia anual. Los colectores concentradores ( $C>10$ ) solamente aprovechan la radiación directa, mientras que los sistemas no concentradores ( $C=1$ ) pueden aprovechar radiación directa y difusa.

#### 1. El Concepto Granja con Concentradores Cilindro-Parabólicos (Fig.1)

En éste sistema se usan canales reflectores de perfil parabólico para concentrar la radiación solar en un tubo absorbedor que se encuentra en la línea focal del reflector. El líquido caloportador es generalmente un aceite con alto punto de ebullición. El circuito de aceite puede contener un almacén con capacidad para 3 a 6 horas de operación, para amortiguar fluctuaciones en la radiación. El calor pasa a través de un intercambiador al circuito de trabajo, que generalmente es un ciclo de potencia termodinámico convencional, en el cual se genera vapor para accionar una turbina/generador. Debido al mecanismo de seguimiento unidimensional, el grado de concentración ( $C=60$ ) y en consecuencia la temperatura de operación ( $T<400^\circ\text{C}$ ) son relativamente bajas, por lo cual las eficiencias de colección y del ciclo termodinámico son bajas y en consecuencia la eficiencia anual (Energía solar/Energía eléctrica) es de solamente 8-12%. Los sistemas de granja y torre solar trabajan más económicamente como sistemas híbridos con 40-60% de participación de combustibles fósiles, lo que reduce considerablemente los costos energéticos por kWh y mejora la eficiencia total a 15-20%.

En California operan 9 plantas del tipo SEGS (Solar Electric Generating System) con 355 MW de potencia instaladas en la red pública. Actualmente se está realizando un estudio de factibilidad de plantas de 80 MW (SEGS) y 135 MW (ISCCS Planta

Tabla 1: Comparación de aspectos técnicos, económicos y medioambientales de la generación eléctrica

Rango de Potencia	Eficiencia de Conversión [%]	Costo de Capital [US\$/kWe]	Costo de Energía [US\$/kWh]	Emisión de CO2 **** [kg/MWh]	Emisión de otros *** [kg/MWh]	Potencia eléctrica instalada [GW]	Reservas [años]	Potencial, % del consumo energético total mundial
-------------------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------	---

Plantas Helieléctricas que aprovechan la Radiación Directa

Granja °	30-100 MW	12 - 15	3200 (2500)	0.15 (0.09)	(70)	0	infinito	175, inclusive colectores solares térmicos
Torre Solar °°	30-200 MW	12 - 15	3600 (2200)	0.19 (0.08)	(50)	0	infinito	
Disco/Stirling	7.5-50 kW	16 - 20	8150 (2700)	0.60 (0.16)	(60)	0	infinito	

Plantas Helieléctricas que aprovechan la Radiación Directa y Difusa

Chimenea	50 kW-100 MW	0.5 - 1.0	5400 (3800)	0.22 (0.19)	(40)	0	infinito	175, inclusive colectores solares térmicos
Poza Solar	0.1 - 5 MW	0.5 - 1.3	3500 (2500)	0.18 (0.12)	(30)	0	infinito	
Fotovoltaico	0.1 kW - 100 MW	6.0 - 10.0	12000 (4100)	0.75 (0.20)	(200)	0	0.080 °°°	

Otras Fuentes Energéticas Renovables

Hidroenergía	5 kW-500 MW	60 - 85	1700 - 6000	0.03 - 0.15	(5 - 10)	0	infinito	6 (actual) - 30
Biomasa	1 - 10 MW	15 - 35	1200 - 2500	0.08 - 0.30	700	1.5	infinito	13 (actual) - 55
Geotermal	0.1 - 900 MW	10 - 15	1500 - 2500	0.04 - 0.10	(30)	0	largo plazo	19
Eólica	0.1 kW-1.2 MW	15 - 35	1200 - 3000	0.08 - 0.16	(5 - 10)	0	infinito	30

Centrales Eléctricas Convencionales

Carbón	100-700 MW	36 - 40	1100 - 1500	0.08 - 0.11	1000	1.8	90 - 450	25 (actual)
Nuclear	1300 MW	32 - 35	2000 - 3000	0.07 - 0.12	(50)	0.15 *	46 - 80	5 (actual)
Gas natural	10 - 500	33 - 49 **	600 - 2500	0.09 - 0.15	650/450 **	1.2	35 - 110	18 (actual)
Petróleo	10 - 500	30 - 35	600 - 2500	0.09 - 0.15	750	1.5	30 - 80	33 (actual)

Referencias: [1] - [8]

\* desecho radiactivo, \*\* ciclo combinado, \*\*\* CO, NOx, SO2, polvo, \*\*\*\* paréntesis: emisión durante construcción  
 ° valores en paréntesis: meta para 2010; °° operación híbrida con 38% de fósiles; °°° sin micro-aplicaciones

Híbrida Solar/Gas con un ciclo combinado vapor/gas) para la Región del Mediterráneo (España, Maruecos) participando la empresa ENDESA, Madrid, CIEMAT e INITEC en España, CER Maruecos, y ZSW y DLR por parte de Alemania. Las componentes solares serán fabricadas por la empresa Flachglas Solar-technik, Alemania. El Grupo SOLEL en Jerusalem y el Department of Energy (DOE) en Washington, están en negociaciones para plantas de 30 MW SEGS en Israel, y 2x80 MW, 2x100 MW en Nevada, respectivamente.

## 2. Concepto de la Torre Solar (Receptor Central, Fig.2)

En éste concepto, la radiación solar es concentrada en la punta de una torre por medio de un campo extenso de reflectores singulares (heliostatos), que llevan un mecanismo de seguimiento bidimensional. En la torre se encuentra la apertura de un absorbedor que puede ser de tubos o de cavidad. El medio caloportador puede ser sal fundida, aire o vapor directamente generado en el absorbedor. La concentración y la temperatura de operación es muy alta, por lo que se alcanzan eficiencias de 15% anuales. Existe un alto potencial para la reducción de gastos de inversión en el diseño del receptor y de los heliostatos. La planta más conocida, SOLAR ONE en Barstow, California, actualmente está en renovación reemplazando el circuito de vapor por uno de sal fundida (SOLAR TWO) para preparar una nueva generación de plantas de 100 a 200 MW. En la Plataforma Solar de Almería (PSA), España, se está desarrollando un receptor volumétrico de aire (PHOEBUS). Además se están probando heliostatos más ligeros y económicos de membranas metálicas. Una planta PHOEBUS de 30 MW se instalará en breve en Jordania.

## 3. Sistemas Disco/Stirling (Fig.3)

Estas unidades usan reflectores parabólicos de 10 a 17 m de diámetro con un receptor en el punto focal, que puede ser un motor de aire caliente Stirling para la generación directa de electricidad o un absorbedor común de gas o vapor, si se trabaja con un circuito externo y una turbina de gas/vapor convencional. Los sistemas Stirling son especialmente interesantes para instalaciones descentrales pequeñas de aprox. 10 kW, pero también existen plantas con un gran número de éstas unidades formando una central grande tipo granja. Se usan reflectores tipo membrana metálica. Desde 1992 operan 3 unidades de 9 kW producidas por Schlaich, Bergermann u. Partner (SBP), Alemania, en la Plataforma Solar de Almería; investigaciones con diseños semejantes se realizan en Japon (Aisin Seiki Miyako) y USA (Cummins Power Generation, Indiana). Plantas mayores tipo granja operan en Sulaibyah, Kuwait (153 kW) y Shenandoa USA (400 kW).

## 4. Chimenea de Convexión (Fig.4)

La energía solar se colecta mediante un invernadero muy extenso con cobertura transparente, base negra y abierto por los

lados laterales. En el centro se encuentra una chimenea. Por convección térmica del aire dentro del invernadero, éste sale por la chimenea y es reemplazado por aire ambiental, originándose en la chimenea un flujo de aire con alta velocidad que se puede aprovechar mediante un generador eólico con eje vertical para producir electricidad. Un prototipo de 50 kW ha sido construido y operado en Almería, España, demostrando bajas eficiencias de conversión ( $< 0.1\%$ ) pero alto potencial económico para unidades de 30 MW y mayores. El sistema ha sido dañado y desmantelado después de un torbellino en 1991.

#### 5. Poza Solar de Gradiente Salino (Fig.5)

Como colector solar se usa un estanque extenso de baja profundidad (3m) y fondo negro que se rellena con capas de agua salina de diferente concentración, aumentando el grado de salinidad de arriba hacia abajo. Por el alto peso específico del agua del fondo (por el alto contenido de sal) se suprime la convección térmica en el estanque en el momento de recibir la radiación solar (a pesar de calentarse a  $90^{\circ}\text{C}$ , el agua caliente queda en el fondo). Las capas de agua superiores se mantienen frías y funcionan como un aislamiento transparente. Así, el pozo funciona como un colector solar plano de construcción muy simple y económica. El agua del fondo es extraída y su contenido de calor es pasado a un ciclo de potencia termodinámico por medio de un intercambiador/evaporador. Generalmente, se usa un ciclo Rankine con un medio de trabajo orgánico de bajo punto de ebullición, o agua al vacío. Debido a la difusión vertical de sales, evaporación del agua y movimiento de olas, la estratificación del tanque se debe renovar periódicamente. La planta más grande de 5 MWe con una superficie de  $250000\text{ m}^2$  es operada en Beit Ha'Arava, Israel. Una planta de  $3350\text{ m}^2$  de 70 kW de potencia opera en El Paso, USA.

#### 6. Sistemas Fotovoltaicos

La generación de electricidad fotovoltaica se basa en las celdas fotovoltaicas semiconductoras, generalmente de Silicio, que se reúnen en paneles de 20 a 100 W de potencia. Para la construcción de plantas mayores, se suelen crear grupos modulares conectando los paneles en serie y paralelo de tal modo que producen unidades de mayor voltaje y potencia. Cada grupo se provee de un inversor para transformar la corriente continua producida por los paneles en corriente alterna apta para la red pública. Varios grupos se reúnen en un conjunto mayor el cual se conecta a la red de alta tensión mediante un transformador. A nivel mundial existen varias plantas grandes, siendo la mayor la de Carrisa, USA, de 6.5 MW. Actualmente se está instalando una planta de 1 MW en Toledo, España. Por su estructura modular basada en unidades pequeñas, ésta tecnología es especialmente interesante para minisistemas descentrales en zonas rurales, donde la conexión a la red nacional de electricidad no es económicamente viable. Anualmente se producen unos 60 MW fotovoltaicos, de los cuales 16% se usan para electrificación rural, 5% para alimentar la red y 2% en programas gubernamentales de desarrollo, mientras que el resto

se emplea para micro-aplicaciones como telecomunicación (30%), electrónica (28%), bombeo (10%), tránsito y otras (9%).

## CONCLUSIONES

Entre las energías renovables, el uso directo de la radiación solar para la generación de electricidad tiene el más alto potencial para satisfacer las necesidades energéticas de la humanidad, pero actualmente, debido a su escasa difusión, es la de mayor costo de inversión. Por ésta razón, su implementación (y la de las otras fuentes renovables) en la economía energética mundial dependerá no solamente de cuestiones estrictamente económicas, sino también de la voluntad política de reducir los daños causados a nuestra planeta y de salvar recursos para las generaciones futuras. Nuestro sistema económico global no tiene mecanismos inherentes para reaccionar a tiempo al reto que se presenta hoy. A largo plazo, las energías renovables y sobre todo la energía solar directa son la única solución viable para realizar una economía energética sustentable y compatible al medio ambiente. Los altos costos específicos de éstas tecnologías muestran también la importancia del uso racional de la energía en una economía energética moderna.

Las plantas helioeléctricas pueden contribuir a la electrificación en todos los países con alto nivel de radiación solar. Mientras que los sistemas fotovoltaicos tienen su aplicación inmediata en la electrificación rural por medio de minisistemas descentralizados, las plantas solartérmicas abastecen la tecnología para centrales mayores para la electrificación comunal rural y urbana.

Sistema	Ventajas	Desventajas
Granja	operación híbrida, estatus avanzado, posible cogeneración	alto requerimiento de materiales, tuberías;
Torre	operación híbrida;	activación lenta;
Disco	alta eficiencia; unidad modular;	alto costo;
Chimenea	almacén integrado;	alto requerimiento de espacio; muy baja eficiencia;
Poza	estructura económica; almacén integrado;	gradiente salino inestable muy baja eficiencia; control delicado;
Fotovolt.	diseño modular, sin partes móviles;	alto costo; baja eficiencia

## REFERENCIAS

- /1/ K.Eckerle, P.Hofer, K.P.Masuhr; ENERGIEREPORT 2010; PROGNOS Institut, Stuttgart 1992
- /2/ C.J.Winter, R.L.Sizmann, L.L. vant Hull (Eds.); SOLAR POWER PLANTS; Fundamentals, Technology, Systems, Economics; Springer Verlag, Berlin, Germany, 1991
- /3/ M.Becker; Solar Thermal Power Stations - Technical and Economical Potential; 6th College of EUREC-Members, Roskilde, Denmark 1994
- /4/ Pacific Power Services; Solar Thermal Technology: A Technology Survey, Status and Trends, Sydney, Australia, 1994
- /5/ W.Hulscher, P.Fraenkel; THE POWER GUIDE, An International Catalogue of Small-Scale Energy Equipment; Intermediate Technology Publications, London 1994
- /6/ A.Voß; Die Zukunft der Stromversorgung, Stuttgart 1992
- /7/ D.Ancona, R.Loose, J.Cadogan; The United States Wind Energy Program in a Decade of Change; EC Wind Energy Conference, Lübeck, Germany 1993
- /8/ D.Lindley; Wind Energy - Where are we now?; EC Wind Energy Conference, Lübeck, Germany 1993

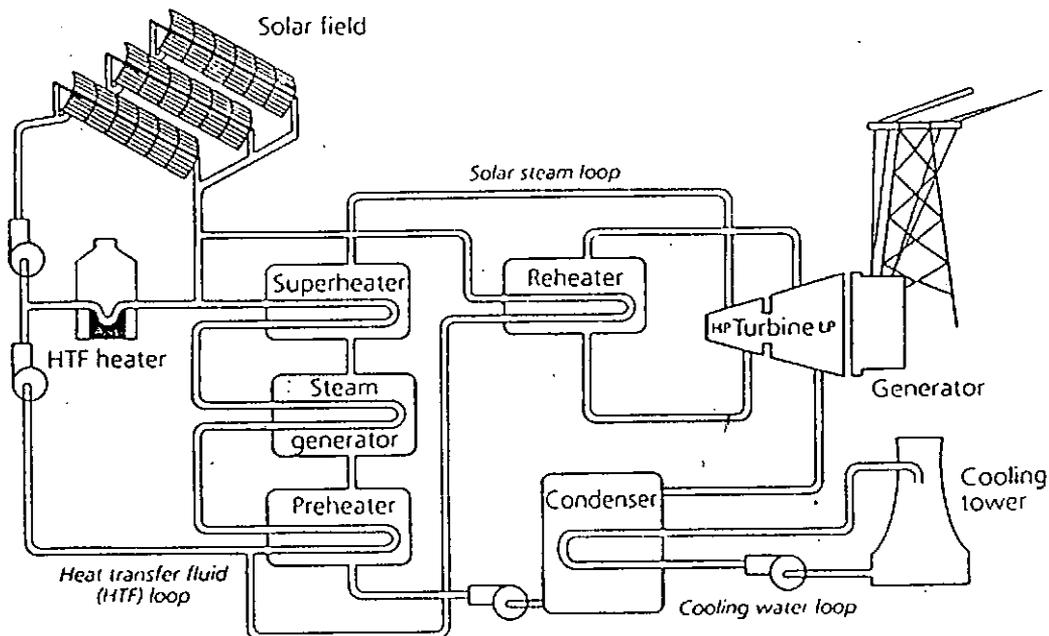


Fig.1: Planta Helioléctrica de tipo Granja con reflectores cilindro/parabólicos. SEGS VIII, Harper Lake, California. (C=30-80, T<400°C)  
fuente: /3/ Flachglas Solartechnik

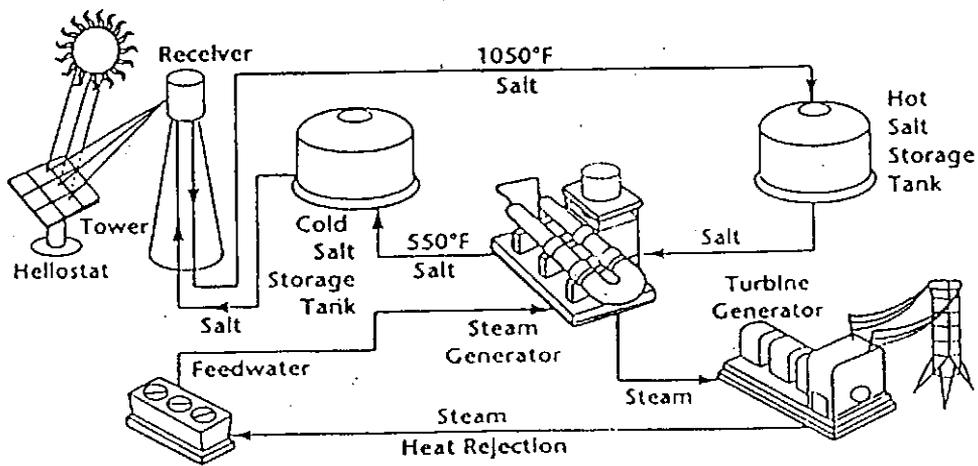


Fig.2: Planta Helioléctrica de Receptor Central (Torre Solar) con sal como medio caloportador (SOLAR TWO), Barstow, California (C=200-700, T>500°C), fuente: /3/ US Utilities

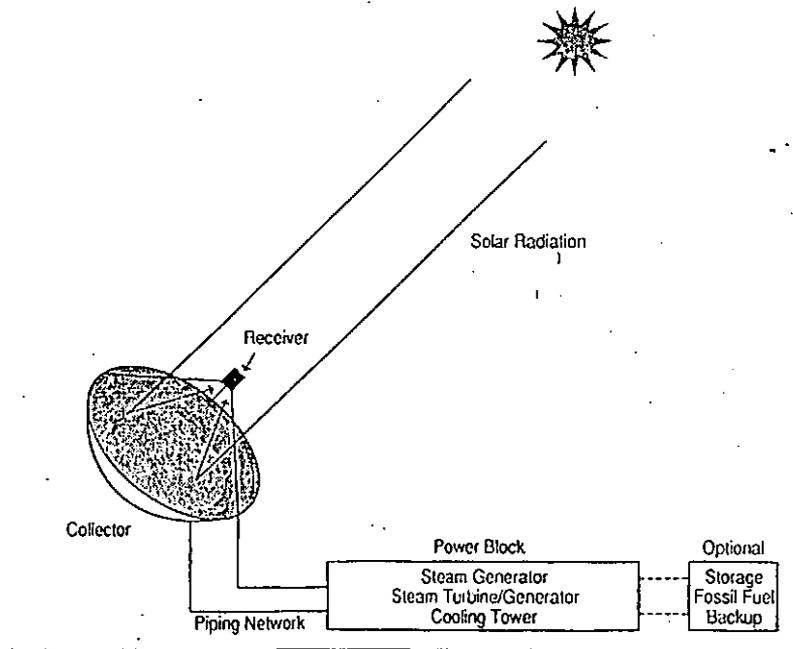


Fig.3: Sistema de Disco Parabólico en conexión de granja. Otro concepto trabaja directamente con un motor/generador Stirling en el punto focal. (C<2000, T<800°C); (Fuente: Pacific Power)

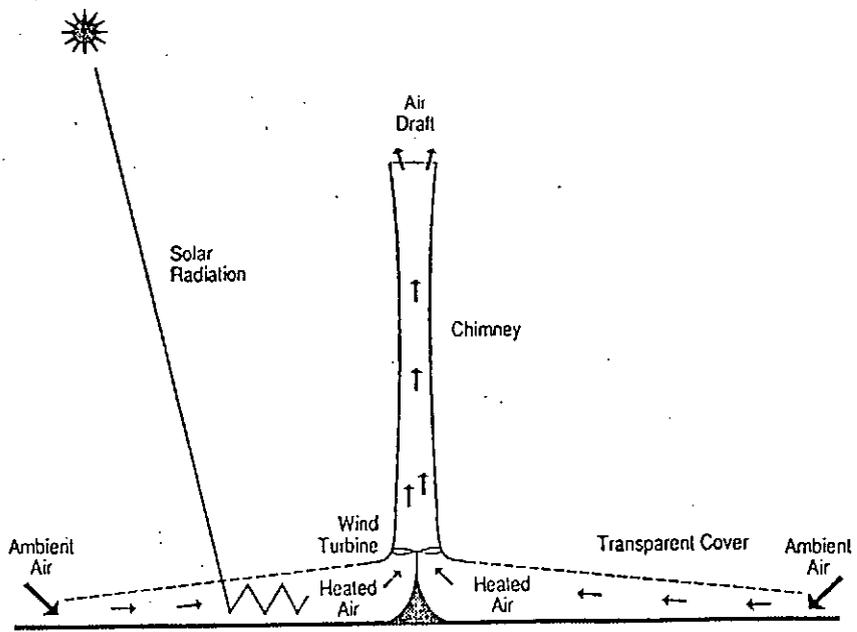


Fig.4: Principio de función de una Chimenea de Convección. ( $C=1$ ,  $T=T_{amb}+20^{\circ}\text{C}$ ); (Fuente: Pacific Power)

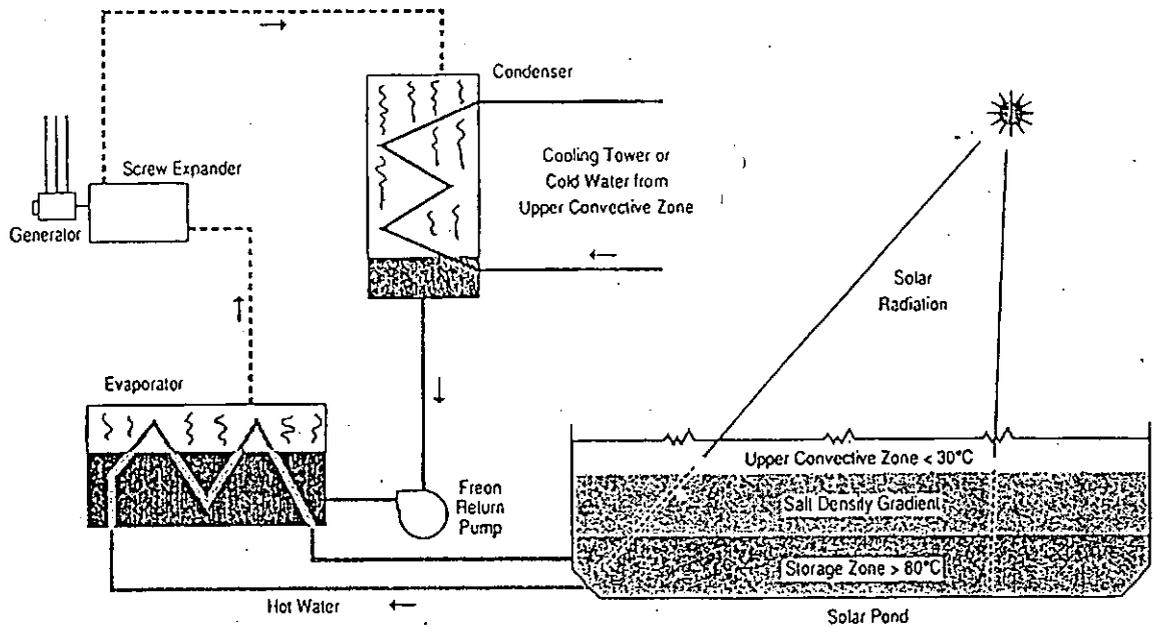


Fig.5: Poza Solar de gradiente salino ( $C=1$ ,  $T<90^{\circ}\text{C}$ ); (Fuente: Pacific Power)