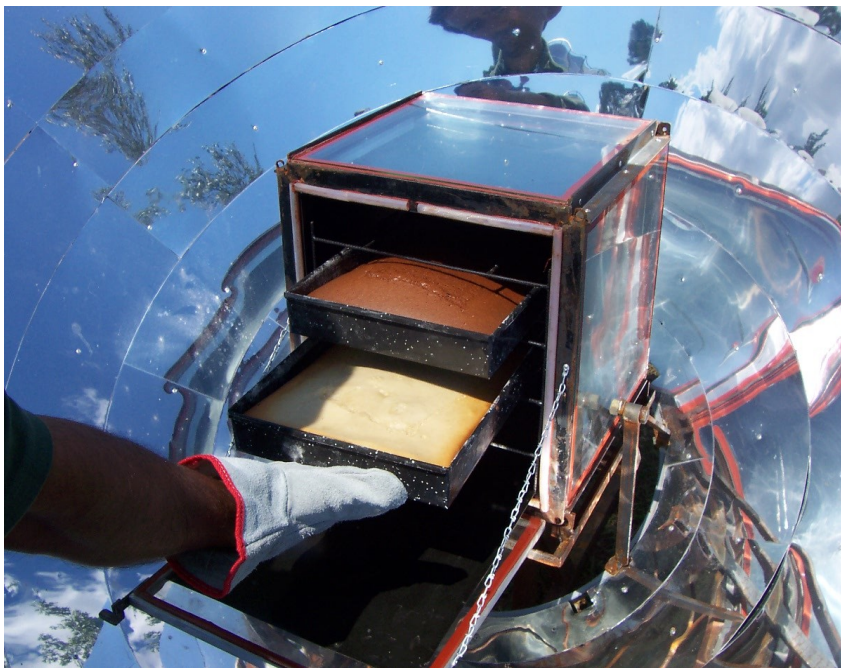


MIS ACTIVIDADES EN ENERGIA SOLAR



SALTA, ARGENTINA

1974-2015

**RELATO PERSONAL DE
MIS ACTIVIDADES SOBRE
LA ENERGÍA SOLAR
EN ARGENTINA.**

1974 – 2015

Ing. Luis R. Saravia, PhD
Ingeniero Industrial
Universidad de la República, Uruguay
Doctor of Philosophy, Physics, PhD
Northwestern University, Chicago, USA

Salta, Argentina
2020

Saravia, Luis R.
Mis actividades en energía solar / Luis R. Saravia.
1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Dunken, 2019.
160 p. ; 23 x 16 cm.
ISBN 978-987-85-0334-9
1. Energía Solar. 2. Energía Renovable. 3. Relatos Personales.
I. Título.
CDD 621.471

Contenido y corrección a cargo del autor.

© 2020, Luis R. Saravia, PhD
e-mail: luisrsaravia@gmail.com

*Mi agradecimiento a mi esposa Loli y a nuestra amiga Nené
cuya inestimable colaboración han hecho posible
la preparación de este libro.*

Descripcion de las fotos de la tapa

Foto superior

Generador solar de vapor de agua de tipo Fresnel de 7 m de altura. Se muestran los 8 espejos seguidores del sol cerca del piso y el absorbedor por el cual pasan los caños con agua. El caño vertical en el frente del equipo alimenta el agua fría.

Foto inferior

Muestra el horno de la cocina solar con concentrador en el momento que se retira del mismo la comida que acaba de ser horneada. Cuando se ilumina con la radiación solar el horno puede alcanzar una temperatura de 220 C. Rodeando por detrás al horno se aprecia parcialmente el espejo concentrador de la radiación solar.

PROLOGO

Cerca de la finalización de mi vida activa en Argentina, que se ha centrado en el tema del aprovechamiento de la Energía Solar, he decidido escribir un relato no especializado sobre lo realizado, con la esperanza de que pueda ser de interés para aquellos que trabajan en el tema, especialmente los más jóvenes. Indirectamente también constituye un relato de los problemas que nos hemos encontrados los investigadores a lo largo de estos años.

El INENCO es un Instituto de Investigación en el tema de Energías Renovables dependiente del CONICET y La Universidad Nacional de Salta, UNSa. Está situado en el predio de la Universidad en la Capital de la Provincia de Salta y en él trabajan 140 personas con especialidad en el tema. Yo he sido Director del INENCO durante 31 años, desde su fundación en 1981 hasta el 2012.

Recientemente, un grupo de entusiastas del INENCO ha terminado una descripción de las actividades del mismo. Se ha realizado un trabajo excelente, dando una visión general de las tareas que se han llevado a cabo con una presentación de calidad, a todo color. Este relato será un complemento de la misma, enfocado desde un punto de vista más personal y conteniendo detalles de las investigaciones realizadas conmi participación en estos 41 años de actividad, con un conjunto de investigadores, becarios y otros colegas del INENCO, de Argentina y de Latinoamérica en general. Les agradezco la colaboración que me han prestado. En muchos casos he tenido la satisfacción de haber ayudado en su formación.

Mi actividad se ha orientado hacia diversos objetivos:

- 1) las posibilidades de uso de la energía solar en la Argentina, en especial la región que nos rodea en Salta,
- 2) la formación de personal especializado en el tema en el país, con lo que creo lograr una efectiva acción orientada a la divulgación de estas tecnologías.
- 3) la extensión de la actividad del INENCO a otros países de Latinoamérica, con problemas energéticos similares a los nuestros. Hemos logrado este propósito, especialmente a través del programa CYTED, y en la actualidad estamos conectados con la mayoría de los laboratorios de la región que trabajan en el tema.
- 4) el contacto directo con laboratorios de países de Europa, USA y Canadá a través de diferentes proyectos, becas e internet.

En este relato se irá recordando la actividad realizada separada por capítulos. Cabe recalcar que la misma se circunscribe a aquella en la que he participado personalmente. Naturalmente se han realizado numerosos trabajos en el INENCO por parte de otras personas, los cuales no figurarán en este relato. En algunos casos esta separación es difícil de establecer y puedo haber cometido algunas injusticias por lo cual espero que sabrán disculparme. Cabe mencionar que en los tres primeros capítulos incluyo una corta mención

de lo realizado en Uruguay y los EEUU, para que se comprenda la formación adquirida y la razón que me obligó a abandonar mi país de origen, con una gran pena de mi parte.

La lista de trabajos citados se muestra en un apéndice, cada uno con una identificación que utiliza un número antecedido por una letra “I” para los trabajos internacionales y una “N” para los nacionales.

A esta exposición se le sumaron 17 fotos de algunos de los equipos solares que han sido construidos por los integrantes del INENCO, las que permiten visualizar las descripciones escritas en este libro. Las mismas están colocadas antes del comienzo del primer capítulo.

El índice se encuentra al final del libro.

FOTOS



F1.- Fábrica de sulfato con pozas. Se ven dos pozas solares y los cristalizadores donde precipita el sulfato puro.



F2.- Sacando los cristales precipitados del sulfato en el cristizador.



F3.- La Da. Lesino ajusta el inyector de agua para crear el gradiente en la poza mediante sucesivas inyecciones a distinta altura.



F4-Secador solar de pimiento en San Carlos en los Valles Calchaquíes. Se aprecian los calentadores solares de aire metálicos y el túnel de secado.



F5-Secador solar en Cachi. Se utiliza un colector solar de plástico. El túnel de secado es de metal y contiene bandejas móviles para el producto.



F6.-Casa solar del INTA en Abra Pampa, Jujuy a 3500 msnm. Se ven los muros Trombe frontales y el lateral así como el invernadero.



F7.-Frente del hospital solar de Susques en plena Puna a 3500 msnm.. Se aprecian los muros Trombe colocados alrededor de las ventanas.



F8.- Habitantes de la República Dominicana terminando las cocinas tipo caja.
Curso dictado por R. Caso y C. Fernández.



F9.- Conjunto de cocinas tipo caja ya terminadas en República Dominicana.



F10.- Conjunto de 2 concentradores con olla y horno, una cocina de leña y una olla adicional para ser entregado a una escuela albergue.



F11.- Conjunto de las cocinas con concentración instaladas en una escuela. Sobresal



F12.- Invernadero andino modificado instalado en Rosal, Salta a 3000 msnm.



F13.- Interior del invernadero andino. Muestra la estructura del techo.



F14.- Destilador solar para producir agua potable en el interior de Salta.



F15.- Conjunto de destiladores solares para un grupo de viviendas en Salta.



F16.- Generador de vapor Fresnel. Prototipo con 8 espejos y el absorbedor a 7 m de altura.



F17.- Chorro de vapor a alta presión producido por el generador Fresnel.

CAPITULO 1:

URUGUAY I, 1939-1966

Nací en Montevideo, Uruguay, el 7 de enero de 1939. Mis padres fueron Artigas Luis Saravia (1907) e Inés Angélica Mathon (1913). Mi padre trabajaba en la oficina de cómputos de la UTE, la Compañía Estatal de Generación Eléctrica Nacional, que aún hoy cumple la misma función. Mi madre era maestra, pero al casarse dejó de trabajar. En aquella época no era bien visto que una mujer casada trabajara. Formaban una pareja de clase media, cuyos recursos en aquellos tiempos eran modestos. Debo recordar que en esa época las heladeras eran de madera y se compraba el hielo todos los días. La leche se repartía en botella, casa por casa, mediante un carro.

Mi madre recordaba que en 1939, mientras me mantenía en brazos, observaba sobre el Río de La Plata el humo producido por el hundimiento del acorazado de bolsillo alemán Graf Spee, perseguido por los barcos ingleses. Era el comienzo de la segunda guerra mundial.

Hasta los 25 años viví en una pequeña casa de un barrio periférico con numerosos niños, entre los cuales crecí y estudié. El Primario lo cursé entre los 6 y 11 años, el Secundario entre los 12 y los 15, el Preparatorio entre los 15 y 16 y la Universidad entre los 18 y los 24. Tradicionalmente, toda la actividad era gratis y con un muy buen nivel.

El Preparatorio es un ciclo adicional del secundario que lo cursaban aquellos que seguían cursos universitarios. La enseñanza era una formación previa especializada que dependía de la carrera a seguir, en mi caso Ingeniería. Los cursos se salvaban con exámenes finales exigentes. Aquellos que los salvaban pasaban directamente a la Universidad.

Cabe indicar que siendo muy joven, mi padre solía llevarme a su oficina donde se encontraban y renovaban a menudo máquinas de cómputo. Esto me permitió ponerme en contacto con el mundo de la computación desde muy temprano y mantenerme al día con los sucesivos cambios. Llegué a conocer las primeras máquinas mecánicas capaces de procesar 20 tarjetas por minuto y que se programaban con una placa grande con orificios en los cuales se enchufaban los cables. Mientras estaba en el Secundario aprendí a hacerlo (tenían 64 pasos de programa). Allí llegué a conocer la primera computadora comercial con lámparas (IBM 650) y la primera con elementos de estado sólido (IBM1401), que tenía una memoria de 4 Kb. Nunca más abandoné la costumbre de utilizar las computadoras en mis trabajos.

Desde muy joven me atrajo la actividad en Ingeniería, por lo que elegí cursar la carrera de Ingeniería Industrial. Se dictaban 36 cursos anuales durante 6 años, con una fuerte formación básica durante los 3 primeros años. Los exámenes eran todos libres con una prueba de ejercicios, un oral y un práctico de laboratorio si existía. Era un régimen de

estudios con un examen final muy exigente. Sin duda, esta actividad me entregó la mejor formación y una fuerte metodología de estudio. El puntaje de aprobación cubría un intervalo de 6 a 15 puntos en los exámenes. Logré terminar la carrera en 7 años a la edad de 25 años con un puntaje promedio de 14 puntos sobre un máximo de 15. La universidad me otorgó una medalla de oro debido al promedio obtenido.

De hecho las materias que cursé correspondían a lo que hoy se conoce como Ingeniería Mecánica o Eléctrica y hoy día el título de Ingeniería Industrial puede ser revalidado con estos otros en Uruguay.

La formación de alumnos siempre me ha atraído y comencé a ejercerla a los 21 años, en 1960, con una ayudantía en la materia Termodinámica de la Facultad de Ingeniería. Por esa época también obtuve un cargo de Jefe de Trabajos Prácticos en el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería con una dedicación de 25 horas semanales. Por supuesto, esto complicó la terminación de mi carrera, la que se extendió un poco.

Este cargo implicaba una tarea de ayudante de investigación en el Instituto, por lo que comencé a trabajar con las técnicas de difracción de rayos X para análisis de materiales y determinación de estructuras cristalográficas bajo la dirección del Dr. Caticha Ellis, que había estudiado en Inglaterra.

En este cargo, entre 1964 y 1966, preparé mis primeros 4 trabajos publicados (I1,I2,I5,I6) que cubren temas de análisis con técnicas de rayos X y programas de computación relacionados con temas físicos.

Era habitual que algunos estudiantes repasaban en conjunto algunas materias reuniéndose a menudo durante la época de exámenes. Durante los últimos tres años estudié a menudo con la Srta Dolores Alía. Esta actividad terminó en una amistad y posterior noviazgo. Nos casamos en Junio de 1964 después de haber terminado la carrera. A la fecha, nuestra unión ha seguido por 51 años. Dolores, conocida habitualmente como Loli, terminó la carrera unos meses después. Con nuestros sueldos de Jefes de Trabajos Prácticos pudimos casarnos y alquilar un apartamento. Un año después nació nuestro único hijo, Diego.

Mi interés por la física y sus aplicaciones se había afirmado, por lo que seguí trabajando en el Instituto después de recibido, pensando que en un futuro cercano pudiese mejorar mi formación.

En 1966 se me presentó una oportunidad con la visita del Dr. Brown de la Northwestern University de Chicago, EEUU, quien después de mantener algunas conversaciones me ofreció una beca de 3 años como “research assistant” para obtener un doctorado bajo la dirección del Doctor David Brust del Depto. de Física de dicha Universidad, quien trabajaba en temas de física de estado sólido. Acepté el ofrecimiento y la Universidad me otorgó la licencia con pago del sueldo por 3 años. En Setiembre de 1966

partí hacia los EEUU. También arreglamos que mi esposa fuese aceptada para seguir estudios de posgrado en temas de ingeniería eléctrica y computación. Ella retrasó su traslado por 6 meses, dándome tiempo para conseguir un apartamento de precio módico, ya que los fondos disponibles eran muy justos. A comienzos de 1967 llegó a Evanston, un suburbio muy agradable de Chicago donde estaba la Universidad, con nuestro hijo, que entonces tenía unos 2 años.

La tarea inicial que me esperaba era aprobar algunos cursos avanzados de Física y prepararme para el “Qualifying Exam”, necesario para aceptarme como doctorando, lo que ocurriría 16 meses después. En paralelo trabajaría con el Dr. Brust como parte de sus tareas de investigación. Esta actividad formaría parte de mi tesis.

Debo destacar la flexibilidad de la Universidad para aceptar este plan bajo la dirección del Dr. Brust, ya que el Examen era riguroso y debería ser aprobado en un corto plazo. También debo destacar que el Dr. Brust aceptó algo no habitual, ya que el doctorando no podía comenzar hasta aprobar el examen.

Esta actividad debía realizarse en 3 años y resultó ser uno de los desafíos más fuertes que he debido emprender a lo largo de mi vida útil ya que la obtención de un doctorado, habitualmente llevaba 5 años. Influyó en mi tarea el hecho de que tenía unos 3 años más de edad que los compañeros de estudio locales y el fuerte entrenamiento que obtuve en Montevideo.

Mi esposa pudo también comenzar sus estudios con la meta de terminar una tesis de maestría. La existencia de un niño pequeño para cuidar no le permitió encarar un doctorado. Tampoco teníamos los fondos para pagar esos estudios. Cabe destacar que mi beca incluía el pago de los estudios para un doctorado, lo que constituía un monto igual al de la beca que se me abonaba para vivir allí.

Debo expresar que las atenciones recibidas fueron muy apreciadas. La Universidad designaba un matrimonio de Evanston como “padres adoptivos” a cada estudiante extranjero, los cuales nos prestaron toda su ayuda. Incluso, durante los 6 meses en que estuve solo, en pleno invierno, me alojaron en una pieza de su casa a un costo mínimo.

Por otro lado, una sociedad de ayuda local de madres nos permitió conocer el modo en que las familias jóvenes se ayudaban entre sí en el cuidado de los niños. Terminamos siendo amigos de una familia con un hijo de la edad de Diego, llamado Peter, la cual tenía problemas similares, por lo cual los niños pasaban en una casa o la otra de acuerdo a las necesidades de cada familia. Ambos chicos terminaron siendo muy buenos amigos a igual que las madres.

Presentaré mis actividades en EEUU entre 1966 y 1969 en el próximo capítulo, para luego proseguir en un tercero con mi vuelta a Uruguay entre 1969 y 1973.

CAPITULO 2:

EEUU, 1966 – 1969

Las actividades en la Northwestern University comenzaron como fue planeado. Desde Set/1966 a Dic/1967 cursé 10 materias trimestrales: Theor. Physics 1 y 2, Solid State Phyx 1, 2 y 3, Quantun Mech 1 y 2, Statist. Mech. 1 y Electrodynamics 2, con lo cual me autorizaron a rendir el "Qualifying.Exam", en febrero/1968. Este examen tenía 2 partes orales: física básica y avanzada y un escrito con problemas de 4 horas. Lo rindieron 28 alumnos y abarcaba todas las materias de física que se cursaban, tanto temas de física básica como avanzada. Logré pasarlo con éxito, únicamente lo obtuvieron 4 alumnos de los 28.

El 21/marzo/1968 fui admitido oficialmente como candidato. En realidad mi entrenamiento logrado en Uruguay era superior al que tenían los alumnos habituales, cuya edad oscilaba alrededor de los 23 años y normalmente no tenían exámenes muy exigentes. Por otro lado, durante mi actividad como Jefe de Trabajos Prácticos ya había estudiado en forma personal varias de las materias avanzadas. Cabe explicar que el examen tenía un sentido muy competitivo. No logré estudiar con mis compañeros y en el examen oral de 4 horas y al final se nos preguntaba si les había dado el tiempo para elaborar los problemas. Si todos estaban de acuerdo, daban una hora más. Con el entrenamiento de 6 años de Universidad en Uruguay no tuve problemas para resolver los ejercicios, por lo que expresé que ya había terminado, y el examen se terminó allí.

A partir de aquí debí rendir otras 4 materias: Statist Mech 2 y 3 y Solid State Topics 1 y 2 hasta fines de 1968. Todas estas materias fueron seleccionadas por el director Dr. Brust. Cada alumno tenía un plan particular. Por eso estudié materias relacionadas con el estado sólido.

2.1.- Los trabajos de investigación

Desde mi llegada a EEUU comencé a trabajar en paralelo con mi director en un tema general que comprendía la estructura de bandas de energía y propiedades ópticas de los elementos semiconductores de la columna 4 de la tabla Periódica de Elementos: diamante, silicio, germanio y de los compuestos formados por los elementos adyacentes tales como el cristal de GaAs. En esa época recién comenzaban a usarse estos elementos como materiales para uso en electrónica y existían muy pocos estudios de sus propiedades ópticas. Estos tenían picos que dependían de la estructura de bandas de energía de los elementos y su estudio permitía determinar con detalle las formas de estas bandas. Con ellas era posible estudiar sus propiedades eléctricas, de alto interés desde un punto de vista aplicado en electrónica.

Las bandas forman superficies en un cierto espacio y los electrones del material llenaban las diversas bandas hasta cierta altura. Al excitarse el material los electrones saltaban entre las bandas desprendiendo fotones de determinada frecuencia. Existía un

modelo semiteórico de dichas bandas que depende del efecto spin-órbita. Con métodos computacionales era posible predecir el espectro óptico de estos materiales si se disponía de una computadora poderosa. El centro de cómputo poseía una CDC 6400, que era una de las máquinas más importantes en aquellos tiempos y el Dr. Brust tenía suficientes fondos de investigación para usar la máquina sin problemas.

Comencé a preparar estos programas en Fortran usando las tarjetas de 80 columnas ya que en aquella época no se disponía de monitores para la entrada de datos. Los programas necesarios eran complicados y me llevó unas 7000 tarjetas para prepararlos. Su puesta a punto era muy trabajosa ya que se iban modificando las tarjetas en cada prueba, se llevaban las 7000 tarjetas en dos cajas y se entregaban en el centro de cómputo esperando media hora para obtener los resultados, ya sea en páginas o en cinta magnética. Sólo se podía probar entre 5 y 7 veces por día.

Finalmente se lograron obtener resultados y las empresas de electrónica medían los espectros ópticos de los elementos tales como silicio, germanio y diamante con los cuales comparar.. Durante 1968 logré publicar en conjunto con mi director de tesis en el Physical Review artículos sobre los 3 elementos y su comparación experimental (I3, I4, I7).

Como próximo paso pasamos a analizar el efecto de aplicar fuerzas lineales que estiraban el material en una dirección. Ello rompe la simetría de la estructura por lo que aparecen nuevos picos en el espectro óptico, entregando información adicional sobre las bandas de energía.

Con este fin se generalizaron los programas ya preparados teniendo en cuenta la nueva simetría de los cristales. Durante 1969 se publicaron dos nuevos trabajos (I08, I09) en el Physical Review sobre el efecto piezoeléctrico en el Germanio. Un tercer trabajo se publicó en la revista Solid State Communications (I9), que es una revista muy prestigiosa. Allí se describían los primeros trabajos que habíamos realizado en cristales bajo fuerzas lineales externas. Con estos estudios pude terminar mi tesis de Doctorado con el nombre: *“The effect of the spin-orbit interaction and strain on the energy bands and optical properties of some diamond type semiconductors”*, con 369 páginas.

Defendí con éxito la tesis frente a un jurado y el título de “Doctor of Philosophy, PhD” me fue finalmente otorgado el 14/junio/1969. La tesis figura como depositada en el Centro Nacional de Tesis en los EEUU con el número de orden 70-152. (I10).

En paralelo mi esposa defendió con éxito su título de “master of Science” .

Poco después regresábamos a Uruguay con la esperanza de enseñar todo lo aprendido. Desgraciadamente, unos pocos años después, en 1973, esto se vio frustrado y debimos volver a partir, esta vez en forma definitiva. Muchos de mis planes de futuro quedaban en el camino.

CAPITULO 3:

URUGUAY II, 1969-1973

3.1.- El trabajo realizado en Uruguay

En Julio/1969 regresamos a Montevideo. Habíamos dejado alquilado nuestro departamento por lo que volvimos al mismo. Ambos nos reintegramos a nuestro cargo anterior. Nos encontramos con una situación social algo complicada ya que los tupamaros habían entrado en acción y se sentía el ambiente de tensión, aún en la propia Universidad.

El Instituto de Física se encontraba en el cuarto piso de la Facultad de Ingeniería. Se había construido un quinto piso donde estaba el nuevo centro de cómputo. Como computadora principal se disponía de una IBM 360, la que ya tenía suficiente potencia de cálculo para realizar los cálculos en los que estaba trabajando en los EEUU, aunque llevaba varias horas terminar una corrida de mis programas, que en la CDC tomaba unos minutos. De cualquier manera era posible seguir trabajando en los temas que me importaban, ocupando la máquina durante las noches.

También me encontré con varios jóvenes en una etapa avanzada de sus estudios, alguno de los cuales podía llegar a trabajar conmigo. Entre 1970 y 1973, uno de ellos, Luis Casamayou, colaboró conmigo y llegamos a publicar 3 trabajos en *J. Phys. Chem Solids* sobre el efecto fotoeléctrico en Ge y Si y sobre propiedades ópticas en CdTe (I11, I12, I13). También trabajé con un colega, el Ing. J. Duomarco, publicando un trabajo sobre GaAs en la misma revista (I14). Finalmente yo publiqué un trabajo sobre el efecto de las tensiones lineales en cristales del grupo 4 en la revista mencionada (I15).

En esta época la Universidad dispuso de un cargo de Profesor Asociado que ocupé a partir de 1970. Además, en 1972 se me ofreció el cargo de Director del Instituto de Física, lo cual acepté.

Por otra parte, a mi esposa le ofrecieron un cargo en el Centro de Cómputo, que aceptó. En 1971 asumió como Jefe de Sección y después como Directora subrogante del Centro de Cómputos en 1972. En el Centro se encontraba como asesor el Dr. Manuel Sadosky, que había sufrido recientemente un lamentable incidente en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, Argentina, conocido como “la noche de los palos largos” y lo habían expulsado de dicha Universidad. El Doctor era una persona de mucho prestigio en el campo de las matemáticas y computación, y ayudó mucho a mi esposa en el Centro de Cómputo. Se estableció una relación personal con mi familia que un par de años después nos ayudó mucho.

Desde un punto de vista personal, la salud de mis padres nos preocupaba, y la presencia de su nieto resultaba un motivo de mucha alegría. Decidimos mudarnos cerca de su casa y los ahorros guardados nos permitieron comprar un pequeño departamento a

media cuadra, en el cual vivimos hasta nuestra partida. A posteriori la conservamos en alquiler pensando en una posible necesidad de nuestros padres. Actualmente, aún está en esas condiciones, habiendo sido alquilada.

Con el deseo de establecer nuevas relaciones a distancia en EEUU, en 1972 solicité una beca Fullbright por tres meses. El Dr. Brust estableció contacto con el Dr. Marvin Cohen, una figura muy relevante en el campo del estado sólido en temas relacionados con nuestros trabajos, entre otros. Me recibió en la Universidad de Berkeley, California, cerca de San Francisco. Allí tuve una muy agradable estadía, con la posibilidad de realizar algunos trabajos. También conocí el Lawrence Radiation Lab, ubicado en Berkeley, donde trabajaba el Dr. Brust. Desgraciadamente, los hechos posteriores malograron la posibilidad de aprovechar esta oportunidad en Uruguay.

3.2.- La partida a Salta

En 1973 se produjo el golpe de estado en Uruguay, con la supresión de las Cámaras de Diputados y Senadores. Al poco tiempo se produjo la intervención de la Universidad, por la cual no se permitió la entrada a trabajar y la reducción de los sueldos a la mitad. Mi esposa sufrió un problema por una semana ya que el gobierno decidió que todos los empleados del Centro de cómputo fueran puestos a disposición controlados por la policía. A mi esposa la llevaron de mi casa en la madrugada y no supe más de ella por una semana. No sufrió apremios personales pero estuvo en una celda con otras compañeras y la llevaban todos los días al centro de Cómputo para revisar todos los archivos. La teoría era que allí se encontraban los archivos de los tupamaros. Nada apareció y al cabo de una semana fue dejada en libertad. De cualquier manera era una de las pocas personas que debía ir a trabajar para cumplir con las actividades administrativas. Colocaron 3 personas por encima de ella las que daban las órdenes de trabajo.

Estas personas iban armadas y además se encontraba una persona del ejército que vigilaba el Centro. Esta situación fue muy tirante y produjo un estado de tensión elevado en mi esposa. A mi no me molestaron pero era evidente que todo el personal universitario era un posible sospechoso y no le renovaban el pasaporte por lo que sólo se podía viajar a los países vecinos con cédula de identidad.

La situación se volvió insostenible y decidimos irnos a trabajar a alguno de los países vecinos. Aprovechando la relación con el Dr. Sadosky, hablé con el mismo y nos consiguió cargos docentes en la Universidad de Salta, que había sido creada recientemente. Nos trasladamos allí en el verano de 1974. Mi casa quedó cerrada y a posteriori dispuse de los muebles para poder alquilarla.

Yo ocupé en la Universidad Nacional de Salta un cargo de Profesor Titular con dedicación exclusiva en La Facultad de Ciencias Exactas, Depto de Física, el cual he ocupado hasta mi jubilación, oportunidad en la cual fui designado como Profesor Emérito. Mi esposa también llegó a ocupar un cargo docente en el Depto de Matemática.

Mi esposa envió una renuncia a sus cargos en Uruguay, que le fue aceptada. Yo me negué a hacerlo, por lo que la Universidad inició un juicio administrativo por el cual cesé en el cargo.

Mis padres estaban enfermos por lo que mi familia los cuidaba y esta partida, con el alejamiento de su único nieto, repercutió fuertemente en su salud. Un tiempo después, en momentos en que mi madre recayó enferma de gravedad, retorné al Uruguay. En esa oportunidad solicité nuevamente el pasaporte y me citaron a una reunión con tres militares de rango en un cuartel. Igualmente el pedido fue denegado. Debido a esto solicité ayuda a mis familiares que tienen relaciones con integrantes del gobierno a causa de que uno de mis antecesores fue una persona relevante en la política uruguaya a comienzos del 1900. Afortunadamente esta acción fue exitosa y se me entregó el pasaporte a través de un familiar.

Mi esposa no tuvo problemas porque nació y vivió hasta los 11 años en España y posee el pasaporte correspondiente. También posee el pasaporte uruguayo.

En los próximos capítulos presentaré mi trabajo sobre energía solar en Argentina. Esta vez logré asentarme en forma definitiva y continuamos trabajando allí. La Ciudad de Salta, con su excelente clima, la belleza de la región y la amabilidad de sus habitantes, se convirtió en el hogar definitivo de toda mi familia.

CAPITULO 4:

ARGENTINA: La ASADES, 1974 - 1976

4.1.- Llegada a Salta

En Salta alquilamos una casita. Mi esposa y yo reiniciamos nuestras actividades mientras nuestro hijo reinició sus clases con una edad de 8 años.

Comenzamos dictando clases en la carrera de Licenciatura en Física y Profesorado en Matemática y Física.

Por otro lado me puse en contacto con mis nuevos colegas para definir qué tipo de actividad de investigación podíamos comenzar. Dado que la Universidad era nueva, la mayoría estaba en una situación similar a la mAcababa de ocurrir la primer crisis del petróleo en 1973 y la región cercana a los Andes dispone de excelentes niveles de radiación solar en Salta. En las reuniones realizadas se comprendió que era un momento excelente para trabajar en el tema de aprovechamiento de la Energía Solar, por lo que decidimos encararlo. Era de esperar que pudiésemos encontrar apoyo en la región y a nivel nacional. Los compañeros que comenzaron a trabajar a principios de 1974 y formaron lo que se llamó “el Grupo de Energía Solar de Salta” se mantuvo hasta 1981 al formarse el INENCO. El grupo estaba formado por E. Alanís, I. DePaul, L. Rovetta, J. Mangussi, P.Riezzer, S. Guerrero, A. Fabris, E. Frigerio y R. Caso.

Entre los primeros temas de trabajo que se encararon, por pensar que tenían relación con las actividades productivas en Salta, estaban: las pozas solares, los acumuladores de piedra, el secado solar con colectores de aire, la acumulación con cambio de fase, los edificios bioclimáticos y otros. A ellos nos iremos refiriendo a lo largo de los sucesivos capítulos. Esto constituía un cambio completo para mí. La verdad es que iba a ser difícil mantener mi producción en física estando alejado de centros importantes. Por otro lado el trabajo en energía solar era un tema relevante en el NOA. Mi formación mixta como físico e ingeniero constituía una ventaja. Finalmente renuncié a la posibilidad de seguir trabajando con las propiedades de semiconductores, como venía haciendo.

En lo que sigue nos referiremos a nuestra preocupación por establecer comunicación con los diferentes grupos de energías renovables que se estaba estableciendo, lo que resultó en la formación de la Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES).

4.2.-La ASADES

Pronto nos pusimos en contacto con los principales grupos de la Argentina en el tema: la Comisión de Estudios Geoheliofísicos que dependía de la Fuerza Aérea donde se encontraban Guerrero, Grossi y otros; la Comisión de Energía Atómica donde estaban Scheuer, Moragues, Durán, Nicolás y otros; el Dpto de Física de la Facultad de Ciencias

Exactas de la Universidad de Rosario donde trabajaban Piacentini y Lara; la Facultad de Arquitectura de Buenos Aires con Evans y su Sra.; La Facultad de Arquitectura de la Plata con Rosenfeld; la Facultad de Arquitectura de Mendoza con De Rosa, Buitrago en Santa Fé y otros más.

Existía mucho entusiasmo y estábamos de acuerdo en formar una Asociación de Energía Solar. Se armó una primer reunión en Vaquerías, Córdoba, donde asistieron más de 50 personas, muchos de los cuales nos conocimos por primera vez.

Nos pusimos de acuerdo en plantear una cierta repartición de tareas aproximada, tratando de no superponer el trabajo dentro de lo posible. En buena parte ello se ha cumplido.

También definimos una primera reunión en 1975, donde trataríamos de invitar a investigadores de otros países.

La reunión se realizó, aunque siendo la primera vez no se publicaron actas de la misma. Allí se decidió realizar una reunión por año. La segunda se realizaría en Salta en 1976 y nos preocuparíamos por seleccionar los trabajos y publicar las primeras actas de la ASADES. Esta costumbre se mantiene aún hoy día, con alguna excepción importante como la guerra de las Malvinas.

A esta reunión llegaron especialistas de la región Latinoamericana y nos pusimos de acuerdo en formar la Asociación Latino Americana de Energía Solar (ALES). En esta reunión tuve el honor de ser designado como el primer Secretario General de la ALES entre 1976 y 1978.

Las reuniones de la ASADES se han continuado en un formato anual visitando las diferentes Provincias de la Argentina. En el año 2015 se ha realizado la 37ava Reunión en Mendoza.

La ASADES publica anualmente los trabajos presentados en las reuniones que son sometidos a una revisión por un jurado de 3 investigadores para su aceptación. A la vez publica en formato de CD todos los trabajos presentados, los que son entregados en la misma reunión, con el nombre de “Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente”, AVERMA, ISSN 0329-5184. Por otra parte, los artículos que envían los socios y son revisados por un jurado se publican en papel en la revista “Energías Renovables y Medio Ambiente” (ERMA; ISSN 0328-932x). Los Avances también se encuentran publicados en Internet.

Los Avances pueden ser considerados como un acervo histórico donde se documenta la mayor parte de la actividad que se realiza en Argentina en materia de Energías Renovables, ya que la inmensa mayoría de los investigadores del país concurre a estas Reuniones.

Las Revistas constituyen una fuente de información que resulta importante para mantener al día la actividad y en cierta forma guía a los investigadores más jóvenes para que no repitan actividades que ya han sido realizadas y activa el intercambio de información entre grupos que trabajan en temas similares.

En la revista se publican el trabajo de autores Latinoamericanos en español o portugués.

Por muchos años yo he intervenido como Director del Consejo Editorial de las Revistas y el INENCO ha actuado como Oficina de Publicación que compagina e imprime cada número.

Durante el año 1976 la UNESCO decidió nombrar una misión de energía solar para América Latina destinada a visitar distintos países con el fin de lograr establecer planes de trabajo conjuntos con Europa y otras regiones. Yo formaba parte de ella en representación de América latina, junto con un representante francés y otro ruso. Visitamos Costa Rica, Bolivia, Chile, Argentina y Brasil en un periplo de 20 días, lo que me fue muy útil a posteriori para mantener relaciones con los investigadores y conocer sus trabajos.

CAPITULO 5

Las pozas solares, 1976-1984

5.1.- Introducción

Estábamos a principios de 1976 y decidí comenzar a trabajar en el tema de pozas solares.

La poza solar es una pileta grande, construida con un plástico oscuro y con una profundidad habitual en el orden de los 2 metros que se llena con una solución salina que se carga de manera que el fondo tiene más sal produciendo una densidad alta y luego va bajando hacia la superficie teniendo un gradiente salino cuyo efecto es cortar los movimientos convectivos porque la densidad es mayor hacia el fondo. El sol entra atravesando el agua salada y calienta el fondo oscuro de la poza, que comienza a calentarse. Debido al gradiente salino, el agua no convecta y se forma un gradiente térmico con el mayor valor en el fondo. Se pueden conseguir temperaturas de hasta unos 90 C en el fondo.

Con una bomba se extrae la solución caliente del fondo y puede usarse para distintas aplicaciones térmicas en la industria e incluso generar energía eléctrica. Investigadores israelíes han promovido este tipo de calentador solar. En lugares con sal abundante, buena radiación y terreno disponible a un costo razonable pueden generar calor a bajo costo.

En Salta las condiciones requeridas se cumplen muy bien en la zona de Puna donde se encuentran extensos salares, una muy buena radiación y terrenos áridos de poco uso. Es posible utilizar este sistema en conjunto con diferentes procedimientos de purificación de la sal de los salares, por lo cual su estudio en la Universidad lucía como un tema prometedor.

L. Bruné y yo (N01) decidimos construir en 1976 una poza pequeña, por razones financieras sólo un cubo de 40 cm de lado, para aprender a crear y utilizar este sistema. Se formó un gradiente, con 6 capas y se iluminó con una lámpara eléctrica desde arriba, obteniéndose temperaturas de hasta 60 C con 35 C en la superficie. Se planteó un desarrollo teórico que dio buenos resultados.

A posteriori, disponiendo de fondos, se decidió construir una poza con un tamaño mayor, de 16 m² de área y 1.4 m de profundidad. Para extraer calor se colocó en el fondo una capa de cantos rodados por encima de los cuales se apoyaba el plástico impermeabilizante. Un ventilador movía el aire a través de la capa. EL gradiente se construyó de nuevo con capas mezcladas por separado en un tanque de 500 litros. Se utilizó NaCl como sal. Durante el verano se obtuvo temperaturas del orden de 65 C en el fondo con unos 25 C en la superficie. En invierno se obtuvieron temperaturas de 40 C en el fondo y 5C en la superficie. Los perfiles de temperatura medidos coincidieron con los

obtenidos mediante cálculos. El sistema se mostró muy estable. Se demostró plenamente que las pozas funcionaban perfectamente y que las ecuaciones teóricas reproducían los valores experimentales.

5.2.- Las pozas de sulfato de sodio

Durante 1977 se incorporaron al Departamento la Dra. Lesino de Uruguay, habiéndose doctorado en Francia y residiendo por un corto tiempo en Jujuy, así como J. Mangussi y L. Rovetta, licenciadas provenientes de Bariloche, aunque originarias de Tucumán.

Mangussi y Lesino se incorporaron al trabajo con pozas. Lesino mostró de inmediato su alta capacidad y su empuje en el trabajo siendo un importante refuerzo para el grupo.

Mangussi, Saravia y Lesino (N08,N16) discutieron por primera vez la utilización en pozas de sales cuya saturación fuese fuertemente variable con la temperatura. Si la poza se construye con todas las capas saturadas a medida que sube la temperatura hacia el fondo se podía evitar la difusión de sal, problema habitual de las pozas que requerían mantener el gradiente. El sulfato de sodio es una de esas sales y se encuentra en forma abundante en La Puna. Se demostró experimentalmente que esto era posible logrando temperaturas bajas de 5 C en la superficie y 35 C en el fondo. Con esto se abrió la alternativa de utilizar las pozas como parte de un sistema de purificación. Esto es una idea original en el campo de las pozas. Cabe destacar que Mangussi comenzó su doctorado en base a estos trabajos, con sede en Bariloche, ya que ella realizó allí su carrera de grado. Bariloche me aceptó como su director de tesis. En esa época no teníamos posgrado en Salta.

La posibilidad de trabajar con pozas de sulfato de sodio abrió un campo industrial prometedor. Se habló con un industrial jujeño, Ing. Galli, para trabajar en conjunto y poner a punto un proceso industrial. Lesino, Mangussi, Saravia y Galli(N27) observaron que el problema principal con el sulfato es que está mezclado con cloruro de sodio en los salares y es necesario separarlo. Eso ocurre naturalmente en la poza de sulfato ya que el mismo cristaliza a los 35 C por lo que, cuando la poza se calienta y llega a la temperatura de saturación del sulfato, la solución se coloca en un cristalizador donde precipitan los cristales. El proceso se puso a prueba en la poza de 16 m² que estaba en la UNSa, usando 3 toneladas de sulfato, y la experiencia fue exitosa, siendo un proceso industrial completamente novedoso.

En este trabajo se ensayó también una nueva forma de construir el gradiente, propuesta por Zangrando en EEUU. Consiste en echar toda la sal en el fondo de la poza y colocar agua hasta que se sature. Luego se comienza a inyectar agua a distintas alturas con un inyector chato para obtener capas finas de densidades más bajas a medida que se sube la posición del inyector. Este método es muy sencillo y simplificó sustancialmente la formación de la poza.

Lesino, Saravia, Mangussi, Caso y Galli (N31) pasaron a la etapa industrial y construyeron una poza de 400 m² en plena Puna a más de 3000 msnm para probar el método. El ensayo fue exitoso. Después (N41) se construyó una poza de 600 m² en la Universidad, lo que facilitaba realizar medidas más detalladas para poner a punto distintos aspectos del método de producción. La construcción exigió una operación importante ya que se trajeron desde la Puna por ferrocarril varios vagones de sal, los que luego se trasladaron en camiones hasta el predio de la UNSa donde se excavó la poza. La Secyt (Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación) contribuyó con fondos para hacer posible estas operaciones. Con esta poza nos pasó algo no frecuente. La poza empezó a levantar temperatura y no habíamos previsto una extracción. Ella alcanzó temperaturas cercanas a 80 C y parecía seguir subiendo. Para evitar que hierviera antes de la extracción, se tuvo que tapar parte de la poza con chapas de polietileno blanco que flotaban sobre la poza reflejando la radiación solar.

Este método constructivo patentado fue utilizado por Galli en una fábrica instalada en Jujuy cerca de la capital donde se disponía de terreno y la radiación era aceptable por la altura. Galli construyó 4 pozas de 400 m² que funcionaron coordinadas en conjunto con los cristalizadores. La producción se realizó en los años 80 y fue exitosa vendiéndose muchas toneladas de producto. Desgraciadamente la situación económica del país cayó en graves problemas y finalmente obligó a Galli a cerrar la planta. Las Fotos F1 a F3 muestran vistas de la misma

Se han hecho propuestas para extender esta metodología a otros casos, como el ácido bórico. Se han publicado artículos internacionales para hacer conocer esta innovación a nivel internacional.(I17, I20, I21, I23, I25, I26, I37, I38, I44, N34, N42, N48). Estos procesos de tratamiento de minerales salinos con pozas han tenido reconocimiento internacional y aún hoy día se consultan las publicaciones realizadas.

La Dra. Mangussi defendió su tesis sobre el tema con éxito en el Instituto Balseiro.

CAPITULO 6:

El secado Solar

La producción agraria necesita en muchos casos tratar a los productos obtenidos para que puedan conservarse hasta que llegan a los consumidores. En algunos pocos casos los vegetales pueden distribuirse en el suelo y secarse por simple exposición a los rayos solares.

Esto sólo es factible para algunos productos y por otro lado la exposición en el suelo puede contaminar al producto, ya sea por polvos o animales.

La alternativa es el uso de equipos donde los combustibles se queman calentando aire, el cual se pasa por los productos en bandejas para secarlos. En general esta solución aumenta los costos y se debe cuidar la contaminación por el combustible quemado.

En los últimos años se ha comenzado a trabajar en el diseño de equipos donde el aire es calentado por los rayos solares evitando la contaminación producida por el quemado y ahorrando el uso de combustible. Estos equipos reciben el nombre de secadores solares y en nuestro grupo se ha trabajado intensamente para diseñarlos de manera de bajar sus costos y mejorar su eficiencia.

En el NOA la producción de tabaco y de pimentón es muy abundante por lo que se pensó que el secado solar podía ser usado con ventajas respecto a los métodos habituales de secado.

6.1.- El secado de pimiento.

Comenzamos por el secado de pimiento que es el más simple. El equipo debe ser de bajo costo, para que sea rentable su uso. El primer equipo construido fue una bolsa de plástico de 1.2 m de ancho y 15 m de largo compuesta por una parte inferior de plástico negro y una superior transparente, las que se unen mediante calor. La bolsa se coloca en el suelo y se infla soplando con un ventilador el aire que pasa a través. La bolsa se sostiene para que sólo se infle unos 40 cm en altura. La superficie negra se calienta con la radiación solar y el aire se calienta por contacto con la superficie negra. El aire a la salida no sube de 50 C, evitando mayores temperaturas para no quemar los pimientos. En una segunda sección se coloca a continuación una bolsa similar donde se distribuye el pimiento a secar. Al pasar el aire irá arrastrando lentamente el agua evaporada de los productos. El pimiento se corta para facilitar la evaporación del agua. El aire circula unas 8 horas por día mientras inciden los rayos solares. Se necesitan unos 4.5 días para que el peso del pimiento se reduzca en 87 % con lo cual se concluye el secado. La radiación incidente sobre la superficie horizontal alcanza los 900 W/m² y la temperatura de salida del colector es de unos 45 a 50 C. El producto es de muy buena calidad y está completamente limpio.

La experiencia, muy exitosa, fue realizada en la cooperativa de productores en Cachi a 2280 msnm en pleno verano, época en la que se cosecha el producto y fue llevada a cabo por L. Saravia, E. Frigerio y dos agentes de extensión del INTA (N25b). La misma nos animó a construir un equipo de mayor tamaño, para encarar el secado de producciones grandes, del orden de 700.000 Kgs/año en Salta en esa época. La foto F5 muestra una vista del equipo con su colector de plástico y el túnel de secado. El lugar dispone de muy buena radiación y es bastante árido, excepto cerca del río, que se dedica a las plantaciones. La disponibilidad de otro combustible local, madera, es escasa.

Cabe expresar que la zona queda a 180 km de Salta capital y debe subirse por un camino sinuoso, el que ha sido mejorado a lo largo de los años. Personalmente tuve un accidente peligroso en una ocasión. Subiendo a casi 3000 msnm, sobre una carretera de tierra con mucho canto rodado en los bordes subía solo con mi coche, cuando se atravesó otro coche en sentido contrario que me obligó a tirarme hacia el costado. Al pisar los cantos rodados perdí completamente el control del auto y torciéndose de costado sólo dio tres vueltas lentamente en el aire gracias a que iba despacio. Me desmayé y cuando me desperté unos minutos después estaba solo, con el auto de costado, el techo hundido y yo estaba semi acurrucado debajo de la dirección. Salí por el parabrisas. No tenía un solo rasguño, el techo se había hundido parcialmente y al apoyarse en el sostenedor de la cabeza del asiento evité que me aplastase. Minutos después, unas personas que pasaron en auto me ayudaron a poner el auto sobre las ruedas. El auto estaba perdiendo nafta por el carburador. El motor andaba aunque el radiador estaba roto.

Con el motor andando lo llevé a un rancho a 100 m de distancia, donde me acogieron. La chapa del auto estaba muy abollada, golpeada por las piedras del camino en los sucesivos giros. Todos los vidrios estaban rotos. Al otro día volví desde la Capital con una grúa y me llevé el auto. Toda la chapa del mismo fue arreglada o cambiada y el auto siguió prestando servicios por varios años.

En esta época estábamos muy ocupados con el secadero de tabaco, lo que ya contaremos, por lo que recién en 1983 logramos construir un secador grande en Cachi. El colector tenía 300 m² de área con 33 m de largo. Unas vigas marcaban el contorno y sobre las mismas se ajustó el plástico transparente. En el suelo se puso una capa de aislante y sobre la misma se colocaron piedras chatas de alrededor de 20 cm de diámetro, las que estaban pintadas de negro. Con esta modificación se dejó de usar el plástico negro que a veces se calentaba demasiado. Las piedras otorgaban algo de acumulación al equipo. En los dos extremos se instalaron dos ventiladores que producían un flujo suficiente de aire para inflar el colector. Por el otro lado salía el aire caliente que se introducía en el túnel de secado de 15 m de largo.

Este contenía un conjunto de carritos de 1,5 m de largo hechos de malla sima con varios estantes cada uno. El aire entraba por una pared lateral y se disponía de puertas en ambos extremos para que entraran y salieran los carritos. Cada carrito entraba con producto

fresco y a los 4 o 5 días salía con el producto seco. EL secadero estaba construido con chapas galvanizadas onduladas y una capa de aislación. El secadero funcionó muy bien, pero desgraciadamente no conseguimos una persona responsable por lo que no se conservó y finalmente dejó de funcionar. Este es un problema habitual con estas instalaciones que están a una distancia grande y no es posible, por razones económicas, inspeccionarla a menudo. Es importante detectar en el lugar la persona interesada y responsable que maneje el sistema.

El sistema funcionó secando en 6 días porque la temperatura de salida era un poco baja, unos 45 C. En parte este problema ocurría porque se depositaba polvo sobre el plástico disminuyendo la radiación disponible.

Uno de los productores, el Sr. Vargas, cuya finca estaba en la otra punta del valle, en San Carlos cerca de Cafayate, estaba interesado en el sistema ya que el producto, protegido dentro del túnel, no se ensucia y podía obtenerlo puro desde el punto de vista bromatológico. Éste se podía vender en el mercado internacional. El mismo construyó una copia del equipo solar y lo llegó a utilizar por varios años hasta que le proporcionamos otro más avanzado, según se cuenta más adelante. Este hecho constituyó un aliciente grande para nuestro trabajo. Por otra parte el Sr. Vargas usó su equipo durante todo el año con diversos productos obteniendo una buena rentabilidad.

En este trabajo cooperaron L. Saravia, R. Echazú, C. Gramajo, A. Fabris y M. García (N39). Los dos últimos trabajaban en el Centro Espacial San Miguel en Bs. As..

6.2.- El secado de tabaco

Cronológicamente este tema es anterior al ya relatado. El anterior es un tema más sencillo y hace las veces de introducción para esta presentación.

Lo primero que hicimos L. Saravia, A. Fabris y E. Alanís (N09) fue estudiar las características del secado de tabaco.

La producción de tabaco “Virginia” es una de las actividades agrarias mayores en Salta con una producción en el orden de las 20.000 toneladas por año. Las hojas de tabaco, una vez maduras son sometidas a un proceso llamado “curado”. En su primer etapa se mantiene a la hoja a una temperatura de unos 37 C sin secar, con lo cual se produce un conjunto de reacciones químicas que cambian el color de la hoja de verde a amarillo y da al tabaco sus propiedades. En una segunda etapa comienza el proceso de secado en forma lenta a unos 48 C con el fin de secar la hoja. En la tercera etapa, una vez secada la hoja, se levanta la temperatura hasta valores del orden de los 72 C para secar la nervadura, que es un tallo muy grueso de secado difícil. Si esto no se hace la hoja finalmente se pudre. Por último, una vez secada la nervadura, se humedece un poco la hoja, la cual está muy seca por el proceso anterior y se partiría al moverla. Como se aprecia, el curado es un proceso delicado que debe cumplirse con cuidado para obtener una hoja buena con el color

correcto. Existen alrededor de 7000 secadores de tabaco entre Salta y Jujuy, lo que constituye una actividad importante. El secador moderno, conocido como "bulk curing" consta de una cámara grande donde las hojas se colocan en unos soportes bastante apretadas hasta llegar a unos 50 kg por soporte. Los soportes se colocan en tres planos horizontales superpuestos. Se dispone de un ventilador que circula el aire de arriba abajo atravesando la masa de tabaco. El aire se recircula y pasa por un quemador, actualmente de gas, que se regula para tener las diferentes etapas. Unas ventanillas de aire dejan penetrar aire auxiliar que se lleva la humedad liberada durante el secado. La estufa está manejada por un baqueano con años de experiencia y logra manejarla para pasar por las distintas etapas entre 5 y 6 días. Cada carga de un secadero tiene un peso considerable y el costo del producto es de unos cuantos miles de dólares. Cada productor tiene varios secaderos que trabajan solamente un par de meses al año durante la recolección de las hojas.

Es posible utilizar energía solar en el proceso, al menos parcialmente, para ahorrar algo del gasto de gas. A continuación se explica lo realizado inicialmente.

Saravia, Alanís y Fabris (N18) construimos un prototipo de tamaño reducido respecto del habitual. El mismo tiene una cámara donde se colocan hasta 4 soportes con tabaco, con un peso total del orden de 200 kg. En segundo lugar la variabilidad del recurso y también del proceso en sus sucesivas etapas hacía pensar en la necesidad de un acumulador. Se seleccionó uno de 8 toneladas. En tercer lugar se tienen dos flujos de aire diferente, el que pasa por el acumulador y el que pasa por las hojas a secar. Por eso se colocaron dos ventiladores. Finalmente se instalaron varias compuertas para controlar los diferentes flujos y algunos controles para manejar su apertura o cierre. Se realizaron algunos ensayos calentando con una resistencia eléctrica para medir los consumos de energía necesarios. Se llevaron a cabo secados con mezcla de solar con acumulador y calentamiento eléctrico y se pudo estimar los consumos de cada etapa. Como cifra básica se midió un consumo total de energía del orden de 5500 Cal/kg. Los fabricantes de las estufas nos estimaron dicho consumo en unos 7000 Cal/kg de tabaco.

El Centro Espacial San Miguel se conectó con nosotros en 1978 con motivo de que su par alemán, una NASA alemana, tenía interés en este problema y quería realizar ensayos de secado en colaboración con nosotros. La Universidad de Bochum colaboraría con nosotros al igual que la empresa Grammer que construiría los secadores solares. Se planteó un proyecto muy ambicioso, del orden de U\$S 2.000.000 para construir un secadero solar de 730 m² de área. Sugerimos usar un acumulador de cantos rodados porque existe en abundancia en la zona. Está formado por un silo de 10 m de diámetro y 3 m de altura con 240 ton de piedra. Se usarían las bulk curing de la estación del INTA en Salta y se agregaría una habitación donde estaría el sistema de control electro-mecánico para manejar todas las compuertas necesarias. Nuestro grupo construiría el acumulador y conectaría todos los elementos.

Debo confesar que no pude conciliar el sueño por varias noches dado que esto

implicaba una responsabilidad y nuestra experiencia en 1978 era incipiente en materia de secaderos. En fin, la presión era grande y nos metimos en esta aventura. Ni la Universidad de Bochum ni la empresa alemana tenían experiencia en el tema, aunque sí podían construir el equipo que era bastante grande. Basta mencionar que el ventilador principal para mover el aire usaba un motor trifásico de 15 HP. Las cañerías para transportar el aire tenían una sección de $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$ y el circuito era complicado ya que el aire que se calentaba en los colectores debía pasar por el acumulador, de arriba abajo durante la carga de día y de abajo hacia arriba de noche.

El aire, ya sea de los colectores por el día y del acumulador por la noche debía pasar por las bulk curing.

Cuando se envió el cargamento a la ciudad de Salta, lo llevaron directamente, a mi nombre, al edificio central de la Universidad en pleno centro de Salta. Constaba de 5 camiones grandes de doble cuerpo que atascaron todo el tránsito del centro de la ciudad. Tuvimos un buen trabajo para sacarlos de ahí y llevarlos fuera de la ciudad a su destino final. El armado del equipo fue engorroso pero no hubo problemas, El cableado de todos los sensores y controles de puertas fue muy trabajoso. El equipo fue puesto en marcha realizando diversos ensayos con el mismo, que funcionaron correctamente.

El acumulador tuvo un muy buen comportamiento, apreciándose claramente el frente de temperatura muy uniforme que avanzaba a medida que se iba calentando. El volumen de aire circulante fue correcto.

El único problema que se tuvo fueron pérdidas de aire en los colectores. Ellos tenían una malla metálica oscura dentro del mismo y una cubierta doble constituida por un plástico transparente afuera y un vidrio por dentro. Cuando se los ensayó en Alemania, bajo radiaciones disponibles en el país del orden de 600 W/m^2 , daban temperaturas aceptables. Pero el problema es que las radiaciones en Salta llegaban a 1100 W/m^2 con lo cual las temperaturas llegaban a 140 C y más si no circulaba aire. El fondo de los mismos eran una lámina de poliuretano recubierto con una membrana fina de aluminio que no soportaba tal temperatura y se produjeron fisuras con pérdidas de aire. La firma Grammer envió una muestra de 20 colectores con un fondo más resistente que no tuvo esos problemas. Estos colectores fueron enviados con un avión C 130 de la Fuerza Aérea.

Nuestra opinión final del proyecto fue que el equipo funcionaba correctamente pero todo el sistema era muy costoso, por lo que debería pensarse en un sistema más sencillo. En general las aplicaciones solares en el agro deben ser sencillas y de bajo costo para que sean factibles económicamente. Ello fue nuestro trabajo de futuro como se verá más adelante.

6.3.- Otros invernaderos usados como secaderos de bajo costo

Luego de que se trabajó en los dos tipos de secadores descriptos pasamos varios años, entre 1983 y 1992, tratando de desarrollar diversos equipos de secado de bajo costo cuyos detalles se encuentran en artículos publicados en la revista AVERMA. En los mismos se estudiaron diversas alternativas del uso de los invernaderos de plástico como uso dual para secado y producción agraria así como secaderos con uso de colectores solares y túneles de secado.

De particular interés en este tema ha sido el trabajo realizado por el Dr. Adolfo Iriarte en la Universidad Nacional de Catamarca quien formó un grupo de docentes de la misma. Ellos colaboraron en diferentes temas relacionados con los secaderos solares y los invernaderos. En muchos casos esta actividad fue realizada junto a investigadores del INENCO y de la estación del INTA en Catamarca.

En particular el Dr. Iriarte ha llevado a cabo su doctorado bajo mi dirección sobre el tema de acondicionamiento térmico solar de invernaderos para la producción agrícola intensiva dando término a la misma en el 2001. El Dr. Iriarte ha publicado con sus colaboradores numerosos trabajos en el tema solar.

En relación con este tema varios investigadores han defendido sus tesis pudiendo mencionar a los siguientes:

El Dr. Miguel Condorí ha realizado un estudio de secadores invernaderos de tipo túnel que fue objeto de su tesis bajo mi dirección y fue defendida en febrero de 1999.

La Dra Noemí Sogari ha simulado y construido un secador solar con circulación de aire por convección natural en Corrientes, tema que fue objeto de su tesis de doctorado bajo mi dirección siendo defendida en Junio del 2006.

La Dra. Silvia Bistoni ha realizado en Catamarca un estudio de colectores solares de baja temperatura usados en un invernadero para su calentamiento. Este fue objeto de tesis bajo la dirección del Dr. Iriarte y la mía siendo defendida en Agosto del 2006.

A través del Programa Latinoamericano CYTED, financiado por España, Portugal y los países latinoamericanos, del cual hablaremos más adelante, tuve la oportunidad de dirigir dos Redes en los períodos 1992-1995 y 2006-2009. Ambas estuvieron dedicadas al estudio de los procesos de secado solar. En cada una de ellas participaron 14 países de Iberoamérica y se tuvo la oportunidad de estudiar el desarrollo de secadores por parte de investigadores de dichos países. Se investigó el funcionamiento de secaderos solares en muy distintas condiciones de radiación solar, de clima y de lugar de instalación.

Las conclusiones de las dos redes se publicaron en dos libros.

Uno en 1995 y recibió el nombre de 'Ingeniería del Secado solar'. Sus editores fueron R. Corvalán, Chile, M. Horn, Perú, R. Román, Chile y L. Saravia, Argentina. Una segunda publicación de este libro fue realizado unos años después.

El segundo en el 2009 y su nombre es 'Secado solar de productos agroalimentarios en Iberoamérica'. Sus editores son el Ing. Rafael Espinoza, Perú, y el Dr Luis Saravia, Argentina.

Estos libros contienen las nociones básicas sobre los secaderos y ejemplos de secaderos construidos en los distintos países. En especial, el segundo tiene fichas descriptivas sobre un número grande de secaderos y una colección de 56 fotos sobre los mismos.

De ambos libros se dispone de una versión digital en CD. La versión en papel del primero está agotada. Del segundo se dispone la versión en papel y la digital.

El trabajo en secado ha continuado en Salta y está a cargo del Dr. M. Condorí. Entre otros temas, ha diseñado y construido un equipo con colectores calentadores de aire metálicos y un túnel de secado del cual se ha conseguido construir varios que funcionan correctamente. El Sr. Vargas en San Carlos dispone de uno con un área de colectores de 200 m² que es usado con diferentes productos durante todo el año. La foto F4 muestra el secadero del Sr. Vargas con los colectores en metal, el túnel de secado y un quemador auxiliar de madera para el trabajo continuo durante la noche. En especial, produce productos molidos, como ser pimentón y polvo de ajo de excelente calidad.

CAPITULO 7:

EL INENCO: 1981-2015

7.1.- Creación del INENCO

El Grupo de Energía Solar creció con rapidez y trabajó intensamente en diversos temas relacionados con las Energías Renovables, de manera que al llegar a 1980 era conocido y respetado. Hacia esta fecha existían numerosos Institutos en diversos centros del país. En Salta existían grupos del CONICET reconocidos en Energía Solar, Ingeniería Química y en Minería. El Dr. Gottifredi, Rector de la Universidad, inició trámites a nivel nacional para que se formaran algunos Institutos y se pensó en 3 de ellos: El INIQUI, el IMBEMI y el INENCO. La sigla del INENCO corresponde a las siguientes letras de su nombre:

’ Instituto de INvestigaciones en ENergías no CONvencionales ‘

Después de varias entrevistas se aceptó por parte del CONICET la formación de los tres Institutos sobre la base de un Convenio entre la Universidad y el CONICET, de manera que ellos dependerían de las dos entidades. En 1981 el convenio comenzó a funcionar y los tres Institutos se pusieron en marcha.

En particular yo fui designado como Director del INENCO, funcionando en el mismo edificio que usaba el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa.

En el CONICET funciona la carrera del Investigador para ingresar a la cual se debe tener la nacionalidad argentina. Por esa razón no pude ingresar a dicha carrera hasta varios años después.

El CONICET no construyó un edificio nuevo y este ha sido un problema que aún subsiste, ocasionando dificultades debidas a falta de espacio para trabajo. A posteriori, La Universidad cedió en préstamo al INENCO un terreno de 2500 m² para formar un campo experimental al aire libre donde podemos llevar a cabo las tareas propias de equipos que funcionan con la radiación solar. Algunos años después la Universidad construyó una ampliación de 400 m² en el edificio, lo que permitió un desahogo parcial.

Cuando el trabajo con el secadero de tabaco terminó se dispuso de una cierta cantidad de colectores en desuso que podían utilizarse para construir un galpón de buena calidad. Se obtuvieron fondos y así nació el “taller” del INENCO con paredes hechas con colectores. Allí se cumplen las tareas de construcción de los diversos equipos experimentales. Años después se han construido 7 casitas de unos 6 m² c/u que sirven de apoyo para colocar la instrumentación a usar en los diferentes experimentos que se realizan al aire libre.

Recientemente, el CONICET autorizó la creación de una división administrativa (CCT) que se encarga de tramitar el contacto entre el Instituto y el CONICET. También se crearon algunos Institutos más con grupos de investigación que han crecido en los últimos años.

Por otro lado el CONICET ha promovido la integración de nuevos Investigadores en cada Instituto. En nuestro caso se incorporaron 3 grupos, por lo que el número de personas del Instituto ha crecido sustancialmente. A esto se agrega el hecho de que actualmente se dispone de una cantidad más numerosa de becarios.

El Conicet requiere que los directores no sobrepasen los 75 años, por lo que he dejado la dirección. Por concurso el Dr., Condorí ocupó el cargo. Ahora, los cargos de dirección deben concursarse periódicamente. Por otro lado me jubilé al cumplir los 67 años pero seguí trabajando en el Instituto bajo la forma de contratos por lo que seguí atendiendo a becarios y colaboré con proyectos.

A lo largo de los años el CONICET ha ido incorporando técnicos auxiliares para colaborar con las tareas administrativas y técnicas ayudando a los investigadores. Ellos son: Beatriz Balderrama, Ricardo Caso, Carlos Fernández, Hugo Suligoy y Raul Cullell. También han trabajado en el Instituto algunos contratados a través de proyectos, a saber: Hebe Elías y Mirta Echazú. Ellos cumplen una función muy importante y debo agradecer a los mismos por la tarea que han cumplido con total dedicación y empeño.

7.2.- El premio "Teófilo Isnardi" de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales otorgado al Dr. Luis Saravia en 1983

El premio "Teófilo Isnardi" es otorgado por la Academia en relación con el desarrollo de actividades experimentales en Física. El premio en el bienio 1980 – 1981 fue otorgado a mi persona, doctorado en Física e ingeniero industrial, en relación a las actividades de desarrollo de la Energía Solar en Argentina realizadas entre 1974 y 1983. Ellas culminaron con la creación del INENCO por parte del CONICET. La constancia del premio consiste en un diploma otorgado en diciembre de 1983.

Personalmente agradezco a la Academia por el reconocimiento de las actividades que realizamos en ese período en el Depto. de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa. Allí nos dedicamos a trabajar en aplicaciones de la energía solar con el fin de contribuir a la solución de algunos problemas energéticos en el NOA. Así mismo ayudé con la formación de investigadores locales, los que colaboraron con en esta actividad.

CAPITULO 8:

Acumulación de calor, 1976 - 2015

Dada la variabilidad del recurso solar, en muchos casos es necesario utilizar un acumulador de calor para cubrir los intervalos temporales sin radiación. Existen diversos sistemas de acumulación, algunos de los cuales han sido estudiados en el INENCO.

8.1.- Acumuladores de cantos rodados

Uno de los primeros tipos de acumulador estudiados fue el acumulador con cantos rodados. Usualmente este acumulador es usado en equipos en los que circula aire. Básicamente, consta de un contenedor lleno de cantos rodados preparado para que en un extremo se pueda introducir aire caliente que va moviéndose entre las piedras gracias al volumen vacío que queda entre ellas y por el otro extremo se retira el aire ya frío al haber calentado los cantos rodados. Cuando se desea retirar el calor almacenado el aire frío entra por el extremo de menor temperatura y en contacto con las piedras se calienta. La circulación para la recuperación se hace en sentido contrario al de carga del acumulador. Los acumuladores grandes se construyen con cantos con un diámetro cercano a los 5 cm. El volumen vacío entre los cantos es alrededor de un 36% del total del volumen del acumulador.

En la mayoría de estos acumuladores la circulación de calor se hace en dirección vertical. En esos casos es necesario preparar un soporte para las piedras de manera que estas se encuentran a una pequeña distancia del suelo, permitiendo retirar o entrar el aire por debajo de las mismas. Por arriba el techo está a una cierta distancia de los cantos, por lo que no hay problemas.

Dada la gran área de contacto entre el aire y los cantos rodados la transmisión de calor es muy efectiva y el aire se enfría en una distancia muy pequeña, de manera que se forma una especie de frente de salto de temperatura entre las zonas caliente y la fría, el que se va corriendo a medida que el acumulador se calienta.

Cabe indicar que una buena parte del NOA dispone de abundantes cantos rodados que se van formando cuando los ríos que bajan de los Andes arrastran los cantos y se van redondeando al ser arrastrados por el agua. Este es un material muy usado en la industria de la construcción y existen plantas que permiten separarlos por tamaños.

En 1976 Saravia y Alanís (N03) realizaron las primeras experiencias con estos sistemas y prepararon una metodología de cálculo aprovechando la información disponible en la bibliografía que permitía calcular la velocidad de carga de un acumulador dado y la pérdida de carga en el aire al recorrer el mismo. Esta última permite seleccionar el

ventilador necesario para mover el aire.

En 1978 Alanís, Saravia y Rovetta (I17) construyeron un pequeño acumulador con el cual se midieron los coeficientes de transferencia de calor entre el aire y los cantos rodados en diferentes condiciones de velocidad de aire y diámetro de los cantos,

También, Saravia, Alanís y otros (N13) desarrollaron una simulación computarizada de los acumuladores que fue comparada con un acumulador disponible.

La experiencia adquirida fue utilizada en el cálculo del acumulador grande utilizado en el secadero de tabaco ya descrito. Se pudo comprobar que el equipo construido respondía bien a los cálculos realizados. Este fue el mayor acumulador de cantos rodados construido por el INENCO.

8.2.- Acumulación con bentonita en muros Trombe

Otro tema en el que he trabajado en 1978 con el Lic. Alanís y la Lic. Rovetta(N19,I22) ha sido el desarrollo de un material que pudiera sustituir a los sólidos clásicos, como el hormigón, en la construcción de los muros Trombe utilizados para el calentamiento de edificios. Este es una mezcla de agua con bentonita. Este producto es habitualmente utilizado en las perforaciones petrolíferas para evitar posibles derrumbes dentro del pozo petrolífero.

Esta mezcla tiene un comportamiento reológico que interrumpe la convección térmica del agua, aún con saltos de temperaturas del orden de los 100 C. El contenido de bentonita que se utiliza es del orden del 13%. Su calor específico y densidad son similares al del agua pura. Con estas propiedades el material es sustancialmente mejor que un hormigón para fabricar muros Trombe. La desventaja que puede tener es que es necesario suministrar un contenedor para colocar el material.

Se han realizado ensayos en un prototipo y se aprecia que no existen peligros de que el material convecte, y su capacidad térmica volumétrica es superior al hormigón. Desafortunadamente no hemos tenido oportunidad de utilizarlo en condiciones reales en una vivienda.

8.3.- Acumulación en hormigón

En el 2009 M. Gea, F. Tilca, C. Placco, R. Caso, A. Machaca y L. Saravia han trabajado en la construcción de un acumulador constituido por una masa de hormigón recorrida por numerosos caños de hierro de alta presión distanciados entre sí en 9 cm. Por los caños se desliza el vapor de agua que va recorriendo los caños calentando el hormigón próximo al mismo. Al enfriarse, el vapor se transforma en agua líquida que sale del acumulador. Para recuperar el vapor se inyectará agua líquida en sentido inverso por los caños. El hormigón es capaz de soportar 300 C sin problemas.

En el 2012 hemos construido un acumulador de hormigón para el prototipo de concentrador Fresnel lineal construido en San Carlos, con un área de 172 m² de espejos cuasi planos, en una finca que posee un secador de productos agrarios. El acumulador tiene una masa de 13 toneladas con una sección de 0.5x2 m² y un largo de 5 m. Actualmente está siendo ensayado en conjunto con el equipo Fresnel. Su uso principal es acumular calor durante el día para permitir el funcionamiento de un secadero durante las 24 horas del día.

8.4.- Acumulación en materiales con cambio de fase

Estos materiales tienen un interés potencial en acumulación debido a que el calor de cambio de fase del material permite manejar cantidades de calor sustancialmente mayores que las que se consiguen usando el calor específico de un material. Existen varios materiales de este tipo que se han estudiado. Varios de ellos tienen algunos problemas para su utilización, principalmente el fenómeno de sub enfriamiento en el cual no se lleva a cabo el cambio de fase hasta que se llega a varios grados por debajo de la temperatura de cambio teórica.

En el INENCO tuvimos interés en estudiar algunos materiales, especialmente en temperaturas entre los 20 y 35 C con el fin de utilizarse para el acondicionamiento de viviendas. A partir de 1986 en conjunto con la Ing. G. Plaza (N66) y luego con la Dra. Bouciguez, realizamos una búsqueda, en especial con ésteres de ácidos grasos que tienen posibilidades de trabajar en el rango mencionado. La esterificación de ácidos se obtiene a partir de ácidos grasos como el láurico, el palmítico y otros con alcoholes como ser el metílico y el butílico entre otros. Finalmente se eligió trabajar con el estearato butílico y el metílico, que están disponibles en el país, tienen bajo costo y su rango de temperaturas es el que nos interesa. Estos materiales tienen la ventaja de poder ser mezclados con materiales de construcción, en especial yeso, por lo que se realizaron ensayos de mezcla y colocación de una capa del mismo sobre muros de una habitación apreciándose mejora en la capacidad térmica del muro. Otro ensayo (N81) consistió en la construcción de un muro colector recubierto del material colocado en un recipiente chato, el cual puede ser rotado de manera que durante el día se expone al sol y por la noche se rota para mirar el interior de la habitación que se calienta. Otra alternativa consistió en el uso de cilindros rellenos del material que se exponía al sol (N85) y también la colocación del estearato sobre un muro Trombe(N91). Los resultados fueron prometedores y la Dra. Bouciguez ha seguido trabajando en el tema por varios años, en varios casos con el Dr. Lara de la Universidad de Rosario, estudiando entre otros temas la evaluación matemática del comportamiento de estos sistemas. Sus trabajos se encuentran en las Actas AVERMA de la ASADES.

CAPITULO 9:

Los edificios solares, 1978 - 2015

El uso de las energías renovables en edificios resulta ser uno de los temas más importantes debido a su posible aplicación a un número elevado de casos en todo el país.

En el Grupo de Energía Solar fue un tema importante desde muy temprano.

Uno de los primeros estudios realizados fue la construcción de una vivienda para el Director de la Estación del INTA en Abra Pampa, que implicaba un reto ya que la misma se iba a construir a 3500 msnm con un clima seco y frío que necesita calentamiento aún en verano. Una primer etapa del diseño fue encarada por G. Lesino, R. Ovejero y L. Saravia (N20, N32). Se encaró el uso de muros externos dobles con aislación en el centro, muros Trombe en la cara norte y un invernadero lateral. Posteriormente se integró al grupo el Arq. Requena del INTA, con el cual se terminó de definir el edificio con varias implementaciones. Se decidió el uso de muros de una piedra, la cuarcita, caracterizada por tener un coeficiente de transferencia térmico más de dos veces mayor que el del hormigón. Esto mejoraba sustancialmente la acumulación de calor en los muros. Existía una cantera de cuarcita en las cercanías. Se agregó un garaje cubierto, necesario por la bajas temperaturas nocturnas, el que protegía desde el punto de vista térmico la pared sur. Dada la baja temperatura en verano se agregó un Trombe adicional en la pared oeste y el invernadero se colocó sobre la pared este. El invernadero permitía tener plantas dentro de la casa, algo muy agradable dada la falta de vegetación en el exterior. Finalmente, como el aire caliente de los muros Trombe debía circular por toda la casa de 200 m², los muros internos no llegaban al techo y permitían circular el aire.

La construcción se comenzó en 1980, pero se demoró mucho y se terminó en 1986. La foto F6 muestra el frente de la casa donde se ven los muros Trombe y el invernadero.

La casa se midió en detalle estando vacía en 1986 (N67). Durante el verano se mantenía alrededor de los 20 C todo el día y en invierno oscilaba entre 18 y 24 C mientras la oscilación externa iba de -18 a 12 C. La casa resultó ser muy confortable y la temperatura se mantenía en valores agradables todo el año. Este fue un diseño de avanzada que se ha utilizado después en otras casas de la zona.

En la misma época, 1980, se solicitó el diseño de un puesto sanitario por parte del Ministerio de Bienestar Social de Jujuy en una zona cercana a la de Abra Pampa con condiciones climáticas muy similares. La Dra. Lesino se hizo cargo del contacto con profesionales de Jujuy y del posterior seguimiento del diseño, construcción y medida del comportamiento térmico del puesto sanitario. Las condiciones solicitadas eran muy distintas de la casa de Abra Pampa, ya que se requería un sistema de auto construcción por

parte de los pobladores del pueblo y con uso de materiales locales tales como el adobe y piedras locales con medidas de 15 m por 8 m. Se usó paja seca como aislante del techo. Tenía 2 consultorios para atención médica, sala de espera, baño y una casa de dos dormitorios, estar y cochera para el enfermero residente.

El diseño dispuso el frente de 15 m mirando al norte con muros Trombe y más piezas en una segunda fila con un techo con quiebre que permite colocar ventanas que iluminan la parte trasera. Los muros de 55 cm de ancho están constituidos por dos muros de adobe entre los cuales se coloca aislante de poliestireno expandido de 5 cm de espesor. El techo tiene una estructura de madera cerrada con chapas galvanizadas. Debajo de estas se coloca una capa espesa de paja sostenida con una malla de alambre. Los muros Trombe fueron construidos con piedra de la zona.

Luego de terminada fue medida en 1986.

Durante el invierno con temperaturas de 5 a -10 C se midieron temperaturas en los dormitorios que miran al norte entre 24 C de día y 16 C de noche, manteniendo así diferencias con el exterior en el orden de los 20 C. En la sala de espera, que mira al sur y sólo recibe luz con ventanas en el techo, oscilaron entre 20 C y 10 C. El muro de adobe, por dentro, oscilaba entre 28 C y 16 C. La radiación en pleno invierno fue excelente, tenía un valor máximo de 1000 W/m². De los 6 días de medida, 5 fueron días claros y el sexto algo nublado.

Este puesto fue tomado como una referencia para la construcción de viviendas de bajo costo con materiales locales.

El INENCO ha seguido atendiendo varios requerimientos sobre diseño y simulación de edificios. El grupo integrado por la Dra. Lesino, la Dra. Flores Larsen y el Dr. Hernández se ha encargado de varios proyectos, entre ellos el primer hospital instalado en la Puna, en la población de Susques y han atendido diversas consultas de profesionales. La foto F7 muestra el frente del hospital solar de Susques donde se aprecian los muros Trombe. Detalles de los trabajos realizados por el Grupo pueden encontrarse en la Revista AVERMA. Las dos personas mencionadas se han doctorado en el INENCO bajo la dirección de la Dra. Lesino.

La Dra. Lesino ha colaborado con otras instituciones del país en este tema. En particular ha trabajado con la Dra. Cecilia Filippín en la Pampa donde se han construido varios edificios solares. La Dra. Filippín se ha doctorado bajo la dirección de la Dra. Lesino. También trabajó con la Dra. Erica Correa del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda de Mendoza. La misma se ha doctorado bajo la dirección de la Dra. Lesino en el tema de islas de calor urbano aplicado al caso de Mendoza.

CAPITULO 10:

El Brace Research Institute, 1992-1996

Entre 1992 y 1996 se llevó a cabo una colaboración con el “Brace Research Institute (BRI) de la “Mac Gill University” por 5 años. En ella se intercambiaron pasantías de algunas semanas en ambos sentidos por parte de 5 Instituciones de Argentina, entre ellas el INENCO. La coordinación general del proyecto del lado argentino estuvo a cargo del Ing. Alfredo Rapallini de la CNEA. En el INENCO la coordinación estuvo a cargo del Director del INENCO, Dr. Luis R. Saravia.

Del lado de Canadá la coordinación estuvo a cargo del Director del BRI Tom Lawand y participaron 3 asociados: Ron Ayward, Eric Brunet y Joe Ayoub. La especialidad del BRI es la de colaborar con Instituciones del mundo en desarrollo para adquirir tecnología relacionada con las energías renovables que puedan resolver problemas energéticos propios de cada país. Cada Institución Argentina envió 2 o 3 integrantes por año al BRI en Canadá.

De parte del INENCO han participado J. Franco, L. Saravia, R. Caso, R. Echazú, V. Passamai, D. Saravia,, G. Lesino, I. De Paul, M. Condorí, R. Echazú, E. Frigerio.

A continuación se detallarán algunas de las actividades realizadas por tema.

10.1.- Producción de agua potable para uso humano, 1992-2015

Existen extensas zonas del NOA con problemas serios de contaminación salina, ya sea por una concentración excesiva o por contaminación arsenical o bórica. Por tal razón en el INENCO se ha trabajado desde sus comienzos en el uso de la radiación solar en la producción de agua potable. Resultó ser de interés compartir los conocimientos adquiridos por ambas partes en algunos temas como ser el que se detalla en esta sección.

Usualmente los problemas mencionados ocurren en zonas aisladas con grupos familiares pequeños. Se pensó que los sistemas de destilación con batea y tapados con vidrios inclinados para recoger el agua condensada debajo de los vidrios, podrían ser adecuados para un trabajo conjunto por requerir una tecnología sencilla y de fácil mantenimiento por los propios usuarios.

Se planteó el uso de módulos pequeños transportables, del orden de los 2 m² de área, que pudieran ser llevados en camioneta al lugar de uso ya que los caminos no son buenos en muchas regiones. Se usan bateas construidas con bandejas de madera recubiertas con un plástico negro resistente y por encima se colocan dos vidrios en V donde se condensa el vapor emitido por el agua de las bateas calientes y desliza por debajo de los vidrios fríos.

Una canaleta a cada lado recoge el agua que ha deslizado por los vidrios. Se hicieron ensayos en Canadá y en Argentina para disponer de un diseño con materiales usados localmente. La foto F14 muestra un equipo de este tipo instalado en una casa de bajos recursos.

Se ensayaron 4 módulos en la zona rural sur de Salta con contaminación de arsénico, a ser usado por un grupo de 3 familias. El resultado a lo largo de los años fue muy bueno. Las familias se adaptaron a su uso y lo mantuvieron por si mismas sin problemas. Las familias se mostraron muy orgullosas de su uso y en algunos casos afirmaban que 6 de sus 9 hijos de menor edad, no habían tomado arsénico. Las personas del lugar conocen perfectamente los graves problemas sanitarios derivados de la ingestión del arsénico.

La siguiente actividad fue instalar un sistema de 6 módulos en una escuela de la zona norte de Salta en la que existe un problema de contenido excesivo de sales. El funcionamiento en 1996 fue bueno. Durante el segundo año se originaron problemas porque los equipos están sin uso durante los tres meses de verano. Por tal razón se diseñó una mejor estrategia cubriendo adecuadamente los equipos cuando no se usan.

También se ha llevado adelante una acción de formación de técnicos organizando cursos y talleres en una escuela técnica de la zona. Con fondos del proyecto se donó un conjunto de herramientas para personal de la escuela con el fin de mantener los equipos.

10.2.- Las cocinas de leña

El uso de la leña es habitual en las zonas rurales del NOA. Con la crisis del 2001 el consumo tuvo un fuerte incremento, especialmente en los alrededores de las ciudades. A posteriori esta situación ha mejorado con el incremento del nivel de vida de la población. De cualquier manera sigue siendo usada en las zonas rurales. Habitualmente la quema de leña se lleva a cabo en forma muy rudimentaria, con una baja eficiencia. Dada la experiencia del BRI en este tema se inició un proyecto de construcción de cocinas de leña de bajo consumo y costo reducido fabricadas con chapa de hierro.

El modelo usado incluye una parrilla por encima de la cual se coloca un cilindro de chapa que rodea en forma ajustada la olla. Esto permite que la llama que sale de la parrilla tenga un muy buen contacto con la olla mejorando sustancialmente la eficiencia. La quema de la madera se realiza debajo de la parrilla en una zona de quemado bastante pequeña rodeada de chapa. Esto orienta la llama obtenida hacia la parrilla debajo de la olla con muy pocas pérdidas hacia el exterior. Además permite que se usen ramas pequeñas que son el desecho de los árboles en vez de usar el tronco principal. Se pueden fabricar cocinas de distinto tamaño desde 10 litros a 50 o más. Las cocinas grandes son usadas por los comedores escolares o aquellos dedicados a suministrar comida a muchas personas de bajos recursos. Una cocina de este tipo se ve en la foto F10 colocada entre 2 concentradores solares.

El esquema destinado a popularizar su uso comenzó con la construcción de 25 cocinas que se repartieron en comedores escolares y fueron fabricadas con fondos del proyecto en el taller del INENCO. Luego se comenzó a dictar talleres para artesanos de manera que ellas pudiesen ser construidas en las propias regiones de mayor uso. La construcción se puede realizar por artesanos con un mínimo conocimiento de soldadura. También se dictaron por parte de técnicos del INENCO, R.Caso y C. Fernández, uno en la escuela técnica de Morillos y otro apoyado por la Intendencia de Salta.

El uso de las cocinas se ha popularizado bastante y existen un par de centenares en uso.

10.3.- Las cocinas solares

En zonas áridas como la Puna Salteña y los Valles Calchaquíes la provisión de energía para cocción es un problema de entidad. No hay árboles de los cuales extraer leña de tronco y la distribución de garrafas de gas es difícil dadas las distancias involucradas. El método tradicional consiste en el uso de las raíces de algunas plantas locales, como la tola. Esta acción produce problemas de desertificación ya que son las plantas que fijan el suelo. En algunos casos como los puestos sanitarios, las escuelas albergue y puestos de gendarmería se suele distribuir leña en camiones a un costo considerable. Estas zonas disponen de una radiación solar alta por lo que el uso de cocinas solares es una alternativa de interés.

El BRI ha provisto planos para la construcción de cocinas sencillas de tipo caja con reflector externo, que son útiles para familias. Se han ensayado diversos modelos ya sea en madera o en metal, que han mostrado su utilidad.

10.4.- Otras actividades

Se han realizado otras actividades a través del proyecto que llevan mucho espacio para ser detalladas. Entre ellas figuran la decontaminación biológica de agua con UV solar, el secado de productos agrícolas y el congelamiento para conservación de medicamentos.

Se debe agradecer a Tom Lawand y sus colaboradores por la energía y entusiasmo que han puesto en la realización de las tareas y el acceso a su magnífica biblioteca dedicada a la aplicación de las energías renovables en las regiones con mayores problemas energéticos.

CAPITULO 11:

La formación de profesionales, 1985 - 2015

Como se ha indicado en el prólogo, una de nuestras actividades principales ha sido la formación de profesionales lo que constituye una efectiva acción orientada a la divulgación de estas tecnologías

Nuestra primer preocupación fue la creación de una Licenciatura en Energías Renovables, la que comenzó en 1985. Con esta carrera logramos atraer a jóvenes ingresantes a la Universidad para que se formaran en esta especialización.

11.1.- El Doctorado con especialidad en energías renovables

Nuestro segundo paso fue lograr la especialización de nuestros propios investigadores y de los jóvenes que se formaban en la licenciatura. En 1991 se creó en la UNSa la Carrera de Doctorado en Física, lo que más tarde, en el 2000, se transformó en la carrera de “Doctorado en Ciencias con especialización en Energías Renovables”.

Yo fui designado como Director de la Carrera y actué como tal hasta que me retiré.

Antes de disponer de un doctorado apoyamos a interesados en el tema llevando a cabo su doctorado en otras Universidades bajo mi dirección.

Ellos fueron:

1. Josefina Mangussi en el Instituto Balseiro de Bariloche,
2. Hugo Grossi Gallegos en la Universidad Nacional de Luján.

En la UNSa se llevaron a cabo las siguientes tesis de doctorado dirigidas por mí:

3. Lic. Erico Frigerio. La radiación nocturna como fuente fría: su caracterización y uso. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta. Carrera: Doctorado en Física. Fecha de Defensa: 20/03/01. Calificación 8 (ocho). Expte. 8324/91.

4. Lic. Judith Franco. Destiladores solares multietapa. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta. Carrera: Doctorado en Física. Fecha de Defensa: 29/03/94. Calificación 10 (diez). Expte. 8023/89.

5. Lic. Miguel Condorí. Estudio de secaderos invernaderos del tipo túnel. Carrera: Doctorado en Física. Fecha de defensa: 20-4-99. Calificación: 10 Sobresaliente. Expte. 8154/92.

6. Ing. Víctor José Passamai. Modelización del proceso de secado en secadores solares directos. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta. Carrera: Doctorado en Física. Fecha de Defensa: 28/08/95. Calificación 9 (nueve). Expte. 8157/89.

7. Lic. Irene De Paul. Estudio experimental de la transferencia de energía por convección natural en recintos cerrados empleando modelos a varias escalas. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta. Carrera: Doctorado en Física. Fecha de Defensa: 02/06/99. Calificación 10 (diez). Expte. 8224/91.

8. Lic. Adolfo Iriarte. Acondicionamiento térmico solar de invernaderos para la producción agrícola intensiva. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta. Carrera: Doctorado en Ciencias: Área Energías Renovables. Fecha de Defensa: 05/12/01. Calificación 10 (diez). Expte. 8187/94.

9. Ing. Carlos A. Cadena. La cocina solar: aplicaciones comunales y productivas. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta. Carrera: Doctorado en Ciencias: Área Energías Renovables. Fecha de Defensa: 29/05/03. Calificación 10 (diez). Expte. 8395/96.

10. Arq. Elías Rosenfeld. “Las interacciones entre la energía y el hábitat en Argentina. El caso de la región de Buenos Aires”. Res. C.D. Cs. Ex. 300/4. Inscripción 28-10-04. Fecha de defensa: 14 de marzo de 2006. Calificación: 10, Felicitado.

11. Lic. Noemí Sogari. Estudio de secadores solares de tipo invernadero con circulación por convección natural. Res. C.D. Facultad de Cs. Ex. No 237/99, Expte. 8303/99. Inscripción 12/10/1999. Fecha de defensa: 15-06-06. Calificación: 9 (nueve).

12. Lic. Silvia Noemí Bistoni. Estudio de colectores solares de baja temperatura externos a un invernadero para su calentamiento”. Res. C.D. Cs. Ex. No 336/01, Expte 8188/94. 9 de Noviembre de 2001. Fecha de defensa: 1-03-2007. Calificación: 10 (diez).

13. Lic. Ester Sonia Esteban. “SISTEMAS DE DESTILACIÓN SOLAR CON RECUPERACIÓN DE CALOR”. Res. C.D. Fac. Ex. 115/03, Expte. 8416/97. 6 de junio de 2003. Fecha de Defensa: 06-07-07, Calificación: 10 Sobresaliente; Res. 301/07.

14. Lic. Germán Ariel Salazar. Estudio y caracterización de patrones de radiación solar a grandes altitudes mediante métodos globales y espectros métricos. Res. C.D. Cs. Ex. No 086/03, Expte 8365/02. 25 de abril de 2003. Fecha de defensa: 18/06/09. Calificación: 10 sobresaliente. Res.D-EXA:240/09.

15. MSc. Arturo Juan Busso. Res. C.D. 283/04, Expte 8096/04. Fecha de Inscripción: 14-10-04.

16. Esp. Verónica M. Javi. “Efectividad del uso de los TICs (Tecnologías de la

información y la comunicación) en la promoción y formación en Energías Renovables”. Res. C.D. 289/07, Exp. 8780/06. Fecha de Inscripción: 28/06/07. Fecha de defensa:

17. Lic. Martín Altamirano. “Estudio de absorbedores para la generación de energía eléctrica mediante un reflector lineal tipo Fresnel”. Res. C.D. 519/08, Exp. 8548/08. Fecha de Inscripción: 5/12/0 Exp. 8315/07. Fecha de Inscripción: 09-08-07. Fecha de defensa:

18. Mag. Marcelo D. Gea. “Reflector lineal tipo Fresnel para la generación directa de vapor de agua”. Res. C.D. 367/07. Fecha de defensa 2018.

19. Ing. Pablo DelliCompagni. “Diseño, construcción y ensayo de la etapa de generación eléctrica con un sistema solar térmico”. Fecha de defensa: febrero de 2019.

Por supuesto, otros investigadores, en especial la Dra. Lesino, se ha encargado de dirigir otras tesis para lograr el título de Doctor. El total de participantes que han llegado a doctorarse hasta la actualidad es del orden de 41.

11.2.- La maestría en energías renovables

Con posterioridad al Doctorado, se organizó en el Depto. de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa, la Maestría en Energías Renovables. La Dra. Graciela Lesino estuvo a cargo de su organización inicial. Actualmente se encuentra a cargo de la Dra. Judith Franco. Yo he colaborado con el dictado de diversos cursos.

La intención fue organizar la misma de forma que pudieran asistir profesionales de todo el país. Por tal razón se decidió no exigir la permanencia de los asistentes durante los dos años sino que se dicta en forma de cursillos independientes sobre los temas incluidos con una duración de 15 días cada uno, reuniéndose 4 veces por año. Los cursos son intensivos, 8 horas por día con teóricos, ejercicios y laboratorios, tomándose un examen al final de cada uno. Esta modalidad dio oportunidad para que atendieran los cursos numerosos interesados de todo el país ; entre 25 y 40 personas por cada dictado.

Esta maestría se dicta cada 2 años, se ha repetido 13 veces y sigue funcionando. En muchos casos la misma se organizó en otras Provincias como ser Catamarca, Santiago del Estero, Corrientes, Comodoro Rivadavia y otras. En cada caso se dictó con la colaboración de una Universidad Local.

Los cursos que se dictan procuran dar un panorama general con cierta profundidad de los temas más importantes de las energías renovables tales como solar, eólica, geotermia, bioenergía, la contaminación ambiental. En muchos casos los concurrentes no están interesados en completar la maestría sino en concurrir a los temas que les interesa. La continuidad en su dictado por tantos años, la numerosa asistencia y el entusiasmo de los interesados muestran que la maestría ha constituido un éxito que se mantiene en el tiempo.

CAPITULO 12:

Las cocinas solares, 1997-2003

12.1.- Las cocinas tipo caja

En el capítulo 10 mencioné brevemente nuestros primeros trabajos en el tema de cocinas solares realizados entre 1992 y 1996, en colaboración con el “Brace Research Institute” (BRI) de la “Mac Gill University”. Ahora retomamos el tema de las cocinas tipo caja explicando los trabajos realizados a partir de 1997 durante un extenso período.

Una buena parte de estas nuevas actividades las llevamos a cabo en conjunto con 13 centros de investigaciones como parte del “Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo”, (CYTED). En un capítulo posterior describiré con más detalle mi relación con el CYTED. El CYTED financió una Red relacionada con la cocción:

La Red Iberoamericana de Cocción Solar de los Alimentos (1997- 2002, RICSA), que fué dirigida por la Dra. Lesino del INENCO.

Los trabajos realizados fueron publicados en formato de un disco CD con el nombre:
“Las cocinas solares en Iberoamérica, red Ricsa”

Sus editores fueron Alfredo Estévez, de Mendoza y Roberto Román, de Santiago de Chile.

Los comentarios que siguen son resúmenes basados en el contenido del CD.

El estudio que se llevó a cabo estuvo centrado en las cocinas solares de tipo caja. El mismo ha sido mucho más detallado que en el trabajo realizado con el BRI, dado que la cantidad de profesionales involucrados fue mucho mayor. Las instituciones involucradas fueron:

1. Argentina

INENCO, Salta, G. Lesino y L. Saravia

INCIHUSA, Mendoza, A. Esteves

2.-Chile

Depto de Ing. Mecánica, Universidad de Chile, R. Román

Centro de Energías Renovables, Tarapacá, R. Fuentes

Fundación Terram, Con-Con, P. Serrano

3.- Costa Rica

Universidad Nacional, Heredia, Sh. Nandwani, J. M. Coto

Proyecto Centroamericano de Energía Solar, J. A. Mora

4.- Cuba

Centro de Energía Solar, Santiago de Cuba, L. Vázquez, S. Fonseca

5.- España

Universidad Complutense, Madrid, J. Doria, M. C. de Andrés

6.- Honduras

Universidad Autónoma de Honduras, M. Flores Baraona, I. Lagos

7.-Mejico

Depto. De Ingeniería, Universidad Iberoamericana, A. Finck Pastrana

8.- Paraguay

INTN, Asunción, M. E. de Castel

9.- Perú

Universidad de Ingeniería, Lima, M. Horn, W. Maldonado

E. G. Solar, Lima, A. López

10. Portugal

INETI, Depto. De Energías Renovables, Lisboa, M.Collares Pereira, G. Romeu de Matos

Ao Sol. Energías Renovables Ltda., Bárena, J. Correia de Oliveira

12.1.1.- Materiales Usados en las Cocinas

Autores: R. Echazú, L. Saravia, C. Cadena, INENCO, Argentina, Capítulo 4.

1) Materiales de cubierta.

Se recopilarn las propiedades ópticas: transmisión global y transmisión como función de la longitud de onda, coeficiente de extinción para los siguientes materiales: acrílico, fibra de vidrio, policarbonato, vidrio ordinario, vidrio pyrex.

2) Materiales reflectivos.

Se midió la reflexión global para los siguientes materiales especulares: espejos de vidrio 2mm, 3 mm y 4 mm, tres aluminios de alta reflectividad, mylar, papel de aluminio y acero inoxidable. También se midió para materiales difusivos: PVC blanco, fibra de vidrio pintada de blanco, chapadur pintado blanco, chapa pintada de blanco y blanco envejecida, chapa galvanizada.

También se midió la reflexión como función de la longitud de onda.

3) Aislantes térmicos.

Se informa sobre la densidad y conductividad térmica de los siguientes aislantes: poliestireno expandido, lana de vidrio, espuma de poliuretano, vermiculita suelta, perlita suelta, granulado volcánico y arena seca.

4) Acumuladores de calor sensible.

Con la cocina puede calentarse un acumulador de calor, que será usado bajo techo. Se dan valores para la densidad, la capacidad calorífica por unidad de masa y por unidad de volumen, y la conductividad térmica para los siguientes materiales: alúmina, aluminio, concreto, granito, hierro fundido, piedra caliza y plomo.

12.1.2.- Protocolo de ensayos de cocinas solares tipo caja

Editado por: Alfredo Estévez, Capítulo 5.

El protocolo que se presenta tiene por objetivo evaluar el comportamiento térmico de las cocinas solares de caja. Existen otros aspectos que también pueden evaluarse, pero nos limitamos a éste por permitir la comparación con otras formas de generar la energía necesaria. A medida que se desarrollaron diversas cocinas se han ido definiendo distintos tipos de ensayo. El que aquí se utilizó se basó en los ya existentes, tratando de mejorarlos para ensayar los distintos aspectos de la captación de energía solar, su uso y el calentamiento de la comida.

Son tres los fenómenos físicos más importantes en la cocina:

1) La comida habitualmente se coloca en una olla con agua. Dado que los alimentos tienen mucha agua en primera aproximación se supone que lo que se calienta mediante la energía solar es una cantidad dada de agua que alcanza los 100 C a presión atmosférica en un cierto intervalo de tiempo. El intervalo dependerá del tipo de cocina. La olla se calienta recibiendo directamente radiación solar e indirectamente por transmisión térmica desde las paredes que también se calientan con la radiación solar.

2) Una vez que se llega a los 100 C, el agua de la olla ha acumulado una cierta cantidad de energía, que se evalúa teniendo en cuenta la masa de agua y la diferencia entre la temperatura inicial y la final del agua.

3) Una vez que el agua comienza a hervir la cocina mantiene su temperatura de cocción a 100 C perdiendo el calor que se recibe mediante varias alternativas: la vaporización de agua, la radiación y convección desde la olla a las paredes de la cocina y la conducción a través del fondo metálico sobre el cual se apoya la olla. Esto tendrá lugar en un determinado intervalo de tiempo que no es otro que el tiempo de cocción del alimento.

Con el fin de evaluar los tres procesos se llevan a cabo dos ensayos térmicos:

1) Para determinar la cantidad de radiación solar que se transforma en calor sensible

del agua se lleva a cabo un primer ensayo de calentamiento sin agua en la olla. Al cabo de un tiempo la cocina alcanza la temperatura posible máxima, la que se mide.

2) Luego se realiza un segundo ensayo con la olla llena de agua. Este es el funcionamiento típico del agua en un proceso de cocción. Aquí se miden dos variables. Una es el tiempo de cocción. La otra es la llamada potencia de cocción instantánea que no es otra cosa que la potencia que se va entregando a medida que la temperatura de cocción sube hasta llegar a los 100 C. Para obtener esta curva se mide el ascenso de temperatura cada 300 segundos, lo que se multiplica por la masa de agua y se divide por los 300 segundos.

Hay dos pruebas más, además del tiempo de calentamiento, que permiten analizar las transmisiones de calor: una es la medida de temperatura máxima que se alcanza en el fondo si se calienta la olla sin agua en ella. La otra es la medida de la temperatura del agua como función del tiempo hasta la ebullición que permite determinar la cantidad de energía que absorbe el agua durante el intervalo de calentamiento.

Al plantear las ecuaciones de funcionamiento de la cocina en los dos ensayos básicos se determinan 3 parámetros que permiten comparar el funcionamiento de las cocinas. Esto no lo plantearemos aquí pero se puede leer en el libro mencionado. Los mismos se conocen como F1, F2 y la potencia de cocción efectiva medida a 50 C. F1 está relacionado con la facilidad de la cocina para transmitir la energía solar a la olla de cocción. F2 se relaciona con la capacidad para transmitir la energía acumulada en al olla al exterior de la cocina. Finalmente, la potencia de cocción indica cuánta es la energía que es capaz de entregar a la olla para la cocción, o sea la capacidad en cuanto al volumen manejable de agua en la olla.

La red permitió encarar la realización de ensayos de cocinas usadas en diferentes países integrantes de la red y la posibilidad de estudiar posibles modificaciones para mejorar su funcionamiento.

También se llevo a cabo una comparación de los procedimientos para el uso de las cocinas en cada país.

Cabe indicar que el Dr. Victor Passamai completó su trabajo de tesis bajo mi dirección en relación con los modelos del proceso de secado solar en Agosto del 1995.

También el Dr. Carlos Cadena completó su trabajo de tesis bajo mi dirección sobre las aplicaciones comunales y productivas de las cocinas solares en mayo del 2003.

12.1.3.- La simulación de cocinas solares tipo caja

Autores: L. R. Saravia, C. Cadena, M. Quiroga y D. Saravia, Capítulo 6.

En el INENCO se ha desarrollado un simulador del comportamiento térmico de sistemas solares, llamado Simusol, que es utilizado para la simulación de todos los equipos térmicos que se desarrollan en el INENCO y que fue usado para la simulación de

las cocinas solares de tipo caja. En un próximo capítulo se detallará el desarrollo de este programa que es de fácil uso y brinda buenos ajustes térmicos de los equipos estudiados. Aquí sólo se explica su uso en las cocinas tipo caja.

Ante todo se deben seleccionar las temperaturas más importantes que definen el comportamiento del equipo y que son las calculadas con el programa. En este caso se utilizaron 15 temperaturas que representan los comportamientos más importantes del equipo. En segundo lugar se deberán introducir los valores de las variables que determinan el comportamiento térmico del equipo, como ser la radiación solar, la temperatura externa y la masa de agua así como las características geométricas de la caja. Para esto se utilizan las radiaciones y temperaturas que están determinadas en el ensayo del comportamiento de la cocina. En particular se introducen la distribución de la radiación sobre las distintas superficies, las que se pueden medir directamente en el equipo antes de comenzar el ensayo. Los parámetros convectivos, conductivos y radiativos son estimados a partir de la geometría y eventualmente se los considera como parámetros dependientes de las temperaturas que se van calculando a lo largo de la simulación.

El resultado del cálculo son los valores de las 15 temperaturas seleccionadas como función del tiempo a lo largo de la evolución del experimento.

Por otro lado se realiza el ensayo experimental de la cocina en condiciones reales de uso. Estos valores se compararán con los resultados simulados. Los resultados que se han obtenido muestran que existe un buen acuerdo entre la simulación y el cálculo, como se puede apreciar al comparar las curvas representativas de las temperaturas calculadas y las medidas.

Estas simulaciones constituyen una herramienta adicional para la comparación del comportamiento de los distintos tipos de cocinas que se utilizan en Latinoamérica pudiéndose transformar en otra forma de comparación del comportamiento real de las distintas cocinas que se han construido.

12.2.- Otros aspectos considerados en la Red

Cabe destacar que además de los aspectos técnicos relacionados con la energía se discutieron muchos temas sobre problemas sociales de adopción de la técnica, el impacto ambiental, el uso de las cocinas, su mercado actual y su fabricación en serie. Estos artículos pueden leerse en el CD ya mencionado.

Otro capítulo importante es el desarrollo de nuevos tipos de cocinas cajas que ha estado a cargo del Dr. Collares Pereira y sus colaboradores, el que se puede examinar directamente en el capítulo 7 del CD.

Se ha desarrollado un nuevo tipo de cocina caja donde se han optimizado el diseño geométrico y las superficies de reflexión para obtener una cocina con alto aprovechamiento

de la radiación solar incidente. Esta cocina ha sido fabricada industrialmente en Portugal y se vende en Europa.

12.3.- Cocinas solares con concentradores en escuelas albergues

En Salta existen extensas regiones, cercanas a las montañas de los Andes, con poca vegetación. La población es escasa y viven distanciadas ya que deben cuidar sus majadas que constituyen su principal sustento. Para encarar la educación de los hijos, el Gobierno ha instalado numerosas escuelas albergue, habitualmente con un número de alumnos entre 30 y 50. Dada las distancias entre las familias, los alumnos viven en la escuela durante la semana y vuelven a casa los fines de semana. En la escuela viven los maestros que atienden a los alumnos, teniendo allí una casa propia.

El suministro de energía es todo un problema debido a la dispersión de estas escuelas. No existe leña y el uso de gas envasado es problemático debido a que las poblaciones mayores se encuentran a grandes distancias. El único material disponible es un arbusto, la tola, que tiene raíces muy largas. Los lugareños extraen estos arbustos, con lo cual se comienza a producir un problema de desertificación con aparición de arena. Si esto continúa el problema se extiende varios kilómetros a la redonda. Como alternativa, el gobierno lleva camiones de leña o suministra garrafas a muy altos costos. En realidad una fuente de energía está disponible: la radiación solar. El problema de suministro eléctrico básico se comenzó a solucionar cuando los equipos fotovoltaicos empezaron a bajar de costo y se organizó un plan de suministro fotovoltaico con ayuda internacional. Varios miles de paneles han sido colocados. El próximo paso fue el suministro de agua caliente para higiene personal y limpieza de las casas. Para los lugareños éste es un grave problema, dado que la temperatura del agua disponible es muy baja, con frecuentes heladas en invierno. Los paneles solares de agua caliente son una solución que está siendo utilizada cada vez con mayor frecuencia.

Finalmente tenemos el problema de la cocción, al cual el INENCO intentó dar una solución desarrollando cocinas solares adecuadas a las necesidades locales. En este tema he participado personalmente con la ayuda de R. Caso y C. Fernández la cual fue indispensable para su diseño y construcción. Las cocinas solares de tipo caja son relativamente pequeñas y su uso es adecuado para preparar comida para las familias. No se podría alimentar adecuadamente alrededor de 50 personas. Se necesita una cocina con una área de captación mucho más grande. La cocina solar adecuada es la que usa concentradores solares, ya que sus áreas de captación son bastante mayores. Básicamente están constituidas por un concentrador parabólico que levanta al temperatura en su foco hasta los 300 C. Allí se coloca una olla grande de 30 o más litros. Las estimaciones hechas prevén que cocinas con concentración de unos 2 m² de área de captación es lo más conveniente, ya que pueden calentar unos 30 litros de agua, lo que tiene un peso manejable. Por otro lado, si bien se pueden fabricar concentradores más grandes, los

frecuentes vientos fuertes no permiten mantener a las cocinas en su sitio. Se estima que 2 o 3 cocinas de este tipo son suficientes. El disponer de más de una cocina resulta más conveniente al permitir la preparación de más de un tipo de comida a la vez. La foto F10 muestra el conjunto de dos cocinas y elementos auxiliares que se entregan en una cocina albergue. La foto F11 muestra las cocinas instaladas en una escuela.

Después de estudiar las publicaciones existentes, decidimos que debíamos diseñar un modelo distinto para satisfacer las necesidades de las escuelas. Varios de los integrantes del INENCO colaboraron en este trabajo(N180,N197,N215,N248,N275). Los puntos a tener en cuenta en el diseño fueron:

a) La cocina debe ser de constitución fuerte ya que su uso sería muy intenso. Su peso debía ser medianamente liviano para poderla mover, pero debía ser capaz de soportar vientos medianamente fuertes. Cuando los vientos son fuertes la cocina se puede girar con la boca hacia abajo para presentar áreas reducidas al viento.

Se decidió no usar espejos de vidrio por ser muy pesados. Se colocaría aluminio de alta reflexión. Afortunadamente, una fábrica dedicada a la construcción de luminarias importa de Alemania chapas de 0.4 mm de espesor en tamaños de 1x 2 m² y estaba dispuesto a venderlo para nuestro uso.

Las cocinas vistas usaban espejos con gajos cuasitriangulares colocados radialmente sobre una estructura metálica. Estos gajos no pueden adoptar la curvatura necesaria en ambos sentidos, por lo que es necesario moldearlos a presión o de lo contrario darles sólo una forma aproximada, obtenida a partir de una chapa plana, lo que daría lugar a un foco más grande. Nosotros decidimos tomar otro camino: cortar el espejo parabólico con planos normales al eje distanciados a unos 10 cm entre sí. El espejo quedaría dividido en secciones trono-cónicas de poca altura. Con alturas de 10 cm se obtiene una superficie muy cercana a la original. El cono es una superficie reglada por lo que si se abre puede adoptar una forma de parte de un aro circular, cuya construcción a partir de las chapas de aluminio sería muy simple con una mesa preparada para ese efecto. Cada aro tiene un diámetro menor y otro un poco mayor. Un programa en excel calcula estos valores dando las medidas originales del cono. Una vez que cada aro se corta, al unir los dos extremos la chapa toma automáticamente la forma exacta del cono original. Sólo resta preparar una estructura metálica con brazos radiales que tienen la forma de la parábola y círculos colocados normalmente para sostener los conos. Internamente el espejo no alcanza el vértice central sino que se deja un aro de 50 cm de diámetro libre por razones que se explicarán después. Por fuera los brazos se unen a una circunferencia metálica de 1.74 m que da a la apertura de entrada de la radiación el área de 2 m². La estructura metálica se suelda sobre un molde que sostiene los dos aros y los brazos para obtener la precisión necesaria. El operario que arma el espejo se para en el orificio central y va colocando los aros sujetos con remaches a la estructura con muy buena precisión.

El armado por conos da una estructura muy resistente y de aspecto agradable.

b) El espejo armado debe colocarse sobre una estructura triangular horizontal con 3 ruedas giratorias en las puntas. Sobre la estructura se colocan dos rulemanes a cierta altura y a ellos se sujeta el espejo, de manera que el mismo pueda girar sobre un eje horizontal. Por otro lado las 3 ruedas permiten que el equipo gire sobre un eje vertical. Los dos movimientos permiten mover al espejo para que los rayos del sol se concentren en el foco de la parábola. La experiencia muestra que con mover el concentrador y enfocararlo cada 20 minutos es suficiente para conseguir un buen foco para calentar la olla.

La olla se coloca sobre una reja horizontal sujeta directamente a la estructura triangular, de manera que el espejo pueda girar alrededor de la olla. Este soporte pasa por el círculo de 50 cm, diámetro que permite los movimientos necesarios a lo largo del día sin problemas.

Con esta disposición no es necesario colocar motores para el movimiento del espejo. El movimiento cada 20 minutos es suficiente. Esto no es una molestia para el usuario ya que el mismo debe atender periódicamente la comida que se cocina. Con esta disposición la cocción se lleva a cabo sin problemas. Pueden usarse ollas de 30 cm de diámetro o menores. No es aconsejable usar ollas mayores ya que son muy pesadas y el manipuleo se vuelve peligroso.

c) El disponer de un horno para pan, asados etc. resulta imprescindible en estas escuelas. Se puede usar un horno de barro pero el consumo de tola es muy grande, por lo que sólo se usa en eventos muy especiales. Por eso se nos hizo hincapié en disponer de un horno solar. Esto no es muy habitual salvo con equipos muy grandes. Esto constituyó un desafío para nosotros y nos llevó un tiempo resolverlo. Se hicieron dos ensayos, de los cuales el segundo fue la solución que pasamos a explicar. El otro es interesante para otras aplicaciones y lo explicaremos después.

La idea básica es colocar una caja metálica cúbica pintada de negro, de unos 40 cm de lado en vez de la olla, la que servirá de horno. Tendrá una puerta por delante para colocar la comida a hornear. La radiación que refleja el espejo es completamente recibida por el cubo por todos los lados. No llegará al foco que estará centrado dentro del cubo. La temperatura de un horno llega habitualmente hasta 220 C considerada como un horno bien caliente. EL espejo recibe 1000 W de potencia por metro cuadrado que después de la reflexión se transforma en unos 1600 W que inciden sobre el cubo. Desgraciadamente esto no es suficiente para que el cubo suba interiormente a más de 120 C dadas las pérdidas por convección y radiación desde el cubo al exterior. Para resolver el problema se nos ocurrió cubrir las 6 caras con dos vidrios térmicos cada una, sujetos por una estructura metálica por los bordes. Ello evita en mucho la pérdida convectiva y radiativa mientras que la absorción de la radiación por los dos vidrios no es muy grande. La temperatura dentro del horno, vacío, llegó a 230 C. El cubo se comporta casi exactamente como un horno convencional y el problema queda resuelto. Los vidrios deben ser térmicos para soportar las altas

temperaturas. La puerta también debe estar tapada por los vidrios.

El uso es muy sencillo ya que basta retirar la olla del soporte y colocar el cubo. Los ensayos realizados en las escuelas fueron muy buenos. El horno es capaz de cocinar algo más de 4 kg de pan, ya seco, en unos 75 minutos. Se pueden realizar 6 cocciones por día produciendo un total de 27 kg por día, lo que alcanza para más de un día.

El horno también puede cocinar todas las comidas horneables habituales. En la foto F10 se puede apreciar uno de los concentradores con el horno instalado.

d) Dado que las escuelas están en lugares muy aislados, el espejo del concentrador se corta en 4 partes para su traslado, las que se unen luego con tornillos. Se han llevado cocinas con horno a caballo hasta alturas de 4500 msnm.

Una vez que estas cocinas comenzaron a usarse se buscó mejorar la estructura metálica. Para eso se utilizó una forma parabólica hecha directamente de plástico con fibra de vidrio, el que se fabrica sobre un molde metálico con las medidas precisas. Esto ha mejorado la fortaleza de la cocina y su aspecto, que ahora luce profesional. La estructura plástica protege mucho la chapa de aluminio que va pegada por el lado interior del plástico.

Actualmente la cocina se está usando en las provincias del Noa y hasta han comprado una desde el Uruguay.

12.3.- Los concentradores con acumulación

Se comentó en la sección anterior que existe otra solución, que fue desechada, para disponer de un un horno solar. Ahora explicaremos brevemente el desarrollo realizado.

Si se coloca una masa metálica de aluminio en el foco de un concentrador se calentará obteniéndose altas temperaturas, del orden de los 300 C. Ello significa que en la masa se ha acumulado una cantidad de energía que podría ser utilizada en otro lugar trasladando la masa. Si usamos como horno, una caja con aislación y se coloca dentro la masa, la temperatura del horno subirá. Si la cantidad de calor disponible es suficiente, el horno se podría utilizar para hornear comidas.

El Dr. Carlos Cadena ha descripto y simulado en detalle este tipo de cocinas en su tesis “La cocina solar: aplicaciones comunales y productivas” que ha llevado a cabo bajo mi dirección y aprobado en el 2003.

12.4.- El premio Dupont-CONICET

El CONICET y la empresa Dupont en Argentina llegaron a un acuerdo instaurando un programa de apoyo al desarrollo científico-tecnológico para promover las investigaciones aplicadas en distintos temas, consistente en un concurso que se llama periódicamente. En el año 2004 se realizó un llamado en el tema de energías renovables. Se presentaron 40 grupos de todo el país, haciéndolo en particular el INENCO con la

cocina comunal. Nuestro Instituto resultó ser ganador del premio lo que constituyó un reconocimiento importante por parte de las dos instituciones.

CAPITULO 13:

EL CYTED, 1993-2010

13.1.- Introducción

El Programa “Ciencia y Tecnología para el desarrollo”, (CYTED) fue creado a propuesta de España y está integrado por todos los países iberoamericanos. Es dirigido por un Secretario General español. Su actividad está organizada por varios subprogramas que cubren los temas de interés mutuo para los países integrantes. El subprograma VI, denominado “Nuevas fuentes y conservación de la energía” cubre los temas de nuestro interés.

A partir del 2003 se cambió la división mencionada pasando a cubrir temas más amplios en menor número. Cada subprograma está dirigido por un coordinador internacional que se renueva cada 4 años por elección de la Asamblea General integrada por un representante de cada País. Entre 1998 y 2006, en el caso del subprograma VI, esa designación recayó sobre mi persona a propuesta del representante de la Argentina y el acuerdo de los demás representantes. En esos años El Secretario General del CYTED fué el Dr. José Antonio Cordero, especializado en microelectrónica, quien durante esos años prestó especial atención al tema de nuevas fuentes de energía recibiendo el subprograma VI un gran apoyo de su parte.

Después del 2006, se aprobaron varias nuevas redes, entre ellas la red RISSPA donde se siguió estudiando las tecnologías de secado solar. Se aprobó mi designación como coordinador y se puso en marcha en el 2006, después de que había terminado mi actuación como coordinador internacional. En esos años el Secretario del CYTED fue el Sr. Fernando Aldana y el gestor del Area de Energía el Dr. David Pérez Martín de Cuba.

La actividad de cada subprograma se organiza en Proyectos de Investigación y en Redes Temáticas. La duración de cada uno también es de 4 años. Anualmente se realiza un concurso para ir renovando aquellos que van venciendo.

Los proyectos de investigación se orientan a la investigación aplicada en temas de interés de los países. Los integrantes de cada proyecto pertenecen a Instituciones de Investigación de los distintos países del programa.

Las redes temáticas están dedicadas a facilitar la interacción, la cooperación y la transferencia de conocimientos y tecnologías en los temas relacionados con el subprograma.

Del año 1998 en adelante el presupuesto anual ha oscilado en unos U\$S 6.000.000 anuales, el cual se divide entre los proyectos y redes. Estos fondos sólo pueden ser dedicados a la organización de cursos, reuniones y becas no pudiéndose financiar las

actividades de investigación. Los fondos de investigación que pudieran necesitarse deben ser provistos por los países integrantes de cada proyecto o red.

13.2. Proyectos del subprograma VI

Hasta el 2010, año en el que deje de actuar en el CYTED, los proyectos que se ejecutaron en el tema de energía fueron:

1.- Aplicaciones industriales de la energía solar a temperaturas bajas y media.

Coordinador: Dr. Jose Doria de España

2.- Macroacumuladores de Energía Térmica.

Coordinador: Dr. José Doria de España

3.- Aplicaciones de nuevas tecnologías al tratamiento de aguas destinadas a consumo humano.

Coordinador: Dr. Manuel Collares Pereira.

4.- Nuevas tecnologías de climatización utilizando energías renovables

Coordinador: Dr. José Doria

5.- Abastecimiento de agua en las zonas rurales mediante bombeo fotovoltaicos

Coordinador: Dr. Naum Freidenraich

6.- Nuevas tecnologías de cocinas solares, NUTECSA (1999-2003)

Coordinador: Dr. Manuel Collares Pereira

7.- Aprovechamiento de nuevas tecnologías para tratamiento de aguas(2000-2004)

Coordinador: Dr. Carlos Armenta

Las redes ejecutadas hasta 2010 fueron:

A.- Red Iberoamericana para el uso racional de la Energía en el medio rural, RIURE(1996-2001)

Coordinador: Dr: Luis Saravia

B.- Red iberoamericana para la electrificación rural con energías renovables (1996-2001)

Coordinador: Ing. Jorge Huacuz

D.- Red Iberoamericana de cocción solar de los alimentos; RICSA (1997-2002)

Coordinador: Dra. Graciela Lesino

E.- Red Iberoamericana de Solarimetría (1998-2002)

Coordinador: Dr. Hugo Grossi

F.- Red Iberoamericana de refrigeración y aire acondicionado RIRAAS(2000-2004)

Coordinador: Dr. Isaac Pilatowsky

G.- Red Iberoamericana de Generación Eólica RIGE (2000-20004)

Coordinador: Dr. José Cataldo

H.- Red Iberoamericana para las aplicaciones de la energía fotovoltaica, RIASEF(2002-2006)

Coordinador: Dr. Manfred Horn

I.- Red Iberoamericana de secado solar de productos agroalimentarios, RISSPA(2006-2010)

Coordinador: Dr. Luis Saravia

13.3.- Resultados derivados del trabajo realizado en el CYTED

Se puede apreciar del listado anterior que la tarea realizada en el subprograma VI está muy ligada a las actividades realizadas en general en el INENCO, por lo que ha habido una realimentación importante entre las dos instituciones, para beneficio de ambas partes. Nos ha sido posible conocer la tarea que en materia de energías renovables se está haciendo en toda Iberoamérica, lo que se ha aprovechado dentro de los grupos que forman el INENCO. Por otro lado las instituciones de investigación de los distintos países han conocido nuestros desarrollos y en muchos casos han tenido la oportunidad de incorporarlos a sus propios planes de investigación.

En el subprograma VI se han dictado múltiples cursos y organizado diversas conferencias. Se ha prestado especial atención a que todo este intercambio quede registrado y disponible para otros investigadores. Con ese fin todos los trabajos presentados en las conferencias y las clases dictadas han sido publicadas en un medio económico, como son los CD. Se han preparado 13 CD con los siguientes títulos:

1.- Producción de agua potable para grupos humanos

Jornadas Iberoamericanas en Santa Cruz, Bolivia, 1999

Editado por el Dr. Luis Saravia, 16 capítulos

2.- Primera Conferencia Iberoamericana en el Caribe de Energías Renovables

Universidad Nacional de Honduras, La Ceiba, 2001

Editado por M. Flores Barahona, L. Saravia y M. Quiroga, 10 capítulos

3.- Solarimetría

III Jornadas Iberoamericanas en Energías Renovables, 2001

Editado por Hugo Grossi, 8 capítulos

4.- Catálogo Iberoamericano de Publicaciones en Energías Renovables, CIPER

- Publicaciones en castellano y portugués entre 1970 y 2001 sobre energías renovables
INENCO, Argentina
Editado por M. Quiroga y L. Saravi
- 5.- Las cocinas solares en Iberoamérica
Libro preparado por la Red RICSA
Editores: A. Estévez y R. Román, 12 capítulos.
- 6.- Ingeniería del secado solar
Red RISSPA, 1^{er} reimpresión del libro publicado en otra red, 2006
Editores: R. Corvalán, M. Horn, R. Román, L. Saravia, 12 capítulos, 59 fotos
- 7.- Seminario de Secado Solar
Preparado por la Red RISSPA y dictado en Salta, 2006
Editado por L. Saravia y H. Suligoy, 15 presentaciones.
- 8.- Seminario de energía solar
Preparado por RICSSA en Arica y Tacna, 2006
Editores: L. Saravia, R. Sapiain y C. Rivasplata, 15 presentaciones.
- 9.- SIMUSOL, Programa, Manual y Tutorial
Seminario Red RISSPA en la Universidad de Chile, 2007.
Editores: L. Saravia y D. Alía
También incluye dos programas de psicometría preparados en Vicosá y en Salta
- 10.- CD Live con sistema operativo Linux y Simusol
Parte 2 del punto 9, Preparado por RISSPA, 2007
Editores: L. Saravia, W. Godoy y E. Castro de Melo
- 11.- Seminario de energía solar
Seminario de la red RISSPA EN Lima, Perú, 2008
Editores: R. Espinoza y L. Saravia, 27 presentaciones
- 12.- Seminario de Energía Solar
Seminario de la Red Risspa en Vicosá, Brasil
Editores: E. Castro de Melo y L. Saravia, 19 presentaciones
- 13.- Libro en papel: Secado solar de productos agroalimenticios en Iberoamérica
Publicación final de la Red RISSPA, 2009
Editores: R. Espinoza y L. Saravia, 450 pp

Otra tarea realizada es la financiación de diversos becarios para estadías cortas de hasta 3 meses.

No dispongo de la lista de becarios, que ha sido numerosa.

Más allá del trabajo específicamente técnico, la numerosa actividad conjunta realizada ha llevado a establecer lazos de amistad y compañerismo entre los integrantes de todos los países. Esta relación se ha mantenido a través de los años lo que ha llevado a seguir estableciendo relaciones más allá de la terminación del subprograma VI.

13.4.- Trabajos realizados para la Secretaría General del CYTED

Más allá de la actividad coordinada realizada dentro del subprograma VI, en algunas ocasiones el Dr. Cordero estableció contactos directos con el subprograma para satisfacer algunos requerimientos relacionados con el uso de la energía solar, que diferentes organizaciones privadas, solicitaron al CYTED. A continuación explicaremos brevemente un par de casos de particular interés atendido por el INENCO.

El Dr. Cordero fué contactado por una organización de arquitectos españoles que estaban trabajando en Haití ayudando a solucionar los graves problemas en ese país. Debido a la pobreza existente, los árboles del país han sido prácticamente arrasados para ser usados como leña. Cuando se atraviesa la isla desde Santo Domingo hacia Haití, la frontera entre los países es claramente visible desde la altura ya que de un lado la vegetación ha sido arrasada y del otro está floreciente. Los arquitectos preguntaron si el CYTED podía colaborar para instalar cocinas solares de manera que las familias pudieran satisfacer sus necesidades para la cocción a través de esta tecnología. El Dr. Cordero nos solicitó al INENCO la posibilidad de establecer un plan de ayuda en ese sentido. Se organizó una asistencia técnica, financiada por los arquitectos, en la que El Sr. Caso y el Sr. Fernández, miembros de nuestro taller con gran experiencia en el tema, concurren a la frontera de Haití para dar a un conjunto de personas preparación técnica para fabricar cocinas cajas del tipo tanque, para las cuales se podía conseguir el material en Haití. Nuestros dos colegas tuvieron la posibilidad de conocer un ambiente completamente diferente al que están acostumbrados. El curso con una buena cantidad de alumnos tuvo lugar y el producto final fueron 15 cocinas cajas muy bien hechas por los lugareños. Las fotos F8 y F9 muestran las cocinas caja en construcción y un conjunto de 5 cocinas ya terminadas.

La otra experiencia tuvo lugar en Perú y en la misma los señores Caso y Fernández enseñaron a construir cocinas con concentración y se preparó a los usuarios en su utilización.

13.5.- El premio Liguria

EN 1993 nos enteramos a través del CYTED que en Italia una Institución

denominada “Centro Internacional de cultura para el desarrollo de los países” otorgaba cada dos años un premio conocido como el “Premio Internacional Liguria”.

La institución está radicada en la ciudad de Génova y se trata de una asociación sin fines de lucro reconocida por el Gobierno Italiano. Su propósito es promover el crecimiento del diálogo y la cooperación entre los pueblos, respetando las características civiles, culturales y políticas de cada uno. Los socios del Centro son industrias importantes de la región.

Una de las actividades más importantes del Centro es el mencionado premio dedicado a reconocer Tecnologías para el Desarrollo capaces de favorecer procesos mediante la utilización de instrumentos apropiados que respeten las distintas exigencias del Centro.

Cada concurso se centra en un tema específico y el llamado es de índole internacional. Por ejemplo, en la primer edición la temática era “la agricultura en las zonas secas del planeta”.

Para la edición 1993 el tema era: “Tecnologías Energéticas con respeto del ambiente para los países en vías de desarrollo”. El jurado internacional está compuesto por 10 personas reconocidas a nivel internacional. Los dos primeros premios son de U\$S 25.000 cada uno y luego existen varios premios menores. La entrega del premio se realiza en uno de los locales de la Santa Sede en el Vaticano. Luego se realiza un recorrido por las principales ciudades de Italia hasta Génova donde se lleva a cabo una segunda Ceremonia.

Los integrantes del subprograma VI decidieron que la temática del Subprograma se ajustaba a las actividades que realiza el CYTED por lo que se resolvió presentar un proyecto por parte del mismo.

Se decidió que la presentación fuese preparada en el INENCO por parte del Dr. Saravia, quien actuaría como representante del subprograma a estos efectos.

En los meses siguientes preparé una presentación, la que finalmente se denominó:

“COOPERACION REGIONAL HORIZONTAL PARA EL DESARROLLO, TRANSFERENCIA Y DIFUSION DE LAS TECNOLOGIAS ENERGETICAS QUE RESPETAN EL MEDIO AMBIENTE EN AMERICA LATINA”

La presentación fue recibida en el Centro como presentada por el INENCO de la Universidad Nacional de Salta, Argentina.

Se presentaron 114 proyectos pertenecientes a 42 países de todo el mundo.

A los pocos meses nos enteramos con gran alegría que el proyecto había recibido uno de los dos Primeros Premios por valor de U\$S 25.000. Junto con el Premio se entregaba una hermosa placa de plata referente al premio. El Dr. Saravia viajó a Italia a recibir el

premio en uno de los locales de la Santa Sede en el Vaticano.

Las consideraciones del Jurado respecto del proyecto expresaban:

“ por el significativo esfuerzo, premiado por resultados positivos, de agregar las competencias en el campo tecnológico, energético y ambiental entre expertos y Entes de los Países Hispanoamericanos, generando un conjunto de colaboración científica y cultural de válida referencia para los trabajadores públicos y privados. Por consiguiente se dio una ayuda concreta a los proyectos dirigidos o realizados en aquella área, constituyendo también un importante ejemplo de colaboración regional”.

Como es de imaginar, este premio constituyó un reconocimiento importante a las tareas realizadas por el Subprograma VI del CYTED y un estímulo para continuar con el esfuerzo demostrado.

CAPITULO 14.-

Los invernaderos, 1998 - 2015

14.1.- Introducción

Los invernaderos son locales con pisos cultivables y paredes que separan el interior del medio ambiente. En la mayoría de los casos los invernaderos actuales tienen paredes y techos inclinados de plástico con tratamiento que corta la emisión de la radiación hacia el exterior, con lo cual se logra un clima interior mejor que el clima del lugar, de manera que se pueden producir frutos y plantas comestibles durante el invierno. Sólo en unos pocos casos se utiliza vidrio en vez de plástico, más duradero pero de costo muy superior. Los invernaderos tienen importancia económica ya que, por ej., se puede producir frutos como el tomate dentro de un invernadero en Salta, el cual se puede vender con provecho en las ciudades del Sur donde no se pueden criar en invierno. Se ha tratado de mejorar tecnológicamente estos locales, tema en el cual se ha trabajado en el INENCO.

En el NOA existen regiones de altura donde el clima es muy desfavorable para la plantación durante la mayor parte del año. En ese caso se han comenzado a mejorar los invernaderos colocando paredes de piedra en vez de plástico, con lo cual se acumula la radiación solar de día para mantener el clima interno durante la noche. En algunos casos en el lado externo de la pared sur se construye un cuarto con todas las paredes de piedra. Su propósito es aumentar la capacidad de almacenamiento de calor durante el día, el que se entrega por la noche a través de la pared sur para mejorar la temperatura del invernadero. Se le suele dar el nombre de cámara oscura. Estos invernaderos reciben el nombre de “andinos”. En general son pequeños y pueden producir plantas comestibles para uso familiar y en escuelas albergue para alimentar a los niños. En el INENCO se ha trabajado tratando de mejorar estos diseños sustancialmente, lo que explicaremos en detalle a continuación.

Un primer intento de mejora del invernadero fue realizado por Mirta Quiroga y otros (AVERMA, vol. 3, 1999) siendo apoyado por la Obra Claretiana Para el Desarrollo, OCLADE, conjuntamente con el INENCO, en Jujuy. El invernadero estaba destinado a un grupo de mujeres capacitadas para realizar el cultivo de flores en Abra Pampa, Jujuy a más de 3480 msnm. Cabe destacar que el cultivo de flores es inédito en estas zonas.

En el nuevo invernadero se conservó en parte el techo de plástico LDT y se conservó la cámara oscura sobre la pared sur, pero se realizaron las siguientes mejoras:

- 1) La mitad del techo se cubrió con franjas de barro para mejorar la aislación térmica nocturna. En el resto se siguió colocando plástico LDT. Se notó que las mismas cortaban demasiado la radiación por lo que el área cubierta se bajó a 30 %. Luego, las paredes de plástico usaban una doble capa dejando 10 cm entre ellas para bajar las pérdidas nocturnas. En verano se colocó una malla de sombreado en el techo para cortar parcialmente la radiación bajando la temperatura.

2) La pared que separa la zona de cultivo del cuarto oscuro se construyó con adobe y se colocaron una serie de ventanillas en la parte inferior y superior para controlar mejor el pasaje de aire caliente entre las dos partes. Durante el día se abrían las mismas para que circulara aire caliente desde la zona de cultivo al cuarto oscuro. Durante la noche un plástico colgante cerraba la circulación de aire si empezaba a ocurrir.

3) Se colocaron 2 ventanas en la parte inferior de la pared norte de la zona de cultivo con compuerta regulable para ventilar la misma si se sobrecalentaba de día. Anteriormente se usaban ventanas muy pequeñas que no cumplían su función. Luego se aumentaron a 5.

Con todos los cambios instalados el funcionamiento del invernadero permitió cultivar con éxito una variedad de flores.

Los ensayos realizados mostraron que se mejoró sustancialmente el comportamiento de los invernaderos andinos permitiendo producir varios tipos de plantas.

14.2.- Nuevo diseño y ensayos realizados en la Puna Salteña

La escuela el Rosal, que se encuentra a 3300 msnm nos ha dado la oportunidad para ensayar las mejoras en la Puna. Su maestro es un entusiasta de la perspectiva de mejorar las condiciones de vida de los niños en su escuela. En el 2004, Echazú y otros (N278) intentaron dar un paso más en el desarrollo de los invernaderos andinos. Se usó el adobe y la cubierta de polietileno LDT.

Con el fin de acabar con el problema de los vientos fuertes se colocó una estructura de hormigón armado sobre el muro trasero y a la misma se sujetaron caños de forma elíptica que llegaban al otro lado del invernadero. Sobre ellos se colocó el plástico del techo, el cual podía ser estirado al apoyarse en los caños. El invernadero se orientó enfrentando la forma elíptica contra la dirección de los vientos más frecuentes. De este modo se mejoró mucho el comportamiento ante los vientos. De hecho, poco después de ponerlo en marcha soplaron vientos muy fuertes que llegaron a arrancar techos y quitó el plástico de un invernadero vecino sin que el nuestro sufriera daños. La foto F12 muestra el invernadero construido en la escuela El Rosal. La foto F13 muestra el interior del invernadero donde se aprecia la estructura del techo y la zona de plantación.

También se colocó un registro especial sobre el muro trasero que permite regular distintas posibilidades de intercambio de aire con el exterior.

Para poner en marcha una huerta se colocaron dentro del invernadero cajones de cultivo con relleno de una mezcla de guano descompuesto, paja y tierra donde se empezaron a realizar distintos ensayos con especies hortícolas.

El funcionamiento de este invernadero ha resultado ser muy eficaz y está proveyendo las diversas verduras necesarias para la alimentación habitual de la escuela resolviendo

un problema importante al disponer de una alimentación correcta.

Se ha colocado un sistema de captación de datos midiendo las temperaturas para analizar en detalle el comportamiento del invernadero.

Con los calentadores solares de agua, las cocinas solares y el invernadero desarrollados en el INENCO se dispone de los equipos necesarios para cubrir las necesidades térmicas básicas de las escuelas albergue de la zona. A eso se agregan los paneles fotovoltaicos que entregan la energía eléctrica para iluminación y comunicaciones.

Estos equipos también pueden ser usados a nivel de familias adecuando los tamaños para cumplir con las necesidades de cada caso.

14.3.- Calentamiento de invernaderos en zonas de menor altura en Salta

En las zonas bajas de Salta, en las cercanías de Orán y Tartagal, se han instalado numerosos invernaderos de plástico. Ellos permiten que, durante el invierno, se consiga un clima adecuado para producir distintas plantas y frutos que pueden ser vendidos en las ciudades del Sur, donde la plantación no es posible por las bajas temperaturas. El tomate es uno de los frutos que se producen en cantidad.

Aunque el invernadero asegura en la mayor parte del invierno un clima adecuado, existe un problema: se producen alrededor de unos 12 días con heladas con temperaturas de -8 C que pueden perjudicar gravemente las plantas dentro del invernadero. Esto se trata de combatir quemando combustibles.

Varios integrantes del INENCO, Saravia, Echazú, Cadena y Cabanillas(N94), han desarrollado un sistema activo de calentamiento auxiliar de agua para resolver los problemas de congelamiento. La idea básica consiste en captar el exceso de energía del invernadero que ocurre en invierno calentando agua colocada en bolsas chatas de plástico por encima de las plantas, que almacenan el calor solar durante el día y devuelven éste a la noche dentro del invernadero para evitar una caída excesiva de temperatura.

La parte más importante del sistema es una bolsa plástica colgada verticalmente y con soldaduras horizontales para permitir que el agua, bombeada desde un depósito, recorra adecuadamente la bolsa. La radiación solar diurna atraviesa la bolsa y es parcialmente absorbida por el agua, que se calienta. La absorción de la radiación por el agua ocurre en el infrarrojo lejano, por lo que no altera la parte de la radiación que es utilizada por las plantas para su crecimiento. Cada bolsa mide 0.6x1.00 m² y se cuelga sobre las plantas. El agua caliente es almacenada en un depósito externo para usarla de noche en el calentamiento del invernadero. Un ensayo se ha realizado en un invernadero del INTA con claveles y un área de 300 m². Se han colgado 192 bolsas de plástico.

CAPITULO 15:

Producción de agua potable

15.1.- Introducción

En el NOA existen muchos problemas de agua con contaminación salina. Por otro lado la baja densidad demográfica no hace posible la instalación masiva de redes de agua potable. El uso de la radiación solar para obtener agua potable por destilación es una tecnología con cierto desarrollo y en el NOA se dispone de buenos niveles de radiación para lograr un buen funcionamiento de los equipos. Esta actividad ha sido desarrollada por Judith Franco, Sonia Esteban, Luis Saravia y los técnicos Ricardo Caso y Carlos Fernández.

En el Capítulo 10 sobre las actividades con el BRI se indicó que éste era uno de los temas elegidos para desarrollar. Allí se relató sucintamente la construcción de destiladores con batea y vidrios inclinados que suelen recibir el nombre de “destiladores invernadero” por su aspecto general. Este trabajo se siguió perfeccionando.

Uno de los perfeccionamientos introducidos fue montar los vidrios inclinados sobre una estructura de acero inoxidable que se puede colocar y sacar de la batea para permitir la limpieza cómoda del plástico negro, sobre el cual se van depositando cristales de sal. Para sellar el contacto entre la estructura y el agua se suelda una banda de chapa de acero que al hundirse en el agua sella la salida de vapores desde la caja.

Otro es la colocación de 4 patas para que la bandeja quede a una altura de unos 80 cm sobre el nivel del suelo, permitiendo el mantenimiento cómodo del equipo.

En conjunto, con personal del BRI, se instalaron varios equipos en Salta, los que se detallan en el capítulo sobre el BRI. Las fotos F14 y F15 muestran dos instalaciones de destiladores, uno para una casa y otro de 6 destiladores para un grupo de casas. En este último caso el agua destilada se deposita en un tanque para su distribución posterior.

15.2.- Destiladores solares multiefecto

La radiación solar recibida por la caja del destilador es utilizada en parte para evaporar el agua. Otra parte se pierde por las paredes de la caja. El agua evaporada se condensa sobre los vidrios superiores y el calor que allí se desprende se pierde en parte hacia el exterior por el vidrio. La relación entre el calor utilizado en evaporación y el total que se recibe como energía solar recibe el nombre de “eficiencia térmica” del destilador. En el destilador descripto, la eficiencia tiene valores del orden del 40 %, que es bastante bajo.

Si el calor que sale hacia fuera por los vidrios pudiese ser utilizado para alimentar otro destilador se aumentaría la producción de agua destilada sin agregar más calor. Este

tipo de equipo ha sido desarrollado y ha recibido el nombre de “destilador multiefecto”. En el INENCO se han estudiado diversos tipos de destiladores multiefecto tratando de encontrar un modelo que tuviese la mejor producción de agua destilada.

Una posibilidad es utilizar un sistema de varias etapas montada una sobre otra hacia arriba para aprovechar el calor de condensación de una etapa para calentar la siguiente. Con un equipo de 4 etapas se logró multiplicar por 2.7 veces la productividad de los equipos solares. Existen diferentes formas de construir estos equipos,. A continuación se detallan algunas alternativas estudiadas en el INENCO.

15.2.1 Destilador multiefecto superpuesto

Este destilador se construye tomando como base un destilador invernadero y colocando por encima un segundo destilador invernadero al que se ha sacado el piso y se encaja sobre el primero de manera que los vidrios de este pasan a ser el piso retirado en el segundo. El agua que se calienta en el segundo destilador está en contacto con los vidrios del primero, por lo que el calor que se perdía en los vidrios ahora calienta el destilador superior.

El agua destilada producida en total es mayor ya que los dos destiladores la producen en paralelo. No obstante la cantidad de agua producida no es el doble, ya que la cantidad de calor que recibe el segundo equipo es menor. La temperatura del destilador superior será un poco menor. La relación entre la masa de agua total destilada por el equipo y la destilada por el primer destilador recibe el nombre “rp”, el cual será menor a 2 en este caso.

Es posible colocar varios destiladores uno sobre otro y en ese caso rp puede ser mayor que 2. La cantidad de agua producida por cada destilador colocado será cada vez menor, por lo que rp aumenta cada vez menos. Sólo será útil poner unos pocos destiladores.

Este diseño utiliza mucho material y se verá en las próximas secciones que existen alternativas más compactas y con menos masa.

15.2.2.- Destilador multiefecto de superficies inclinadas

Este destilador tiene un diseño original. Está formado por una sola caja dentro de la cual se colocan superficies planas inclinadas a cierta distancia entre ellas, cada una de las cuales constituye una etapa del destilador. El agua fría y salada entra en la superficie superior y desliza cayendo por ella para luego pasar a la próxima etapa en la cual la superficie está inclinada en sentido opuesto. Esto se repite varias veces hasta que el agua llega a la caja inferior. En esta caja el agua se calienta hasta una temperatura alta entre 70 y 90 C. Sobre cada superficie inclinada se coloca una tela de algodón que distribuye el agua en forma uniforme sobre la superficie.

Será necesario calentar la caja inferior, lo que en estos ensayos se realizó con una resistencia eléctrica. El agua muy caliente desprende vapor que llega a la superficie siguiente donde condensa porque el agua que pasa por arriba está más fría. El agua destilada desliza por debajo de la superficie y se recoge en una canaleta saliendo al exterior para usarla. Este proceso se repite en cada superficie. La temperatura va bajando desde abajo hacia arriba y el calor que ha entregado la resistencia fluye hacia arriba desde la temperatura alta inferior a la temperatura baja en la superficie superior. El agua sobrante en la etapa inferior se va sacando del equipo. Esta agua es muy salada.

Dado que a medida que el agua baja se va enriqueciendo en sal por las sucesivas evaporaciones es necesario que el agua que entra arriba tenga un flujo mayor que el destilado a producir. Es habitual utilizar el doble que el agua destilada que se espera producir. El agua que sobra en la etapa inferior se saca por un orificio lateral que mantiene el nivel del agua caliente y salada. En la práctica se han utilizado hasta 4 etapas obteniéndose valores de 2.7 para el parámetro rp.

En las aplicaciones reales se utilizará energía solar para el calentamiento con algún tipo de calentador solar.

Este diseño fue objeto de una patente.

15.2.3.- Destilador multiefecto de superficie poco inclinada

Las superficies de vidrio inclinadas limpias pero sin tratamiento especial deben tener una inclinación no inferior a los 15 grados para que el agua condensada deslice sin problemas formando una lámina uniforme. Un investigador de California ha encontrado que si el vidrio se limpia con una solución de amoníaco en agua el vidrio queda tan limpio que el agua puede deslizar bien con inclinaciones tan pequeñas como los 6 grados. En esta forma pudo construir destiladores de tipo invernadero muy compactos. Junto con J. Franco y S, Esteban(N207) hemos construido un destilador multiefecto con vidrios limpios en esa forma obteniéndose un destilador multiefecto con una altura muy baja, por lo que es mucho más fácil transportarlo. Su rendimiento es similar a los equipos de mayor inclinación.

La Dra Judith Franco ha llevado a cabo estudios sobre la producción de agua potable con energías renovables en las zonas aisladas de Salta y los destiladores solares multietapa, que fueron objeto de su tesis bajo mi dirección y fue defendida en marzo de 1994.

La Dra. Sonia Esteban ha llevado a cabo estudios sobre sistemas de destilación solar con recuperación de calor que fueron objeto de su tesis bajo mi dirección y fue defendida en julio del 2007.

15.2.4.- Destilador multiefecto con calentamiento solar mediante tubos de vacío

Otra posibilidad para aumentar la productividad de los destiladores multiefecto puede lograrse aumentando la temperatura de la primer etapa así como el calor contenido en la misma mediante calentadores solares de mayor tamaño. La temperatura de la primer sección tiene un valor límite de 90 C por lo que para acumular el calor agregado se aumenta la cantidad de agua de la primer etapa. En ese caso el equipo seguirá funcionando de noche produciendo agua destilada las 24 horas del día. Esto puede casi triplicar la producción del equipo.

Se ha construido un destilador con un calentamiento adicional colocando 24 tubos de captación solar al vacío fabricados en China. Este sistema se encuentra en etapa de ensayo.

15.3.-El premio INNOVAR

En el 2014, un modelo avanzado del destilador múltiple descrito en la sección 15.2.4 fue presentado en el programa “INNOVAR” del MINCYT por J,Franco y L.Saravia. Este es un programa del MINCYT que otorga premios a los mejores equipos que se presenten en diversos temas, entre los cuales se encuentra el de energías renovables. La presentación fue preparada y recibió el primer premio de \$ 30000 en el tema de energías renovables. El premio se ha utilizado para mejorar el equipo .

CAPITULO 16:

Simulación numérica de sistemas solares

1984-2015

16.1.- El programa SIMEDIF

Los programas de simulación térmica de edificios constituyen una herramienta importante para el diseño de un edificio, ya que permite verificar si el diseño en estudio cumple con las especificaciones que se requieren.

Hacia 1980 se comenzaron a disponer a un costo módico computadoras con potencia suficiente para llevar a cabo cálculos de cierta complicación. Yo he tenido desde temprano entusiasmo por el uso de computadoras como herramientas para diseñar los sistemas solares que construíamos. Junto con M. Carsmeiro, becaria del CONICET, en 1984 nos decidimos a preparar un programa que pudiera simular el comportamiento térmico de edificios en general. Lo que disponíamos como lenguaje de programación era el BASIC.

Ante todo se supuso que conocer la evolución en el tiempo de un número limitado de temperaturas del edificio sería suficiente para obtener una descripción adecuada del comportamiento del mismo.

Nuestro propósito fue el de poder introducir como datos básicos las temperaturas iniciales de cada local del edificio, la temperatura externa y la radiación solar en forma horaria como una tabla numérica. Además se debe poder introducir los datos para el cálculo térmico de cada uno de los elementos del edificio: paredes, techos, pisos, puertas, ventanas, tabiques, muros de agua y ventanillas de aireación. Por ej., coeficientes de convección y las renovaciones de aire.

Se prepararon dos subrutinas: DATRAD y DATMET para generar con métodos conocidos los valores horarios de radiación y temperatura en caso de que no se dispongan datos experimentales.

Para el caso de algunos elementos solares propios de edificios como ser los muros Trombe y los invernaderos se decidió considerarlos como un cuarto más.

Las variables a calcular son las temperaturas del aire de cada cuarto y en el caso de paredes u otras masas gruesas las temperaturas de los nodos internos elegidos para tener un comportamiento térmico adecuado para esos elementos a lo largo del tiempo.

El método de cálculo utilizado fué un esquema de diferencias finitas explícito

avanzando a un intervalo dado de tiempo.

El programa, con el nombre SIMEDIF, fue validado durante varios años de trabajo experimental por varios grupos en Argentina. Es un programa gratis y de libre uso.

16.1.1.- La nueva versión del programa SIMEDIF.

Dado el éxito de la versión original del SIMEDIF en su uso durante varios años, en el 2001 S. Flores Larsen y Graciela Lesino (Erma, vol. 9, pp 14-24, 2001) decidieron preparar una nueva versión en Windows usando Visual Basic. La misma tiene una entrada de datos modernizada y un entorno de trabajo más amigable.

La nueva versión ha ampliado considerablemente los tipos de datos que se pueden introducir y la información climática en distintos lugares del país. El número de locales que pueden considerarse en un edificio es considerable, llegando a 50. Su aspecto visual es similar al que se usa en Windows y dispone de una barra de herramientas así como de un archivo de ayudas muy completo.

El programa está explicado con detalle en el artículo que se cita más arriba.

El mismo ya ha sido usado por varios años mostrando su utilidad como auxiliar para el diseño de edificios en general y su uso se ha extendido a la Argentina y diversos países en Latinoamérica. Este programa también es gratis y de libre uso como el anterior.

16.2.- SIMUSOL: simulador numérico de sistemas solares

Con la creciente potencia de las computadoras, hacia el 2000 ya se podía emprender la creación de un programa que permitiese simular equipos solares en general en una computadora de mesa. Es así que L. Saravia, D. Alía y D. Saravia decidieron emprender la programación de un simulador de sistemas solares más general. Esta tarea culminó con la puesta a punto del programa, que permite la simulación de equipos solares térmicos. El mismo se publicó en la revista AVERMA en el 2000 (N232) y una versión más completa en la revista ERMA (N275) en el 2003.

El trabajo se llevó a cabo en sucesivas etapas que comenzaron en el 2000 con una primer versión llamada SIMUTERM. Luego (N260,N275) se le cambió el nombre a SIMUSOL ya que es capaz de simular sistemas térmicos, mecánicos o eléctricos y combinaciones de ellos, o sea sistemas solares en general.

La primer idea (N232) fué plantear la simulación de un equipo térmico formado por partes descriptas cada una por una sola temperatura, entre las cuales se intercambia energía. Habitualmente es conocido como un equipo a parámetros concentrados. Esto constituye lo que se conoce como un circuito térmico con nodos que representan las temperaturas y elementos que intercambian energía ente los nodos (conductivos, convectivos, radiativos). Es sabido que su comportamiento es análogo al de un circuito

eléctrico donde los voltajes representan las temperaturas y las corrientes las transferencias de energía a través de los elementos. El circuito térmico podrá ser representado por el eléctrico y se pueden usar los programas conocidos para determinar numéricamente las variables térmicas.

Con este fin se eligió utilizar un programa llamado Sceptre, originalmente desarrollado en la década de los 70 por las fuerzas militares en EEUU usando el lenguaje FORTRAN y que era muy completo. El Prof. Novender de Alemania en Bochum, adaptó en 1998 el programa para su uso en equipos personales, trabajando bajo el sistema operativo GNU/Linux que permite su uso en forma gratuita y se puede adaptar a otros usos con la condición de que el nuevo programa sea también de libre disponibilidad. También le agregó una salida gráfica usando el programa GNUPLOT.

Los datos del circuito eléctrico análogo se introducen para el cálculo con el Sceptre con un archivo de texto donde se describe cada elemento. Esto era bastante tedioso y se cometían errores con facilidad. Por eso se decidió utilizar directamente una representación gráfica, desarrollando en perl el programa de traducción del dibujo al archivo de texto que aceptaba el Sceptre. A este fin se eligió un programa de representación de circuitos gráficos de libre uso llamado DIA, muy completo y con la información necesaria disponible en Internet. Los nodos de temperatura se representan con pequeños círculos y los elementos que unen los nodos representan los diversos intercambios de calor entre los mismos. Se usan pequeños dibujos conocidos como “formas”. Todos ellos se incluyen como parte del DIA. Este programa demostró un muy buen funcionamiento y resultó muy sencillo cargar los datos.

El SIMUSOL ha sido usado habitualmente en el INENCO para simular muy diversos sistemas solares tales como cocinas, destiladores, secadores, generadores térmicos y eléctricos con concentradores tipo Fresnel y otros. Su uso se ha extendido a otras Universidades de Argentina y del exterior.

En años sucesivos se han ido agregando al SIMUSOL una serie de mejoras que facilitan y extienden su uso, a saber:

1) La noción de circuito eléctrico equivalente se puede extender a sistemas mecánicos de manera que los nodos pasan a representar velocidades y los elementos a fuerzas (N260). El conjunto necesario de nuevas formas se integra también al DIA. Por supuesto, también se pueden simular circuitos eléctricos creándose otras formas que se agregan al DIA. Con estos agregados el SIMUSOL es capaz de representar circuitos fotovoltaicos constituidos por elementos térmicos y mecánicos. También se podrán simular sistemas mecánicos como ser motores de explosión, de vapor o Stirling por estar constituidos por elementos térmicos y mecánicos.

2) Se ha dotado al programa de capacidad para crear y almacenar los llamados “modelos” que representan una parte de un circuito que se repite varias veces en un solo

circuito. Por ejemplo, en una casa se tiene diversas paredes, todas ellas representadas por el mismo circuito con diferentes parámetros. Con esa parte del circuito se define un “modelo” que se representa con una forma especial. Esa forma se coloca reemplazando el circuito parcial que representa a la pared. De esta manera se disminuye el tamaño del circuito que representa el equipo. Por otro lado estos modelos se pueden almacenar y utilizar en todos los sistemas térmicos que utilizan paredes. Así se genera un archivo de modelos que se pueden usar en diferentes simulaciones.

3) Se han agregado varias modificaciones que agilitan el trazado de los circuitos en el DIA y diversos mensajes de ayuda para permitir la fácil corrección de los errores que se pueden cometer al dibujar el circuito. También, D. Saravia ha introducido diversas mejoras.

4) El Sceptre ha sido programado en Fortran, por lo cual todas las funciones disponibles en este lenguaje pueden ser directamente usadas en el Simusol.

Una ventaja importante es que cálculos necesarios en el SIMUSOL y que no pueden ser planteados dentro de sus posibilidades, pueden ser programados directamente en Fortran y se colocan en un archivo llamado “funciones” como una subrutina, junto con otras ya disponibles. Las subrutinas disponibles en el archivo “funciones” podrán ser llamadas desde el SIMUSOL. Por ej. si se está trabajando con vapor de agua y se necesitan sus propiedades físicas tales como la densidad, el calor específico, entalpía, etc., como funciones de la temperatura, las mismas están disponibles como polinomios de sexto grado con la temperatura como variable. Será suficiente colocar estas funciones en el archivo funciones y ellas podrán ser llamadas desde el SIMUSOL. También se ha dado un paso más adelante trabajando en conjunto con D. Alía en el 2014 (N350), preparándose una subrutina que es capaz de calcular para diferentes fluidos los números adimensionados y con ellos evaluar los coeficientes convectivos que figuran en el libro de Incropera .

5) Se dispone de un manual muy completo del SIMUSOL y también un tutorial que facilita su aprendizaje.

16.3.- Evaluación de la radiación solar en la Puna

La evaluación de la radiación solar constituye una tarea importante que complementa a todos los desarrollos del INENCO.

Uno de los problemas más importantes es la evaluación de la radiación en la zona de Puna, que es muy desértica, de gran altura y existe poca información sobre radiación en la zona. Uno de los integrantes del INENCO, el Dr. Germán Salazar llevó a cabo su tesis de doctorado en el tema de estudio y evaluación de padrones de radiación solar a grandes alturas bajo mi dirección. La misma fue defendida el 18/06/09. Otros integrantes del INENCO, como ser el Dr. Alejandro Hernández, han trabajado en varios programas para predecir diferentes aspectos de los problemas relacionados con la radiación solar.

CAPITULO 17:

Generación solar de vapor y electricidad,

2007-2015

17.1.- Descripción del generador

Utilizando espejos que concentren la radiación solar sobre un absorbedor es posible obtener temperaturas altas con la cual se puede generar vapor de agua tanto para usos térmicos en la industria como para mover turbinas que generen electricidad. Existen espejos concentradores con diferente geometría siendo los más comunes los espejos cilindroparábolicos, las parábolas tridimensionales y los espejos de tipo Fresnel. Los equipos ya desarrollados más comunes son los de espejos cilindroparábolicos que calientan un fluido que pasa por un caño colocado en el foco del espejo. Otro tipo son los llamados concentradores de torre central donde el absorbedor se coloca en altura sobre una torre y los espejos parabólicos tridimensionales rodean a la torre concentrando la radiación en el absorbedor. Estos equipos han conseguido un desarrollo muy avanzado y actualmente se construyen generadores solares de electricidad con potencia que llegan a los 400 MW y más. Por otra parte, los equipos se van perfeccionando, permitiendo que trabajen a mayor temperatura, con lo cual la eficiencia de producción de energía eléctrica también aumenta.

Una tercera opción son los generadores con espejos tipo Fresnel formados por líneas de espejos largos paralelos entre sí y que utilizan espejos planos que son ligeramente curvados mecánicamente. Ellos concentran la radiación sobre un absorbedor lineal colocado en una altura de varios metros por donde pasa el fluido a calentar. Esta alternativa ha sido desarrollada a posteriori y recientemente se ha llegado a construir una unidad de 100 MW en la India. La foto F16 muestra un concentrador tipo Fresnel.

En el INENCO comenzamos a trabajar con estos concentradores en el 2006. Se eligió trabajar con los equipos de tipo Fresnel por ser una tecnología más sencilla y de menor costo. Es posible utilizar equipos más pequeños dedicados a la producción de vapor de agua para la industria térmica y también equipos mayores para producir electricidad como el citado anteriormente. Se supone que estos generadores alcanzan temperaturas menores, entre 300 y 350 C, por lo que su rendimiento es menor, pero esto se encuentra compensado con su menor costo. No obstante recientemente se ha mejorado la temperatura y una empresa alemana ha armado un equipo que llega a 500 C utilizando absorbedores con cubierta al vacío.

En el INENCO se ha realizado un desarrollo local basado en prototipos que se han ido perfeccionando y sucesivamente han pasado a tener desde los 25 m² de espejos hasta la actualidad con un equipo de 180 m² de espejos. Este equipo no cabe en el campo de ensayos del INENCO por lo que se ha colocado en la finca ubicada en San Carlos, cerca de

Cafayate, la cual se dedica al secado de pimiento y otras especies de la cual se ha hablado en la sección 6.1. Este desarrollo fue realizado por varios integrantes del INENCO: L. Saravia, M. Gea, M. Altamirano, R. Caso, C. Fernández, S. Flores Larsen, A. Hernández, H. Bárcena, D. Hoyos, P. Dellicompagni y Hongn (N316, N325, N333, N334, N335, N339, N344, N349).

El equipo de 180 m² está construido con 40 espejos de 0.9mx6m organizados en 8 filas de 30 m de largo cada una. Mediante tornillos los espejos son curvados con una flecha pequeña del orden de 2 mm para concentrar los rayos solares sobre el absorbedor. Los espejos están movidos por motores paso a paso con una demultiplicación por 100. El seguimiento del sol con los motores está dirigido por una computadora central y 8 computadoras pequeñas conectadas a la central. Se utilizan las ecuaciones matemáticas que calculan con precisión el movimiento diario del sol.

La foto F16 muestra una vista del generador con 8 espejos y el absorbedor colocado a 7 metros de altura sobre los espejos. La foto F17 muestra el chorro de vapor de agua a presión que sale del caño de salida del generador durante un ensayo.

El absorbedor está colocado a 7 m de altura y está formado por 5 caños de una pulgada de diámetro colocados en paralelo para cubrir un ancho de unos 21 cm y una longitud de 30 m. Estos caños, de tipo schedule permiten soportar presiones de hasta 40 kg/cm² generando vapor a 250 C. La eficiencia de colección del absorbedor fue medida usando un prototipo a escala 1 a 1, excepto por su longitud reducida a 1.40 m, lo que permite realizar las medidas en un laboratorio. El calentamiento se obtuvo instalando resistencias eléctricas dentro de los tubos. Esto permite medir la energía incidente simulada con precisión. Este estudio forma parte de la tesis de Altamirano(N333).

Al generador se le han agregado dos sistemas auxiliares.

Uno es un acumulador de hormigón cuyas dimensiones son 0.5x2.0x5.0 m³ y su masa vale 13 Toneladas. El hormigón está atravesado por numerosos caños por los cuales pasa el vapor para calentarlo y a posteriori el agua líquida para producir vapor. Este acumulador permite guardar energía para ser utilizada durante las noches en el secadero solar disponible en la finca. De esta forma se ahorra el gasto de leña usado para que el secador funcione las 24 horas.

El otro es un motor de vapor reciprocante al que se le agregó un generador eléctrico trifásico. El motor gira a 300 rpm y el generador eléctrico a 1500 rpm, por lo que se instaló un conjunto de poleas para la conexión. El tesista Ing. Dellicompagni (I82) está a cargo de esta instalación y su medida. El mencionado tesista y el Dr. Saravia han preparado una simulación numérica del funcionamiento del motor de vapor que incluye tanto el funcionamiento mecánico como el térmico a tiempo real. Es la primera vez que se realiza con SIMUSOL una simulación numérica con un fluido en el que se mezclan dos fases, agua en estado líquido y y agua como vapor seco. También se consideran los cambios

simultáneos de temperatura y presión.

Algunos de los integrantes de este proyecto han aprovechado el trabajo realizado para obtener su doctorado, a saber:

El Dr. Altamirano ha llevado a cabo el estudio de absorbedores para la generación de energía eléctrica mediante reflectores lineales tipo Fresnel que fueron objeto de su tesis bajo mi dirección y fue defendida en julio del 2007.

El Dr. Marcelo Gea ha llevado a cabo el estudio de reflectores lineales de tipo Fresnel para la generación directa de vapor de agua, Res. C.D. 367/07, que fue objeto de su tesis bajo mi dirección y fue defendida en el 2008.

El Dr. Pablo Dellicompagni ha llevado a cabo el estudio del diseño, construcción y ensayo de la etapa de generación eléctrica con un sistema solar térmico que fue objeto de su tesis bajo la dirección de La Dra, J. Franco y la colaboración del Dr. L. Saravia y fue defendida en el 2019.

17.2.- Segundo premio INNOVAR

En el 2016, un modelo avanzado del generador Fresnel descrito en la sección 17.1 fue presentado en el programa “INNOVAR” del MINCYT por el Dr. Marcelo Gea en representación de los investigadores que trabajaron en este equipo. Este es un programa del MINCYT que otorga premios a los mejores equipos que se presenten en diversos temas, entre los cuales se encuentra el de energías renovables. La presentación fue preparada y recibió el primer premio de \$ 30000 en el tema de energías renovables. Esta es la segunda vez que se ha recibido este premio.

Además, este año también se nos adjudicó el primer premio general de todo el programa con un valor de \$100.000. Estos premios se han utilizado para mejorar el equipo.

FIN DEL RELATO

Hemos llegado al fin de este relato. El tiempo pasa y los recuerdos quedan. Espero que los mismos le hayan evocado algunas emociones y les brinde información que pueda ser de utilidad.

En el prólogo he listado algunos propósitos que esperaba ejecutar. Pienso que en estos 41 años de esfuerzo he llegado a cumplirlos hasta un cierto punto.

– Creo que hemos mostrado que la generación de energía solar puede ser de sumo provecho en diversas facetas de la actividad productiva y las necesidades de las personas en la Argentina. Será necesario brindar apoyo económico para que su uso masivo se vuelva una realidad.

– Hemos puesto en marcha una estructura educativa para formar a un conjunto interesante de profesionales que permita brindar un apoyo cierto al uso de la energía solar.

– Hemos establecido firmes relaciones con profesionales de los países de América y Europa que permitirá elevar el nivel de conocimiento técnico de aquellos que intervengan en esta actividad.

– Hemos creado un Instituto que espero pueda dar apoyo a aquellos que quieran convertir en realidad los sueños de los interesados en promover el uso de las energías renovables.

DESPEDIDA

Los integrantes del Instituto me han hecho llegar una placa grabada de agradecimiento que aprecio profundamente y transcribo a continuación.

Al Dr. Luis Saravia de Todo el personal del INENCO

En reconocimiento a los años de investigación y enseñanza compartidos con dedicación, sabiduría y esmero desde la dirección del Instituto.

Muchas Gracias

Salta, Mayo del 2011

APÉNDICE

Publicaciones donde participa el

Dr. Luis Saravia, 1966 - 2015

A.1.-Publicaciones internacionales

I01. *A table of the real part of the dispersion correction for X-ray scattering.* L. Saravia y S. Caticha, Acta Cryst, 20, 927, 1966.

I02. *Use of primary filters in X-ray spectrography: A new method for trace analysis.* S. Caticha, A. Ramos, L. Saravia, Adv.in X-Ray Anal. 11, 105-113, 1968.

I03. *High-Resolution Study of the One-Electron Spectrum of Si.* L. Saravia y D. Brust, The Physical Review, Vol.171, No.3, 916-924, July 1968.

I04. *Band Structure and Interband Optical Absorption in Diamond.* L. Saravia y D. Brust. The Physical Review, Vol. 170, No.3, 683-686, June 1968.

I05. *On the numerical resolution of the eigenvalue problem for complex hermitian matrices.* L. Saravia y D. Alía. Boletín de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, Montevideo, Uruguay, Vol. 10, No.7, pp.141, 1968.

I06. *Programas para cálculos cristalográficos realizados en la computadora IBM 1401.* L. Saravia, J. Salzberg y J. L. Duomarco. Boletín de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, Montevideo, Uruguay, Vol. 10, No. 7, pp. 893, 1968.

I07. *Spin Splitting and the Ultraviolet Absorption of Ge.* L. Saravia y D. Brust. The Physical Review, Vol. 176, No.3, 915-923, December 1968.

I08. *Strain-Split Energy Bands in Semiconductors: Ge.* L. Saravia y D. Brust. The Physical Review, Vol. 178, No. 3, 1240-1243 February 1969.

I09. *Theoretical study of the piezorefractive spectra of germanium.* L.Saravia y D. Brust. Solid State Communications, Vol. 7, pp. 669-672, 1969.

I10. *The effect of the spin-orbit interaction and strain on the energy bands and optical properties of some diamond type semiconductors.* L. Saravia, PhD Thesis, 1969, Ann Arbor Publications, order No. 70-152.

I11. L. Saravia y L. Casamayou. J. Phys. Chem. Solids. Pergamon Press Vol. 32, pp. 1075-1086, 1971.

I12. *Calculation of the photoelectric effect in germanium.* L. Saravia, y L. Casamayou. J. Phys. Chem. Solids. Pergamon Press Vol. 32, pp. 1541-1552, 1971.

I13. Saravia y L. Casamayou. J. Phys. Chem. Solids. Pergamon Press, Vol. 33, pp. 145-155, 1972.

I14. *The pair scattering and the photoemission effect in Gas.* L.Saravia y J. Duomarco. J. Phys. Chem. Solids. Pergamon Press, Vol. 34, pp. 1661-1673, 1973.

I15. *Strain-split energy bands and piezooptical properties of Si.* L. Saravia. J. Phys. Chem. Solids. Pergamon Press. Vol. 35, pp. 1469-1479, 1974.

- I16. *Measurement of rock pile heat transfer coefficients*. E. Alanis, L. Saravia y L. Rovetta. Solar Energy, Vol.19, pp. 571-572. Pergamon Press, 1977.
- I17. *The use of sodium sulfate in solar ponds*. J. Mangussi, L.Saravia y G. Lesino. Solar Energy Vol.25, pp. 475-477,1978.
- I18. *Secado de tabaco con energía solar*. L. Saravia, A. Fabris, E. Alanis, E. Frigerio. Actas del 2o. Congreso Latinoamericano de Energía Solar, Paraiba, Brasil, 1979, Vol. 2, pp.481.
- I19. *Acumulación térmica en materiales con cambio de fase*. E. Alanis, L. Saravia, L. Rovetta, I. De Paul, D. de Saravia, J. Castro. Actas del 2o. Congreso Latinoamericano de Energía Solar, Paraiba, Brasil, 1979, pp. 839.
- I20. *Experimentos con pozas solares*. L. Saravia, J.Mangussi, G.Lesino, C. Bekerman, D. Ragot. Actas del 2o. Congreso Latinoamericano de Energía Solar, Paraiba, Brasil, 1979, pp.857.
- I21. *Operation of a 400 m² sodium sulphate solar pond in Salta, Argentina*. G. Lesino, L. Saravia, J. Mangussi y R. Caso. solar Pond Letters, Vol. 1, Number 1,2, American Solar Energy Society, pp. 12, 1982.
- I22. *On the use of water-bentonite mixtures as a material for Trombe walls*. E.Alanis, L.Rovetta y L. Saravia. Proceedings Solar Storage Workshop, 21-24 march 1982, Jeddah, Saudi Arabia.
- I23. *Las pozas solares como reactores químicos. Aplicación a la producción de ácido bórico*. G. Lesino y L. Saravia (Salta) y D. Galli (Jujuy). 5to. Congreso Latinoamericano de Energía Solar, Valparaíso, octubre 1986. Memoria Técnica, Tomo II, Sección E, pag. 103.
- I24. *Diseño de un banco de Germoplasma*. L. Saravia, G. Lesino, L. Cardon y Ricardo Ashur. 5to. Congreso Latinoamericano de Energía Solar, Valparaíso, octubre 1986. Memoria Técnica, Tomo II, Sección E, pag. 124.
- I25. *Use of Solar Ponds in the production of sodium sulphate*. G. Lesino, L. Saravia y D. Galli. Proceedings of the Conference International Progress in Solar Ponds", Cuernavaca, Mexico, Abril 1987, pp. 201-205.
- I26. *Disolución de Sales en el fondo de una poza solar*. J. Mangussi y L. Saravia. Actas del III Congreso Ibérico y 1er Congreso Iberoamericano de Energía solar, Abril 22-24 de 1987, España, pags. 249 - 260, Tomo
- I27. *Funcionamiento de viviendas solares pasivas en la Puna Argentina*. L. Saravia, G. Lesino, R. Caso y G. Chiarito, III Congreso Ibérico y 1er. Congreso Iberoamericano de Energía Solar, Abril 22-24 de 1987, España, pp. 404 - 410, Tomo I.
- I28. *El secado solar de productos agrícolas en la Argentina*, L. Saravia, V. Passamai y R. Echazu. III Congreso Ibérico y 1er. Congreso Iberoamericano de Energía Solar, Abril 22-24 de 1987, España, pags.481 - 500, Tomo II.
- I29. *Efecto de Viento en Pozas Solares*. G. Lesino, G. Hannecke, L. Saravia y N. Salvo. Actas del 2do. Congreso Iberoamericano de Energía Solar, pp. 254, Porto, Portugal, 1988.
- I30. *Sensor de Radiación Solar Para Pozas Solares*. R. Ashur, L. Saravia y C. Cadena. Actas del 2do. Congreso Iberoamericano de Energía Solar, pp. 160, Porto, Portugal, 1988.
- I31. *Secadero Solar con Captación Directa de Radiación*. L. Saravia, R. Echazu, L. Zunino y V. Passamai, Actas del 2do. Congreso Iberoamericano de Energía Solar, pp. 274, Porto, Portugal, 1988.
- I32. *Método de Cálculo de la Producción Media Mensual de Un Secadero Solar de*

Convección Forzada. L. Saravia, L. Zunino y V. Passamai, Actas del 2do Congreso Iberoamericano de Energía Solar, pp. 280, Porto, Portugal, 1988.

I33. *Comportamiento Térmico de una Vivienda Solar en El Noroeste Argentino*. G. Lesino, L. Saravia, R. Caso, R. Requena, Actas del 2do Congreso Iberoamericano de Energía Solar, pp. 347, Porto, Portugal, 1988.

I34. *Recursos Climáticos para Refrescamiento de Viviendas en el Noroeste Argentino (NOA)*. G. Lesino, J. Alvarez, G. Chiarito y L. Saravia, Actas del 2do. Congreso Iberoamericano de Energía Solar, pp. 456, Porto, Portugal, 1988.

I35. *Perfomance of a Solar House in Argentina*. G. Lesino, L. Saravia y R. Caso. Proceedings of the Passive Low Energy Association(PLEA), pp. 777, Portugal, 1988.

I36. *Industrial Production of Sodium Sulfate using Solar Ponds*. G. Lesino, L. Saravia y D. Galli. Aceptado para publicación en: Solar Energy, Vol. 45, No. 4, pp. 215-218, 1990.

I37. *Solar Ponds in Hydrometallurgy and Salt Production*, G. Lesino and L. Saravia: Solar Energy, Vol. 46, No.6, pp. 377-382. 1991.

I38. *Thermal evaluation of small and medium solar ponds for the mining industry*. L. Saravia and G. Lesino. Proceedings of the International Conference on Solar Ponds, Rome, Italy, 1990. Aceptado para publicación.

I39. *El uso del estearato de metilo en colectores acumuladores para calentamiento pasivo de viviendas*, A. Bouciguez y L. Saravia, Actas del V Congreso Ibérico de Energía Solar, Madrid, España, pp. 95, 1990.

I40. *Túnel experimental para la obtención de curvas de secado*. V. Passamai y L. Saravia. Actas del V Congreso Ibérico de Energía Solar, Madrid, España, pp. 3, 1990.

I41. *Performance y diseño de secaderos-invernaderos de convección forzada*. L. Saravia, L. Zunino y R. Echazú. Actas del V Congreso Ibérico de Energía Solar, Madrid, España, pp. 13, 1990.

I42. *Simulación de secaderos solares de convección forzada*. L. Zunino y L. Saravia. Actas del V Congreso Ibérico de Energía Solar, Madrid, España, pp. 27, 1990.

I43. *Secadero-Invernadero de doble cámara*. L. Saravia, L. Zunino y R. Echazú. Actas del V Congreso Ibérico de Energía Solar, Madrid, España, pp. 37, 1990.

I44. *Cálculo térmico de pozas solares de pequeño o mediano tamaño para la industria minera*. G. Lesino y L. Saravia, Actas del V Congreso Ibérico de Energía Solar, Madrid, España, pp. 269, 1990.

I45. *Ingeniería del Secado Solar*. Editores: R. Román, M. Horn y L. Saravia. Libro editado por el Gobierno Español a través del Cyted-D. Encargado de la redacción de 4 capítulos: *Materiales; Descripción de los sistemas de secado, Secador-Invernadero de circulación forzada y Secador indirecto de circulación forzada*, en colaboración con L. Zunino y R. Echazú. Impreso por la Universidad de Chile, 1996.

I46. *Greenhouse solar heating in the province of Salta*. L. Saravia y otros. Proceedings of the Workshop Materials Science and Physics of Non Conventional Energy Source, Buenos aires, Argentina, 28/9/92 al 2-10-92, pp. 262.

I47. *A new design for a solar greenhouse drier*. L. Saravia, M. Condorí and J. Huertas. Proceedings of the Workshop Materials Science and Physics of Non Conventional Energy Source, Buenos Aires, Argentina, 28/9/92 al 2/10/92, pp. 272.

I48. *Multistage solar still*. J. Franco and L. Saravia. Proceedings of the Workshop Materials

Science and Physics of Non Conventional Energy Source, Buenos Aires, Argentina, 28/9/92 al 2/10/92, pp. 272.

I49. *Greenhouse Solar Heating in the Province of Salta*, L. Saravia, y otros. Proceedings of the 18th National Passive Solar Conference, ASES, Vol 18, pp. 103, Washington, 1993.

I50. *A New Design for a MultiStage Solar Still*, J. Franco y L. Saravia. Proceedings of Solar'93. The 1993 Annual Conference of the American Solar Energy Society, ASES. pp. 411. Washington 1993.

I51. *A New design for a multistage still*. J. Franco y L. Saravia. Publicado en la revista Renewable Energy de la Pergamon Press. Vol. 4, No. 1, pp. 119-122, 1994. Great Britain.

I52. L. Saravia, R. Echazú, M. Condorí, M. Quiroga y C. Cabanillas. *Sistema solar activo para calentamiento de invernaderos*. Publicado en las Actas de la XIX Reunión Nacional de Energía Solar, Organizada por la Asociación Mexicana de Energía Solar. La Paz, Baja California Sur, 2 al 6 de octubre de 1995. pág. 483.

I53. M. Quiroga, L. Saravia, R. Echazú. *Uso del lisímetro para determinar el balance energético y evapotranspiración en un invernadero con acondicionamiento térmico solar*. Publicado en las Actas de la XIX Reunión Nacional de Energía Solar, Organizada por la Asociación Mexicana de Energía Solar. La Paz, Baja California Sur, 2 al 6 de octubre de 1995. pág. 317.

I54. M. Condorí, L. Saravia y R. Echazú. *Secado de pimienta en un secadero-invernadero tunel de producción continua*. Publicado en las Actas de la XIX Reunión Nacional de Energía Solar, Organizada por la Asociación Mexicana de Energía Solar. La Paz, Baja California Sur, 2 al 6 de octubre de 1995. pág. 455.

I55. L. Saravia, R. Echazú, C. Cadena, M. Condorí, C. Cabanillas, A. Iriarte y S. Bistoni, *Greenhouse solar heating in the Argentinian Northwest*, Publicado en Renewable Energy, Pergamon Press, 1997.

I56. V. Passamai y L. Saravia. *Relationship between a solar drying model of red pepper and the kinetics of pure water evaporation (I)*. Vol. 15 No. 5, 1997. Arun Mujumdar, McGill.

I57. V. Passamai y L. Saravia. *Relationship between a solar drying model of red pepper and the kinetics of pure water evaporation (II)*. Vol. 15 No. 5, 1997. Arun Mujumdar, McGill.

I58. Condorí M. And Saravia Luis. *The perfomance of forced convection grenhouse driers*. Renewable Energy, Pergamon Press. Vol. 13, N° 4, pp. 453-469, 1998.

I59. C. Cadena, R. Echazú, D. Hoyos, L. Saravia y M: Quiroga. *Equipo de medición y control para invernaderos*. Actas del VII Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia - LATCYM'98 - Vol. 4, pp. 1001 - 1004, Salta 1998.

I60.R. Echazú, L. Saravia, M. Quiroga y C. Cadena. *Estudio de colectores solares de bajo costo para uso agrícola*. Actas del VII Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia - LATCYM'98 - Vol. 4, pp. 1011-1016, Salta 1998.

I61. J. Franco, S. Esteban, L. Saravia. *Destilador multiefecto compacto*. Actas del VII Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia - LATCYM'98 - Vol. II, pp. 437 - 440, Salta 1998.

I62. H. Suárez, L. Saravia. *Balance energético y de masa en un invernadero con acondicionamiento térmico solar*. Actas del VII Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia - LATCYM'98 - Vol. 4, pp. 1082-1087, Salta 1998.

I63. V. Passamai, L. Saravia. *Análisis de la influencia de temperatura, humedad, velocidad*

del aire o radiación en el secado de pimiento. Actas del VII Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia - LATCYM'98 - Vol. 4, pp. 1059-1062, Salta 1998.

I64. L. Saravia, C. Cadena, R. Caso, C. Fernández. *Cocina solar empleando un acumulador sólido y móvil con concentración*. Actas del VII Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia - LATCYM'98 - Vol. 4, pp. 1076-1081, Salta 1998.

I65. J. Franco, S. Esteban, L. Saravia. *Destilador multiefecto compacto*. Actas del VII Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia - LATCYM'98 - Vol. II, pp. 437 - 440, Salta 1998.

I66. G. Lesino and L. Saravia. *Solar energy in Argentina: past, present and future activities*. Proceedings of the 1998 American Solar Energy Society Annual Conference. Albuquerque, NM June 14 - 17, 1998. Pág. 15.

I67. J. Franco, S.E. Esteban y L. Saravia. *Multistage still*. Aceptado para publicar en SOLAR'99, American Solar Energy Society, 1999.

I68. Franco J., Esteban S. y L. Saravia. *Multistage still*. Proc. Of the International Solar Energy Society. Solar World Conference, Israel, Vol. 3, p. 155, 1999.

I69. Iriarte A., Bistoni S. y Saravia L. *Calefacción solar de invernaderos especiales*. Proceedings of the ISES Millennium Solar Forum 2000. Pp. 473 -478.

I70. Condorí M., Echazú, R. y Saravia L. *Solar drying of sweet pepper and garlic using the tunnel greenhouse drier*. Renewable Energy (Pergamon Press), 22 (2000), 447-460, 2000.

I71. Saravia L., Cadena C., Caso R. y Fernández C. *Cocinas solares comunales de uso múltiple en el noroeste argentino*. Libro de Resúmenes del XI Congreso Ibérico y VI Congreso Ibero-Americano de energía solar. 29 de setiembre al 2 de octubre de 2002. ISBN 972-95854-4-x, Edición SPES, Sociedade Portuguesa de Energia Solar, Lisboa, 2002. Pág.97. Editado en CD.

I72. Iriarte A., Saravia L. y Tomalino L. *Calefacción solar de invernaderos para rusticar plantines de árboles frutales*. Libro de Resúmenes del XI Congreso Ibérico y VI Congreso Ibero-Americano de energía solar. 29 de setiembre al 2 de octubre de 2002. ISBN 972-95854-4-x, Edición SPES, Sociedade Portuguesa de Energia Solar, Lisboa, 2002. Pág. 123.

I73. Bistoni S., Iriarte A. y Saravia L. *Acumulador térmico económico para colectores solares de aire*. Libro de Resúmenes del XI Congreso Ibérico y VI Congreso Ibero-Americano de energía solar. 29 de setiembre al 2 de octubre de 2002. ISBN 972-95854-4-x, Edición SPES, Sociedade Portuguesa de Energia Solar, Lisboa, 2002. Pág.

I74. Bistoni S., Iriarte A. y Saravia L. *Bolsas de plástico para colección solar e intercambio de calor*. Libro de Resúmenes del XI Congreso Ibérico y VI Congreso Ibero-Americano de energía solar. 29 de setiembre al 2 de octubre de 2002. ISBN 972-95854-4-x, Edición SPES, Sociedade Portuguesa de Energia Solar, Lisboa, 2002. Pág. 87.

I75. Echazú R., Saravia L., Quiroga M., Robredo P. y Cadena C. *Sistema activo de acumulación de energía con botellas de pet recicladas*. Libro de Resúmenes del XI Congreso Ibérico y VI Congreso Ibero-Americano de energía solar. 29 de setiembre al 2 de octubre de 2002. ISBN 972-95854-4-x, Edición SPES, Sociedade Portuguesa de Energia Solar, Lisboa, 2002. Pág. 125.

I76. Saravia L.R., Quiroga M. y Cadena C. *Simulación de una cocina solar tipo caja en programa SCEPTRE para LINUX*. Libro de Resúmenes del XI Congreso Ibérico y VI Congreso Ibero-Americano de energía solar. 29 de setiembre al 2 de octubre de 2002. ISBN 972-95854-4-x,

Edición SPES, Sociedade Portuguesa de Energia Solar, Lisboa, 2002. Pág. 102.

177. Condorí M., Saravia Luis R. *Analytical Model for the performance of the tunnel type greenhouse drier*. Renewable Energy (Pergamon Press) 28, 2002, 467-485.

178. M. Condorí and L. Saravia. *Method to determine the thermal efficiency of an air solar collector using a non-steady model*. Eighth World Renewable Energy Congress, August 29 – September 3, 2004. Denver, Colorado. Editado en CD ISBN 008 0444709.

179. J. Franco, C. Cadena , L. Saravia. *Múltiple use of comunal solar cookers*. Solar Energy 77 (2004) 217-223.

180. J. Franco, L. Saravia, V. Javi, R. Caso y C. Fernández. *The pasterurization of goat milk using a low cost solar concentrator*. Solar Energy. En prensa.y SE-D-07-00150.

181. S. Flores Larsen, M. Altamirano y A. Hernández. *Heat loss o a trapezoidal cavity absorbed for a linear Fresnel reflecting solar concentrator*, Renewable Energy 39 (2012), 198 – 206.

182. Dellicompagni P., Saravia L., Altmirano M., Franco J., *Simulation and testing of a solar reciprocating steam engine*. Engine 151 (2018) 662 – 674.

A.2.- Publicaciones Nacionales

N01. *Modelo de laboratorio de una poza solar*. L. Brune, L. Saravia, y C. Bekerman. Actas de la 2da. Reunion de Trabajo de Energía Solar, julio 21-24 de 1976, Argentina, pp. 1.

N02. *Experimentos con una poza solar*. L. Saravia, L. Brune y Bekerman. Actas de la 2da. Reunión de Trabajo de Energía Solar, julio 21-24 de 1976, Argentina, pp. 57.

N03. *El diseño de los acumuladores de piedra*. L. Saravia y E. Alanis. Actas de la 2da. Reunión de Trabajo de Energía Solar, julio 21-24 de 1976, Argentina, pp. 137.

N04. *Diseño y construcción de un acondicionador térmico por regeneración en lecho de piedras*. E. Alanis y L. Saravia. Actas de la 2da. Reunión de Trabajo de Energía Solar, julio 21-24 de 1976, Argentina, pp.173.

N05. *Diseño y experimentación de un calentador de aire de matriz porosa*. A. Fabris, J. Souto y L. Saravia. Actas de la 2da. Reunión de Trabajo de Energía Solar, julio 21-24 de 1976, Argentina, pp. 301.

N06. *Experimentación de un calentador de agua construido en sobretechos prefabricados*. L. Saravia, A. Fabris, J. Souto y R. Gaspar. Actas de la 2da. Reunión de Trabajo de Energía Solar, julio 21-24 de 1976, Argentina, pp. 323.19.

N07. *El ciclo de absorción tiocianato-amoniaco como refrigerador solar*. A. Crivelli, L. Saravia y R. Ovejero. Actas de la 2da. Reunión de Trabajo de Energía Solar, julio 21-24 de 1976, Argentina, pp. 411.

N08. *Pozas solares con gradiente salino saturado*. J. Mangussi y L. Saravia. Actas de la 3a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Mendoza, 1977, pp. 65.

N09. *Secado de tabaco con energía solar*. L. Saravia, A. Fabris, S. Guerrero, E. Alanis. Actas de la 3a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Mendoza, 1977, pp. 109.

N10. *Diseño de un refrigerador solar intermitente*. L. Saravia, R. Ovejero. Actas de la 3a.

Reunión de Trabajo de Energía Solar, Mendoza, 1977, pp. 337.

N11. *Diseño de acumuladores térmicos por cambio de fase*. L. Saravia, E. Alanis, L. Rovetta, J. Castro, I. De Paul, D. de Saravia. Actas de la 3a. Reunión de Trabajo de Energía Solar Mendoza, 1977, pp. 275.

N12. *Ensayo de elementos de acumulación por cambio de fase*. E. Alanis, L. Saravia, L. Rovetta, I. De Paul, M. de Bekerman. Actas de la 3a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Mendoza, 1977, pp. 289.

N13. *Simulación de sistemas que incluyen acumuladores de piedras*. L. Saravia, E. Alanis, I. De Paul, A. Castagnolo. Actas de la 3a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Mendoza, 1977, pp. 259.

N14. *Aspectos técnicos del funcionamiento de una poza solar*. L. Saravia, G. Lesino, C. Bekerman, D. Ragot. Actas de la 3a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Mendoza, 1977, pp. 85.

N15. *Ensayo de un calentador de aire de matriz porosa*. L. Saravia, A. Fabris. Actas de la 3a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Mendoza, 1977, pp. 101.

N16. *Funcionamiento de un modelo de poza solar con gradiente salino saturado*. J. Mangussi, G. Lesino, L. Saravia y A. Ronco. Actas de la 4a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Plata, 1978, pp. 43.

N17. *Capas convectivas en pozas solares*. G. Lesino, J. Mangussi, A. Ronco y L. Saravia. Actas de la 4a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Plata, 1978, pp. 57.

N18. *Secado solar de tabaco: Resultados experimentales*. L. Saravia, E. Alanis, E. Frigerio, J. Castagnolo y A. Fabris. Actas de la 4a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Plata 1978, pp. 83.

N19. *Material de alto calor específico para muro Trombe-Michel*. E. Alanis, L. Saravia y G. Lesino. Actas de la 4a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Plata, 1978, pp. 241.

N20. *Anteproyecto y análisis térmico de una vivienda con uso de la Energía Solar para la Puna*. G. Lesino, R. Ovejero y L. Saravia. Actas de la 4a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Plata, 1978, pp. 269.

N21. *Ensayos de deshumidificación solar de soluciones de CaCl₂*. V. Passamai y L. Saravia. Actas de la 5a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Córdoba, 1979, pp. 407.

N22. *Calentamiento solar de agua con aire como fluido de intercambio*. Iriarte, A. Varela, I. De Paul y L. Saravia, Actas de la 5a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Córdoba, 1979, pp. 79.

N23. *Proyecto y ensayo de componentes de un secadero solar de tabaco Virginia*. L. Saravia, E. Frigerio, J. Pérez, I. De Paul y M. Gay. Actas de la 5a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Córdoba, 1979, pp. 269.

N24. *Construcción de un dispositivo para ensayos de muros "Colector- Acumulador". Resultados Preliminares*. E. Alanis, L. Saravia, L. Rovetta, G. Lesino y M. Gay. Actas de la 5a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Córdoba, 1979, pp. 141.

N25. *Ensayo de un muro colector acumulador en la región de la Puna*. G. Lesino, M. Gay, L. Saravia y R. Requena. Actas de la 5a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Córdoba, 1979, pp. 3.

N26. *El control de la humedad ambiente en casas solares ubicadas en la Puna Argentina*. G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 5a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Córdoba, 1979, pp. 397.

N27. *Incorporación de las pozas solares al proceso industrial de proceso de sulfato de sodio*. G. Lesino, J. Mangussi, L. Saravia, D. Galli y J. Riera. Actas de la 6a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Catamarca, 1980, pp. 143.

N28. *La generación de Energía eléctrica mediante pozas solares en la Argentina*. L. Saravia, G. Lesino, J. Mangussi, E. Hamity, J. Irigoitia, J. de la Fuente, A. Canelada y D. Galli. Actas de la 6a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Catamarca, 1980, pp. 165.

N29. *Anteproyecto de edificio solar para la Estación experimental y Reserva de vida silvestre de Laguna Blanca, Catamarca*. Lesino, L. Saravia, E. V. de Fontanilla, C. Gramajo y R. Ferioli. Actas de la 6a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Catamarca, 1980, pp. 273.

N30. *Programa de secado solar de tabaco: 2da. Fase*. L. Saravia, E. Frigerio, I. De Paul y R. Echazu. Actas de la 7a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Rosario, 1981, pp. 11.

N31. *Construcción y operación de la poza de sulfato de sodio de la Sociedad Minera Pompeya S.A.*, G. Lesino, L. Saravia, J. Mangussi, R. Caso, D. Galli y J. Riera. Actas de la 7a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Rosario, 1981, pp. 69.

N32. *Edificios solares en la Puna: Estado de avance de su construcción y monetización*. G. Lesino, R. Requena, L. Saravia, E. Fontanilla, R. Echazu y A. Canelada. Actas de la 7a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Rosario, 1981, pp. 138.

N33. *Estudio del bioclima y de la vivienda rural tradicional en el Noroeste Argentino*. L. Saravia, G. Lesino, R. Requena, L. Cardon, C. Gramajo, E. Jimenez, F. Guerrero, E. Fontanilla, L. Castro Padula y R. Falu. Actas de la 7a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Rosario, 1981, pp. 146.

N34. *Modelo fenomenológico del crecimiento de una capa convectiva en una poza solar*. J. Mangussi, L. Saravia y G. Lesino. Actas de la 7a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Rosario, 1981, pp. 62.

N35. *El uso de colectores solares de plástico para la anhidración de sulfato de sodio*. D. Galli, G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa, 1983, pp. 79.

N36. *Caracterización de las propiedades de inercia térmica de muros*. L. Saravia y G. Plaza. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa, 1983, pp. 33.

N37. *Monetización del funcionamiento de una poza solar para producción industrial de sulfato de sodio*. J. Mangussi, L. Saravia y G. Lesino. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa, 1983.

N38. *Generación de bajas temperaturas mediante radiación nocturna en la zona andina*. L. Cardon, L. Saravia, G. Lesino, R. Ovejero, L. Castro Padula y C. Cadena. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa, 1983, pp. 79.

N39. *Planta piloto de secado solar de pimiento: Construcción y ensayo*. L. Saravia, R. Echazu, F. Guerrero y C. Gramajo. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa 1983, pp. 1.

N40. *Construcción y monitoreo de un invernáculo y local adyacente con calefacción auxiliar por poza solar*. G. Lesino, L. Saravia, L. Castro Padula, D. Blas Hannecke. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa, 1983 pp. 9.

N41. *Poza de sulfato de sodio de 600 m²: Construcción y mantenimiento*. G. Lesino, L. Saravia, S. Cenzano, D. Blasco, C. Cadena y R. Caso. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de

Energía Solar, 1983, La Pampa, pp. 149.

N42. *Las pozas solares como reactores químicos - Aplicación a la producción de ácido bórico.* G. Lesino, L. Saravia y D. Galli. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa, 1983, pp. 173.

N43. *Prototipo de vivienda para ensayo de techos colectores sin cubierta y acumulación en el piso.* M. Grion, L. Castro Padula, G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa, 1983, pp. 25.

N44. *Adaptación de microcomputadoras para la capacitación masiva de datos en ensayos de sistemas solares.* L. Saravia y C.Cadena. Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, La Pampa, 1983, pp. 137.

N45. *Mediciones del Puesto Sanitario de Abdon Castro Tolay.* G. Chiarito, R. Caso, G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 9a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Juan, 1984, pp. 286.

N46. *Sistema activo colector- piso acumulador.* G. Lesino, L. Castro Padula, L. Saravia y otros. Actas de la 9a. Reunión de Trabajo en Energía Solar, San Juan, 1984, pp.136.

N47. *Secado solar de pimiento: resultados experimentales y su simulación.* L. Saravia, V. Passamai y R. Echazu. Actas de la 9a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Juan, 1984, pp. 1.

N48. *Sistema de mantenimiento del gradiente salino para pozas solares.* J. Franco y L. Saravia. Actas de la 9a Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Juan, 1984, pp. 235.

N49. *Ensayo de techos colectores sin cubierta.* M. Grion y L. Saravia. Actas de la 9a. Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Juan, 1984, pp. 129.

N50. *Determinación experimental de las admitancias térmicas de muros.* G. Plaza Saravia. Actas de la 9a Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Juan, 1984, pp. 143.

N51. *Construcción y calibración de anemómetros de baja velocidad.* I. de Paul, C. Cadena, G. Lesino, L. Saravia. Actas de la 9a Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Juan, 1984, pp. 270.

N52. *Contenido energético de materiales de construcción.* L. Saravia y G. Lesino Actas de la 10ma. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Neuquen, 1985, pp. 1.

N53. *Modelo Computacional para el calculo de distribución de temperatura en el suelo.* A. Bouciguez y L. Saravia. Actas de la 10ma Reunión de Trabajo de Energía Solar, Neuquen, 1985, pp. 85.

N54. *Método de diseño de sistemas de secado de productos agrícolas.* M. Casermeiro y L. Saravia, Actas de la 10ma. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Neuquen, 1985, pp. 91.

N55. *Modelo Matematico de un banco de Germoplasma.* R. Ashur y L. Saravia. Actas de la 10ma. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Neuquen, 1985, pp. 99.

N56. *Desarrollo de un sistema de toma de datos para sistemas solares (Nota Técnica).* C. Cadena, R. Ashur y L. Saravia, Actas de la 10ma. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Neuquen, 1985, pp. 247.

N57. *Diseño y ensayo de un sistema para calibrar higrómetros (Nota Técnica).* G. Plaza, J. Franco y L. Saravia. Actas de la 10ma. Reunión de Trabajo de Energía Solar, Neuquen, 1985, pp. 247.

N58. *Secado solar pasivo para pimiento.* R. Echazu, V. Passamai y L. Saravia. Actas de la 11va. Reunión de ASADES, San Luis, 1986, pág. 35.

- N59. *Mediciones de edificios solares en Cachi y Abdon Castro Tolay*. R. Caso, G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 11va. Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Luis, 1986, pág. 13.
- N60. *Diseño de un Sistema de producción de agua potable utilizando una poza solar como fuente fría*. J. Franco y L. Saravia. Actas de la 11va. Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Luis, 1986, pag. 231.
- N61. *Estudio y caracterización de materiales de cambio de fase de origen orgánico*. Actas de la 11va. Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Luis 1986, pag. 185.
- N62. *Simulador de paneles fotovoltaicos*. R. Ashur, C. Cadena y L. Saravia. Actas de la 11va. Reunión de Trabajo de Energía Solar, San Luis 1986, pag. 137.
- N63. *Estudio de la Radiación Nocturna como fuente fría. Primeros cálculos*. E. Frigerio y L. Saravia. Actas de la 11va. Reunión de Trabajo de Energía Solar. San Luis 1986, pag. 113
- N64. *Instalación de Sistemas Fotovoltaicos en el NOA*. L. Saravia, O. Capalbi y C. Cadena, 12va. Reunión de Trabajo de ASADES, Buenos Aires, pag. 173, Tomo I.
- N65. *Sensor de Radiación Solar para Pozas Solares: Estudios Preliminares*. R. Ashur, L. Saravia y C. Cadena. 12va. Reunión de Trabajo de ASADES, Buenos Aires, 1987. p g. 59, Tomo I.
- N66. *Modelo Experimental de una mezcla de yeso con estearato de butilo como material de cambio de fase*. G. Plaza, A. Bouciguez, y L. Saravia. 12va. Reunión de trabajo de ASADES, Buenos Aires, 1987. P g. 341, Tomo II.
- N67. *Mediciones y evaluación del comportamiento térmico de la vivienda solar de Abra Pampa*. R. Caso, G. Lesino y L. Saravia, 12va. Reunión de trabajo de ASADES, Buenos Aires 1987. Pag. 281, Tomo II.
- N68. *Sistema Solar para Uso Alternativo como secadero o invernadero. Diseño y construcción*. L. Saravia, V. Passamai y R. Echazu. 12va. Reunión de Trabajo de ASADES, Buenos Aires 1987. P g.1, Tomo I.
- N69. *Destilación de agua con Energía solar recuperando el calor de condensación*. J. Franco y L. Saravia. 12va. Reunión de trabajo de ASADES, Buenos Aires 1987. P g. 67, Tomo I.
- N70. *Simulación de secaderos solares sin acumulación*. L. Saravia, L. Zunino y V. Passamai. 12va. Reunión de Trabajo de ASADES, Buenos Aires 1987. P g. 45, Tomo I.
- N71. *Ensayo de un destilador solar al vacío*. S. Perpignal, L. Saravia y J. Franco. 12va. Reunión de trabajo de ASADES, Buenos Aires 1987. Pág. 75, Tomo I.
- N72. *Sistema solar para uso como invernadero o secadero: Nuevo Diseño*. L. Saravia, R. Echazú, L. Zunino y M. Quiroga. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 5 Tomo I.
- N73. *Sistema solar para uso como invernadero o secadero: experimentación y análisis económico*. L. Saravia, R. Echazú, M. Quiroga y P. Robredo. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 21 Tomo I
- N74. *Secadero solar de lecho fijo construcción y primeros ensayos*. L. Saravia, R. Echazú y L. Zunino. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 29 Tomo I.
- N75. *Método de cálculo de la producción de secaderos solares con recirculación y calentamiento auxiliar*. L. Zunino y L. Saravia. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 33 Tomo I.
- N76. *Una experiencia de transferencia de tecnología para secado solar*. V. Passamai, L.

Saravia, C. Avecilla, H. Destéfanis, R. Macchi. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 41 Tomo I.

N77. *Secado solar de pimiento en Santa María*. J. Sequi, V. García, S. Biagi, A. Iriarte, A. Amaya, L. Saravia, R. Echazú. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 47 Tomo I

N78. *Destilador multietapa pasivo*. J. Franco, S. Perpignal y L. Saravia. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 81 Tomo I.

N79. *Prediseño de una Planta Piloto de producción de ácido bórico por vía solar*. G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 87 Tomo I.

N80. *Instalaciones fotovoltaicas en el NOA. Segunda etapa*. O. Capalbi, D. Garkus, C. Cadena, L. Saravia. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 169 Tomo I.

N81. *Comportamiento térmico de elementos de acumulación por cambio de fase*. A. Boucíguez, G. Plaza, y L. Saravia. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 297 Tomo II.

N82. *Captación masiva de datos con PC*. C. Cadena y L. Saravia. Actas de la 13va. Reunión de Trabajo de la ASADES, Salta, 25 al 28-10-88, pp. 423 Tomo II.

N83. *Emisividad de la atmósfera: Resultado de la campaña de medidas del año 1989*. E. Frigerio y L. Saravia. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 1.

N84. *Invernáculo-secadero de productos agrícolas en Santa María, Catamarca*. J.R. Sequi, A. Iriarte, S. B. de Biagi, V. García, L. Saravia y R. Echazú. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 255.

N85. *Comportamiento de elementos cilíndricos de acumulación en estearatos por cambio de fase*. A. Boucíguez y L. Saravia y C. Cadena. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 303.

N86. *Características ópticas de materiales de cubierta en invernaderos*. L. Saravia, R. Echazú y L. Zunino. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 323.

N87. *Simulación de secaderos solares de convección forzada*. L. Zunino y L. Saravia. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 355.

N88. *Secadero-Invernadero de doble cámara*. L. Saravia, R. Echazú, L. Zunino y M. Quiroga. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 343.

N89. *Pozas solares en hidrometalurgia y producción de sales*. G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 233.

N90. *Cálculo térmico de pozas solares de pequeño o mediano tamaño para la industria minera*. G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 225.

N91. *Perfomance y diseño de secaderos-invernaderos de convección forzada*. L. Saravia, L. Zunino y R. Echazú. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 331.

N92. *Muro colector-acumulador usando estearato de metilo*. A. Boucíguez y L. Saravia. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Mendoza, 1990. Pág. 309.

- N93. *Biodigestión de estiércol vacuno en invernadero*. L. Seghezzeo y L. Saravia. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 323.
- N94. *Calentamiento solar de invernadero en la Provincia de Salta*. L. Saravia, R. Echazú, C. Cadena y C. Cabanillas. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 371.
- N95. *Secador invernadero de tipo túnel*. L. Saravia y M. Condorí. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 379.
- N96. *Performance y diseño de secaderos invernaderos del tipo tunel*. M. Condorí, y L. Saravia. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 323.
- N97. *Prueba de secado en un equipo de laboratorio*. V. Passamai y L. Saravia. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 395.
- N98. *Ensayo y simulación de un destilador de efecto múltiple*. J. Franco y L. Saravia. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 403.
- N99. *Equipo portátil de bajo costo para toma de datos*. L. Saravia, c. Cadena y D. Hoyos. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 433.
- N100. *Diseño de un equipo de enfriamiento por radiación nocturna*. R. Frigerio y L. Saravia. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 463.
- N101. *Secador natural de productos agrícolas*. A. Iriarte, R. Moreno, V. García, J. Sequi, C. Rodríguez y L. Saravia. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 477.
- N102. *Uso de invernaderos como secaderos solares: diseño y cálculo térmico*. A. Iriarte, S. Biagi, V. García, J. Sequi, C. Rodríguez y L. Saravia. Actas de la 15va. Reunión de trabajo de la ASADES, Catamarca, 3 al 6 de noviembre de 1992. Tomo II, pp. 485.
- N103. *Destilador solar pasivo: determinación del coeficiente de transferencia evaporativa*. J. Franco y L. Saravia. ANALES AFA 76a. Reunión de la Asociación Física de la Argentina. Tucumán 1991, impresa en octubre de 1992. Volumen 3, pp. 390.
- N104. *Comportamiento del estearato de metilo como acumulador de energía en el rango 30'60 C*. A. Boucíguez, L. Saravia y O. Ruiz. ANALES AFA 76a. Reunión de la Asociación Física de la Argentina. Tucumán 1991, impresa en octubre de 1992. Volumen 3, pp. 395.
- N105. *Sistema autónomo de captación y control de parámetros meteorológicos*. L. Saravia, C. Cadena y R. Echazú. ANALES AFA 76a. Reunión de la Asociación Física de la Argentina. Tucumán 1991, impresa en octubre de 1992. Volumen 3, pp. 399.
- N106. *Emisividad infrarroja de la atmósfera. medidas en el Noroeste Argentino*. E. Frigerio y L. Saravia. ANALES AFA 76a. Reunión de la Asociación Física de la Argentina. Tucumán 1991, impresa en octubre de 1992. Volumen 3, pp. 432.
- N107. *Caracterización del secado de productos agrícolas con radiación*. V. Passamai, V. García, L. Saravia y A. Iriarte. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Platas

1993, pp. 429. Tomo II.

N108. *Estudio de los parámetros físicos del estearato de metilo*. A. Boucíguez y L. Saravia. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 621. Tomo II.

N109. *Secadero invernadero solar híbrido de producción continua*. M. Condorí y L. Saravia. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 413. Tomo II.

N110. *Piranómetro de bajo costo a usar con sistemas de adquisición de datos*. L. Saravia y C. Cadena. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 647. Tomo II.

N111. *Sistema activo de calentamiento y refrescamiento de edificios para la ciudad de Salta*. A. Boucíguez y L. Saravia. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 159. Tomo I.

N112. *Diseño y construcción de un sistema integrado invernadero-secador con calentamiento combinado solar-biomasa*. L. Saravia, R. Echazú, C. Cadena y M. Quiroga. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 405. Tomo II.

N113. *Nuevo diseño de destilador atmosférico de tipo multieaporativo*. L. Saravia, J. Franco y S. Esteban. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 601. Tomo II.

N114. *Equipo de enfriamiento por radiación nocturna: un primer prototipo*. E. Frigerio y L. Saravia. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 251. Tomo I.

N115. *Análisis de costos de agua destilada en un sistema Poza Solar. Destilador multiefecto a presión atmosférica*. G. Lesino y L. Saravia. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 539. Tomo II.

N116. *Ensayo de un destilador atmosférico de tipo multiefecto de tamaño familiar con calentamiento a leña*. J. Franco y L. Saravia. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 607. Tomo II.

N117. *Diseño e instalación de un equipo de destiladores en el Departamento de Anta Pcia. de Salta*. J. Franco, L. Saravia, R. Caso y C. Fernández. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 595. Tomo II.

N118. *Caracterización de un intercambiador de calor para calefacción de invernaderos*. A. Iriarte, S. Biagi, L. Saravia y R. Echazú. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 461. Tomo II.

N119. *Invernadero-colector solar para secado de productos agrícolas. Ensayos preliminares*. A. Iriarte, V. García, S. Arguello y L. Saravia. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 453. Tomo II.

N120. *Instalación Piloto para la producción de biogás en explotaciones agropecuarias. Posibilidades de optimización en invernadero*. L. Seghezzi, R. Echazú, L. Saravia, C. Cuevas. Actas de la 16va. Reunión de trabajo de la ASADES, La Plata 1993, pp. 653. Tomo II.

N121. *Ensayo de un sistema de calentamiento y refrescamiento activo. Estado de avance*. A. Boucíguez y L. Saravia. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 39, Tomo I.

N122. *Diseño y primeros ensayos de lisímetro gravímetro para medidas de evapotranspiración en invernadero*. M. Quiroga, L. Saravia y R. Echazú. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 649, Tomo II.

N123. *Ensayo de un sistema combinado solar biomasa para calentamiento de invernaderos*. L. Saravia, R. Echazú, C. Cadena, M. Condorí, M. Quiroga y C. Cabanillas. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pg.303.Tomo I.

N124. *Secadero de invernadero con calefacción auxiliar. Ensayos preliminares*. M. Condorí, L. Saravia, R. Echazú, C. Cadena. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 389. Tomo II.

N125. *Ensayos de tubos de calor*. E. Frigerio y L. Saravia. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pg. 19. Tomo I.

N126. *Simulación del proceso de secado de productos frutihortícolas utilizando evaporación de agua en flujo descendente*. M. Condorí, L. Saravia, R. Echazú, A. Iriarte, V. García. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 551. Tomo II.

N127. *Desinfección solar de agua*. L. Saravia, J. Franco, R. Echazú, C. Cadena, H. Bárcena y O. Blesa. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 1. Tomo I.

N128. *Destilador multietapa con calentamiento a leña*. J. Franco y L. Saravia. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 455. Tomo II.

N129. *Formulación de un modelo de secado solar a partir de estudios de evapotranspiración*. V. Passamai y L. Saravia. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 593. Tomo II.

N130. *Evaluación del comportamiento de un colector intercambiador para invernaderos*. S. de Biagi, A. Iriarte, L. Saravia y R. Echazú. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 373, Tomo I.

N131. *Secador solar semi-industrial de productos agrícolas: resultados experimentales*. A. Iriarte, V. García y L. Saravia. Publicado en Actas de la 17a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, Rosario de Santa Fe, Octubre de 1994. Pág. 381, Tomo II.

N132. *Desarrollo de un sistema computarizado para experiencias de cinemática*. M. Gea, D. Hoyos, V. Javi, C. Pocoví, E. Alurralde, C. Cadena, C. Gramajo, R. Lozano y L. Saravia. Memoria Novena Reunión Nacional de Educación en la Física. Salta, setiembre de 1995. Pág. 424.

N133. *La incorporación de la computadora en el laboratorio de física. El caso de los circuitos RL, RC y RLC serie*. Memoria Novena Reunión Nacional de Educación en la Física. Salta, setiembre de 1995. Pág. 434.

N138. E. Frigerio, R. Lozano y L. Saravia. *Un Nuevo diseño para enfriamiento pasivo*. Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 07.61, octubre de 1995.

N139. R. Riggio, H. Martínez, L. Saravia. *Destoxifivación solar de agua contaminada con DDT usando TiO₂ en suspensión, mediante un fotoreactor de placa plana*. Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 07.83, octubre de 1995.

N140. M. Quiroga, L. Saravia y R. Echazú. *Empleo de Lisimetría para determinar la*

evapotranspiración en el balance energético de un invernáculo con acondicionamiento térmico solar. Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 01.51, octubre de 1995.

N141. A. Boucíguez y L. Saravia. *Sistema activo de calentamiento de edificios para la ciudad de Salta.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, 07.45, octubre de 1995.

N142. M. Condorí, L. Saravia y R. Echazú. *Secado de ajo en un secadero invernadero con calefacción auxiliar.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, 01.59, octubre de 1995.

N143. M. Condorí y L. Saravia. *Modelo de secado para secaderos invernaderos.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 06.51, octubre de 1995.

N144. M. Condorí, L. Saravia y R. Echazú. *Secado de pimiento en un secadero invernadero tunel.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 01.65, octubre de 1995.

N145. L. Saravia y C. Cadena. *Termómetro y solarímetro de bajo costo para la realización de experiencias solares.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 01.17, octubre de 1995.

N146. L. Saravia, S. Esteban y J. Franco. *Ensayo y simulación numérica de un destilador atmosférico en contracorriente.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 07.01, octubre de 1995.

N147. I. De Paul y L. Saravia. *Movimiento convectivo del aire húmedo en un destilador solar pasivo* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 07.07, octubre de 1995.

N148. R. Caso, C. Fernández, L. Saravia y J. Franco. *Instalación de destiladores en Capitán Pagés, Rivadavia Banda Norte, Salta.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 07.77, octubre de 1995.

N149. V. Passamai, L. Saravia. *Mejoras y validación de un modelo de secado con radiación* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 06.35,, octubre de 1995.

N150. S. Bistoni, A. Iriarte, S. Killian, M. Saracho, L. Saravia, R. Echazú. *Materiales coloreados para calentamiento de invernaderos e influencia de los mismos en el crecimiento de las plantas.* Aceptado para publicación en Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 01.29, octubre de 1995.

N151. A. Iriarte, V. García, C. Rodríguez, S. Bistoni, I. Paunero, L. Tomalino, L. Saravia y R. Echazú. *Invernadero tipo macrotunel doble para secado de productos agrícolas.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 01.17, octubre de 1995.

N152. A. Iriarte, C. Rodríguez y L. Saravia. *Quemador de residuos para la provisión de energía térmica al medio rural. Ensayos preliminares.* Actas de la 18a. Reunión de la ASADES, San Luis, pág. 01.89, octubre de 1995.

N153.-Iriarte A., Rodríguez C., García V. y L. Saravia. *Generador de aire caliente para el aprovechamiento de desechos agrícolas.* Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 01.5, Tomo I.

N158.-Iriarte A., Bistoni S., Luque V., Saravia L. y Hoyos D. *Sistema sol-gas para la calefacción de invernaderos destinados al control fisiológico y sanitario de plantas.* Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 01.9, Tomo I.

N159.- Bistoni S., Iriarte A. y L. Saravia. *Comportamiento de colectores solares - intercambiadores de calor en un invernadero.* Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 01.13,

Tomo I.

N160.- Iriarte A., Bistoni S., García V., Saravia L., Echazú R., Carabajal D. y Tomalino L. *Invernadero calefaccionado con sistema combinado solar-biomasa: análisis térmico y ensayos preliminares*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 01.21, Tomo I.

N161.- Saravia L., Quiroga M., Echazú R. y Cadena C. *Acondicionamiento por vía solar de un sistema de cultivo hidropónico bajo invernadero: diseño y construcción*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 01.29, Tomo I.

N162.- Saravia L., Echazú R. Cadena C. y Condorí M. *Transferencia de un sistema secadero-invernadero a productores de aromáticas en la provincia de Salta*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 01.33, Tomo I.

N163.- Cadena C., Franco J., Bárcena H., Saravia L., Blesa O. y Lagarde T. *Fabricación y testeo de un sistema de desinfección de agua con lámparas UV empleando paneles fotovoltaicos como fuente de energía*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 03.7, Tomo I.

N164.- Esteban S. y Saravia L. *Medida del coeficiente de transmisión térmica de un destilador atmosférico en contracorriente*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar

ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 07.25, Tomo II.

N165.- Saravia L., Franco J. y Esteban S. *Nuevo diseño de destilador solar en contracorriente*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 07.37, Tomo II.

N166.- De Paul I., Hoyos D. y Saravia L. *Medidas de velocidad del vapor de agua en el interior de un destilador solar tipo batea*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 07.13, Tomo II.

N167.- Boucíguez A. y Saravia L. *Sistema activo de calentamiento de edificios para la ciudad de Salta*. Publicado en Actas de la 18a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-, San Luis, Octubre de 1995. Pág. 07.45, Tomo II.

N168.- Saravia L. y Boucíguez A. *El muro ventilado como acumulador de invierno y verano: simulación y comparación con los resultados experimentales*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 06.33, Tomo I.

N169.- Frigerio E., Saravia L. y Lozano R. *Enfriamiento pasivo: resultados*. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar -ASADES-. Mar del Plata, Noviembre de 1996. Pág. 07.17, Tomo II.

N169.- de Rosa C., Basso M., Estevez A., Pattini A., Fernández J.C., Cortegoso J. L., Mitchell J., Guisasola M.A., Lesino G. y Saravia L. *Escuela Solar técnico agraria en Mendoza. Análisis del beneficio invernal de la incorporación de un invernadero adosado*. Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar, "Energías Renovables y Medio Ambiente", Vol. 1, pp. 11-20, Noviembre de 1996.

N170.-V. Garcia; A. Iriarte; D. Caravajal; L. Tomalino; L. Saravia. *Invernadero - secador:*

Resultados experimentales con pimiento para pimentón. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 1

N171.-A. Iriarte; V. Garcia; S. Bistoni; V. Luque; D. Caravajal; L. Tomalino; L. Saravia; D. Hoyos; C. Cadena. *Invernadero secador calefaccionado con Energía Solar y Bioenergía. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 5*

N172.-C. Rodriguez; A. Iriarte; L. Saravia. *Calentador auxiliar para secaderos solares utilizando Residuos Forestales. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 9*

N173.-H. Suárez; L. Saravia. *Balance energético del funcionamiento de un invernadero con acondicionamiento térmico solar. Modelización y Ensayos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 13.*

N174.-M. Condori; L. Saravia. *Diseño y construcción de un secador directo de uso doméstico. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 17*

N175.-L. Saravia; M. Quiroga; R. Echazú; P. Robredo; C. Cadena. *Cultivo hidropónico de lechuga en un invernadero con acondicionamiento solar. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 25*

N176.-L. Saravia; R. Echazú; M. Quiroga; C. Cadena; P. Robredo; S. Flores. *Cultivo hidropónico en invernadero: Uso de acumulador de piedras y malla aluminizada para control térmico. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 29*

N177.-A. Iriarte; C. Rodriguez; L. Saravia. *Quemador de residuos de Bajo Costo para uso combinado con Energía Solar. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 45*

N178.-A. Iriarte; S. Bistoni; L. Saravia. *Comportamiento de un invernadero de vidrio calefaccionado. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 49.*

N179.-L. Saravia; J. Franco. *Destilador solar de baja pendiente. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 65.*

N180.-L. Saravia; C. Cadena; R. Caso; C. Fernández. *El uso de un acumulador sólido y móvil en una cocina solar con concentrador. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 69.*

N181.-E. Frigerio; R. Lozano; L. Saravia. *Ensayo de un sistema de enfriamiento con Butano. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 85*

N182.-I. De Paul; D. Hoyos; L. Saravia. *Productividad de un destilador tipo batea en función de diferentes parámetros. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 97.*

N183.-I. De Paul; D. Hoyos; L. Saravia. *Circulación y velocidad del vapor de agua en destiladores de geometría diferente. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 101.*

N183.-L. Saravia; G. Lesino; M. Gea; R. Caso. *Modificaciones térmicas al edificio del establecimiento psiquiátrico de Potrero de Linares, Provincia de Salta. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 1, 1997. pp. 149.*

N184.-C. Cadena; D. Cavalli Delgado; L. Saravia. *Sistema de Medición de Humedad. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 2, 1997. pp. 29.*

N185.-L. Saravia; A. Bouciguez. *Simulación Térmica de un Local Acondicionado Mediante*

un Muro Acumulador con Ventilación Estructural. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, No. 2, 1997. pp. 57.

N186.-J. Franco, L. Saravia, R. Caso y C. Fernández. *Desarrollo de un destilador multiefecto atmosférico de superficies inclinadas*. Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar "Energías Renovables y Medio Ambiente" Vol. 2, 1997, pp. 17.

N187.-M. Condorí y L. Saravia. *La producción de secadores invernaderos de simple y doble cámara*. Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar "Energías Renovables y Medio Ambiente" Vol. 2, 1997, pp. 43.

N188.-M. Gea, C. Cadena, E. Alurralde, D. Hoyos, V. Javi, L. Saravia, C. Pocoví, C. Gramajo, V. Passamai y R. Lozano. *Mediciones de fuerzas con computadora*. Memoria X Reunión Nacional de Educación en Física. REF X, Mar del Plata, octubre de 1997, Secc. 1e - 09.

N189.- D. Hoyos, V. Javi, M. Pocoví, E. Alurralde, L. Saravia, M. Gea, C. Cadena, C. Gramajo, V. Passamai, R. Lozano. *Una propuesta para explorar el tema hidrostática con la computadora*. Memoria X Reunión Nacional de Educación en Física. REF X, Mar del Plata, octubre de 1997, Secc. 1e - 10.

N190.- R. Lozano, D. Hoyos, C. Gramajo, M. Gea, V. Javi, E. Alurralde, C. Cadena, L. Saravia y V. Passamai. *Desarrollo computarizado para una experiencia de termodinámica*. Memoria X Reunión Nacional de Educación en Física. REF X, Mar del Plata, octubre de 1997, Secc. 1b - 04.

N191.-Quiroga M., Robredo P., Saravia L., Echazú R., Oliva L. *Huerta hidropónica experimental*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 01.13.

N192.- L. Saravia, R. Echazú, M. Quiroga, C. Cadena, P. Robredo, S. Flores. *Medidas térmicas en invernadero hidropónico*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 01. 17.

N193.-Condorí M., Saravia L. *El uso de invernaderos como colector solar*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 01.21.

N194.-Quiroga M., Saravia L., Echazú R. *Invernadero andino en nazareno, provincia de Salta*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 01.25.

N195.-Iriarte A., García V., Bistoni S., Saravia L., C. Matías, A. González, L. Tomalino. *Invernadero rústico para plantines de olivo: diseño y construcción*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 01.41.

N196.- Frigerio E., Lozano R., Saravia L. *Sistema de enfriamiento con butano*. Nuevos ensayos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 02.21.

N197.- Saravia L., Cadena C., Suárez H., Caso R. Y Fernández C. *El diseño de cocinas solares comunales con concentrador y acumulador sólido móvil*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 02.53.

N198.-De Paul I., Hoyos D., Saravia L. *Balance de energía y función de predicción para un destilador solar tipo batea*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 02.57.

N199.- Cadena C., Saravia L. *Medidor de intensidad de radiación solar para un concentrador Fresnel*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 02.69.

N200.-Rodríguez C., Iriarte A., Saravia L. *Sistema de calentamiento auxiliar para invernadero-secadero*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 1, 1998, Pág. 02.117.

N201.- Saravia L., Echazú R. *El ensayo de un acumulador de piedras como práctico de Laboratorio de un curso de la maestría en energías renovables*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 2, 1998, Pág. 10.1.

N202.- Mealla S.L. y Saravia L. *Balanza electrónica usando un transductor de presión*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 2, 1998, Pág. 05.5.

N203.- Saravia L., Hernández A. *Aplicación del programa mathematica en la resolución de problemas térmicos en sistemas solares*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 2, 1998, Pág. 10.25.

N204.- Saravia, Franco S. y Esteban S. *Destilador regenerativo de ciclo cerrado a presión atmosférica*. Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, 1998, Pág. 33.

N205.- Iriarte A., Bistoni S., Luque V., Saravia L., Echazú R. *Evaluación de un intercambiador colector de plástico en convección forzada*. Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 4, 1998, Pág. 41.

N206.- M. Condorí y L. Saravia. *Modelo analítico para la producción del secador invernadero túnel*. Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, 1998, Pág. 43.

N207.- J. Franco, S. Esteban and L. Saravia. *Destilador multiefecto compacto*. Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, 1998, Pág. 53.

N208.- M. Condorí, R. Echazú y L. Saravia. *Simulación del comportamiento térmico de un invernadero acondicionado con absorbedor solar y acumulador de lechos de piedras*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 3, N° 1, pág. 02.1,

N209.- A. Iriarte, V. Garcia, L. Saravia y otros. *Invernadero calefaccionado con energía solar para rusticar plantas de olivo*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 3, N° 1, Pág. 02.9.

N210.- R. Echazú, L. Saravia, M. Quiroga, P. Robredo y C. Cadena. *Acondicionamiento térmico de verano en invernadero*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 3, N° 1, pág. 02.25.

N211.- D. Hoyos, C. Cadena y L. Saravia. *Determinación de la distribución de radiación incidente en el plano focal de un concentrador por procesamiento digital de imágenes*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 3, N° 2, pág. 08.53.

N212.- L.R.Saravia, C. Cadena, H. Suárez y C. Fernández. *El uso de la "caja caliente " en los procesos de cocción solar y las alternativas para su calentamiento*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 3, N° 2. Pág. 09.13

N213.- C. Cadena, R. Echazú, D. Hoyos, L. Saravia. *Anemómetro de costo moderado para invernaderos*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 3, N° 2, Pág. 09.17.

N214.- J. Franco, L. R. Saravia, S. Esteban. *Destilador multietapa*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 3, N° 2, pág. 09.21.

N215. L.R. Saravia, C. Cadena, R. Caso y C. Fernández. *Cocinas solares comunales con concentrador y acumulador sólido*. Energías Renovables y Medio Ambiente. Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. Vol. 6, pp. 7-15, Agosto de 1999.

N216. *Cultivo Hidropónico en Invernadero con Acondicionamiento Térmico Solar*. M.

Quiroga, L. Saravia, R. Echazú, P. Robredo y C. Cadena. Publicado en CD ROM del XXII Congreso de la Asociación Argentina de Horticultura, ISBN 987-97812-0-1 No. 186, Tucumán, 1999.

N217. L. R. Saravia, C. Cadena, R. Caso y C. Fernández. *Cocinas solares comunales con concentrador y acumulador sólido*. Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 6, Agosto de 1999. Pág. 7. ISSN 0328-932X.

N218. M. Condorí, L. Mealla y L. Saravia. *La cinética de secado de productos higroscópicos bajo condiciones meteorológicas variables*. Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 7, Diciembre de 1999. Pág. 9. ISSN 0328-932X.

N219. Quiroga M., L. Saravia et al. *Cultivo hidropónico en invernadero con acondicionamiento térmico solar*, XXII Congreso de la Asociación Argentina de Horticultura, Actas en CDROM, ISBN 987-97812-0-1, trabajo No. 186, 1999.

N220. Saravia, Luis R. *Producción de agua potable para pequeños consumos humanos*. I Jornadas Iberoamericanas en Energías Renovables. AECI CIF. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 4-8/10/1999. Editado en CD, ISBN 987-9381-05-X.

N221. *Producción de agua potable para pequeños consumos humanos*. I Jornadas Iberoamericanas en Energías Renovables AECI – CIF, Santa Cruz de la Sierra. Bolivia, 4-8/10/1999. ISBN 987-9381-05-X. Subprograma VI, SOLCYTED, Coordinador: Luis R. Saravia, CYTED. Editado en CD.

N222. J. Franco, S. Esteban y C. Fernández. *Calentamiento solar para un destilador multietapa pasivo compacto*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, N° 1, 2000, Pág. 03.71.

N223. C. Cadena, L. Saravia, R. Caso, C. Fernández, M. Quiroga. *La alimentación y el manejo de grupos como una política de medio ambiente experiencias de cocción solar de alimentos en el noroeste argentino*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, N° 1, 2000, Pág. 01.45.

N224. C. Cadena, L. Saravia, R. Caso, C. Fernández, M. Quiroga, G. Buccianti. *Alimentación y manejo de grupos como una política de medio ambiente experiencias para llevar a cabo microemprendimientos productivos, con cocción solar de alimentos en el noroeste argentino*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, N° 1, 2000, Pág. 01.51.

N225. L. Mealla Sánchez, M. Condorí y L. Saravia. *Implementación de un laboratorio para experiencias de secado bajo condiciones controladas*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, N° 1, 2000, Pág. 01.57.

N226. L. Saravia, R. Echazú, M. Quiroga y P. Robredo. *Acumulador de agua para climatización de invernaderos armado con botellas de pet*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, N° 1, 2000, Pág. 02.07.

N227. P. Robredo, R. Echazú, M. Quiroga y L. Saravia. *Comparación de dos sistemas de refrescamiento de invernadero hidropónico mediante torres de evaporación*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, N° 1, 2000, Pág. 02.29

N228. L. Mealla Sánchez, M. Condorí, L. Saravia. *Convalidación experimental del modelo invernadero-secador de doble cámara. Pruebas de laboratorio*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, N° 1, 2000, Pág. 02.35.

- N229. S. Bistoni, A. Iriarte, V. Luque y L. Saravia. *Comportamiento térmico y energético de un "invernadero rusticadero solar"*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, Nº 1, 2000, Pág. 02.51
- N230. S. Bistoni, A. Iriarte, V. Luque Y L. Saravia. *Caracterización de un acumulador de piedra con flujo de aire no reversible*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, Nº 1, 2000, Pág. 02.63.
- N231. R. Echazú, C. Cadena y L. Saravia. *Estudio de materiales reflectivos para concentradores solares*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, Nº 2, 2000, Pág. 08.11
- N232. Saravia L. y D. Saravia. *Simulación de sistemas solares térmicos con un programa de cálculo de circuitos eléctricos de libre disponibilidad*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, Nº 2, 2000, Pág. 08.17
- N233. M. Gea, A. Iriarte, D. Hoyos, G. Lesino, L. Saravia. *Sistema de medida y calibración para módulos de adquisición de datos con conexión seriada*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, Nº 2, 2000, Pág. 08.41
- N234. M. Condorí, y L. Saravia. *Resolución simultánea de redes térmica y de masa para predecir los cambios de temperatura y contenido de agua en un suelo no homogéneo*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, Nº 2, 2000, Pág. 08.47.
- N235. D. Hoyos, C. Cadena, L. Saravia, H. Bárcena, H. Suárez. *Medición indirecta de radiación por procesamiento digital de imágenes de luminancia resultados preliminares*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, Nº 2, 2000, Pág. 08.65.
- N236. L. Saravia y H. Suárez. *Testeo de materiales reflectores para cocinas solares de tipo caja*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, Nº 2, 2000, Pág. 08.75.
- N237. Echazú R., Iriarte N., Morón J., Quiroga M., Saravia L. *Secado solar de carne de llama*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 1, 2001, Pág. 02.01.
- N238. Condorí M., Mealla L., Saravia L. *Estudio y modelización de un nuevo diseño de chimenea solar*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 1, 2001, Pág. 02.19
- N240. Robredo P., Echazú R., Quiroga M., Saravia L. *Diseño de un sistema de refrescamiento de invernadero hidropónico mediante torres de evaporación*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 1, 2001, Pág. 02.43
- N241. Cadena C., Bucchianti G., Saravia L., Margalef M., Ramón A. *Caracterización de dos reparaciones alimenticias realizadas en cocinas solares comunales*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 1, 2001, Pág. 03.55
- N242. Saravia L., Alía D. *SIMUTERM: un simulador de sistemas solares térmicos*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 2, 2001, Pág. 08.07.
- N243. Quiroga M., Saravia L., Cadena C. *Aplicación del programa Sceptre para la simulación de una cocina solar tipo caja*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 2, 2001, Pág. 08.115
- N244. Cadena C., Saravia L. *Análisis del comportamiento térmico de absorbedores de aluminio empleados en cocinas solares con concentración*. Avances en Energías Renovables y

Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 2, 2001, Pág.08.121.

N245. Bistoni S., Iriarte A., Saravia L. *Modelización de colectores solares de bajo costo*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 2, 2001, Pág.08.149.

N246. Torres Deluigi M., Saravia L., Piacentini R. *Modelización de la radiación solar ultravioleta aplicación y testeo del TUV*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 2, 2001, Pág.11.35

N247. Gea, M., Saravia L. *Utilización de PDAs para toma de datos con módulos de conexión seriada*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 5, Nº 2, 2001, Pág.08.1-08.2

N248. Saravia L., Cadena C., Caso R., Fernández C. *El diseño de concentradores reflectores de tipo Fresnel destinados a cocinas solares*. Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 9. Págs. 57-64. ISSN: 0328-932X. 2001

N249. Saravia Mathon, Luis Roberto (Coordinador); Flores Barahona, Marcos (Compilador); Quiroga Mirta (compilador). *Primer Conferencia Iberoamericana y del Caribe en Energías Renovables*. CYTED. CD Publicado el 23/04/2001. ISBN 987-20105-1-X.

N250. *SOLARIMETRIA. III Jornadas Iberoamericana en Energías Renovables*. CYTED. Red. RISOL, Hugo Grossi Gallegos (Coordinador), Saravia Mathon Luis Roberto (Compilador), Quiroga Mirta (Compilador). Subprograma VI: Solcyted. 2001. ISBN: 987-20105-2-8. Editado en CD.

N251. *Catálogo Iberoamericano de Publicaciones en Energías Renovables*. CYTED – Subprograma VI: SOLCYTED. Autor: Luis R. Saravia. 2001. ISBN: 987-20105-2-8. Editado en CD.

N252. *Las cocinas solares en Iberoamérica*. Red RICSА. Editores: Alfredo Esteves y Roberto Román. Subprograma VI: SOLCYTED, Coordinador: Dr. Luis R. Saravia. ISBN 987-20105-3-6.

N253. Saravia L., Cadena C., Caso R., Fernández C., *Cocinas solares comunales de uso múltiple*. Vol. 10 Págs. 51-56. Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN: 0328-932X, marzo de 2002.

N254. R. Echazú, M. Quiroga, L. Saravia, C. Cadena y P. Robredo. *Ensayos de verano del sistema de acumulación térmica con botellas de pet*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 1, 2002, Pág. 02.13.

N255. A. Iriarte, S. Bistoni, L. Saravia. *Modelo de predicción del comportamiento de colectores solares plásticos para calentamiento de sustratos en invernaderos*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 1, 2002, Pág. 02.37.

N256. M. Quiroga, Saravia L. *Evaluación de la distribución de radiación dentro de una cocina solar tipo caja*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 1, 2002, Pág. 02.43

N257. L. R. Saravia. *Concentrador con doble reflexión para cocina solar*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 1, 2002, Pág. 03.01.

N258. Cadena, C; Saravia, L ; Echazú, R. *Transferencia de calor y curvas de calentamiento para absorbedores de aluminio empleados en cocinas solares*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 1, 2002, Pág. 03.07.

N259. Esteban E, Franco J, Ovejero A, Saravia L., Fernández C. *Producción de un*

destilador multietapa. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 1, 2002, Pág. 03.19.

N260. Dolores Alía de Saravia; Luis Saravia y Diego Saravia. *Avances introducidos en la capacidad del simulador de sistemas solares térmicos simuterm (simusol)*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 2, 2002, Pág. 08.31.

N261. S. Bistoni, A. Iriarte y L. Saravia. *Modelización de un acumulador de calor en lecho de agua*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 2, 2002, Pág. 08.67.

N262. C. Rodriguez, A. Iriarte, L. Saravia. *Análisis de circuitos hidráulicos en el entorno del SIMUSOL*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 6, Nº 2, 2002, Pág. 08.151.

N263. S. Bistoni, A. Iriarte, L. Saravia. *Análisis teórico de un colector solar de aire*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 1, 2003, Pág. 02.01.

N264. N. Sogari y L. Saravia. *Modelización de un secadero solar de maderas con circulación de aire por convección natural*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 1, 2003, Pág. 02.07.

N265. A. Iriarte, V. Luque, S. Bistoni y L. Saravia. *Simulación de flujos energéticos y requerimientos de calefacción auxiliar en invernaderos solares*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 1, 2003, Pág. 02. 13.

N266. J. Franco, L. Saravia, C. Cadena y C. Fernández. *Concentrador solar parabólico para fundir latas de aluminio, construcción y primeros ensayos*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 1, 2003, Pág. 02.25.

N267. L. Saravia, R. Caso y C. Fernández. *Cocina solar de construcción sencilla*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 1, 2003, Pág. 03.13.

N.268. M. Condorí, L. Saravia. *Método para caracterizar la eficiencia térmica de un colector solar de aire con acumulación de calor en el absorbedor*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 2, 2003, Pág. 08.07.

N.269. D. Alía de Saravia, L. Saravia. *Simulación de distintos sistemas físicos con SIMUSOL*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 2, 2003, Pág.08.85.

N270. C. Rodríguez, A. Iriarte, D. Alía, L. Saravia. *Estudio de sistemas complejos de tuberías en el entorno SIMUSOL*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 2, 2003, Pág. 08.91.

N271. M. Quiroga, L. Saravia, P. Robredo, R. Echazú. *Transferencia de tecnología en cultivo hidropónico en invernaderos caso de Cotohuincho, Urubamba, Perú*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 2, 2003, Pág. 10.07

N272. M. Condorí, M. Gea y L. Saravia. *Laboratorio de transferencia de calor para la Maestría en Energías Renovables*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 7, Nº 2, 2003, Pág. 10. 13.

N273. M. Condorí y L. Saravia. *Modelo no estacionario para la eficiencia térmica de un colector solar de aire simple*. Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 12, Págs. 15-23. Julio de 2003.

N274. L. Saravia y D. Alía Aponte. *SIMUSOL: un simulador numérico de sistemas solares*.

Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 13, Págs. 45-52. Diciembre de 2003.

N275. C. Cadena y L. Saravia. Simulación del funcionamiento de una cocina solar con concentración. Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 13, Págs. 53-58. Diciembre de 2003.

N276. Sogari N., Saravia L., Saravia D. Simulación de un secadero solar de maderas con circulación de aire por convección natural utilizando el programa SIMUSOL. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 2.13.

N277. S. Bistoni, A. Iriarte, L. Saravia. Colector de aire con acumulador de agua para calefacción de invernaderos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 2.25.

N278. R. Echazú, M. Quiroga, L. Saravia, C. Astudillo, A. Palacios. Diseño construcción y primeros ensayos de invernadero en el rosal, provincia de salta. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 2.43

N279. M. Condori, J. Busano, L. Saravia. Absorbedor-acumulador de calor por cambio de fase para ser utilizado en un sistema concentrador-cocina solar comunal. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 3.13.

N280. J. Franco, R. Caso, C. Fernández, V. Javi y L. Saravia. Aplicación de un concentrador tipo Fresnel para pasteurizar leche de cabra. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 3.19.

N281. L. Saravia. Diseño gráfico de concentradores de tipo CPC. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 3.25.

N282. L. R. Saravia, M. Flores Barahona. Concentrador con doble reflexión para cocina solar comunal (2da. Parte). Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 3.31

N283. L. Saravia, C. Cadena, R. Caso, C. Fernández, A. Iriarte. Concentrador de distancia focal corta para cocinas comunales. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 3.43.

N284. M. A. Quiroga, L. R. Saravia. Evaluación del efecto de la variación del tamaño de una cocina solar de tipo caja, mediante un programa de simulación. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 8, N° 2, 2004, Pág. 3.55.

N285. N. Sogari, L. Saravia, D. Saravia. Comparación de los resultados de la simulación del proceso de secado de madera usando los programas TRNSYS y SIMUSOL. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 9, N° 1, 2005, Pág. 2.1.

N286. Quiroga M., Echazú R., Saravia L., Palacios A. Simulación con SIMUSOL-LINUX de invernadero andino de El Rosal, Salta. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 9, N° 1, 2005, Pág. 2.25.

N287. A. Iriarte, S. Bistoni y L. Saravia. Colectores solares de PVC para calentamiento de canteros y camas de enraizamiento en invernaderos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 9, N° 1, 2005, Pág. 2.31.

N288. M. Gea, G. Figueroa, R. Caso y L. Saravia. Colector acumulador solar de bolsas de PVC con agua. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 9, N° 1, 2005, Pág. 3.01.

N289. Saravia L. Salvo N., Echazú R. Fernández C. Diseño y ensayo en banco de pruebas de un colector solar para agua con CPC. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN

0329-5184, Vol. 9, Nº 1, 2005, Pág. 3.25.

N290. F. Filippín, A. Iriarte, L. Saravia. Método auxiliar para la determinación de potencia de una cocina solar tipo caja. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 9, Nº 1, 2005, Pág. 3.25.

N291. N. Diaz, V. Aramburu, A. Iriarte, L. Saravia. Sistema de bombeo térmico de agua utilizando un concentrador solar. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 1, 2006, Pág. 2. 01

N292. V. Aramburu, N. Diaz, A. Iriarte, L. Saravia. Calentamiento de agua por convección natural utilizando un concentrador solar. Primeras experiencias. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 1, 2006, Pág. 2. 15.

N293. M. Condorí, R. Echazú, L. Saravia. Secador solar indirecto con flujo de aire forzado para Huacalera, quebrada de Humahuaca. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 1, 2006, Pág. 2. 47.

N294. F. Filippín, A. Iriarte y L. Saravia. Estudio comparativo de ollas en una cocina solar tipo caja. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 1, 2006, Pág. 3. 15.

N295. G.Figueroa, C. Placco, M. Gea y L. Saravia. Colector acumulador solar portátil de bajo costo. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 1, 2006, Pág. 3. 35.

N296. G. Figueroa, B. Sánchez, P. Mendoza, C. Fernández, R. Caso, M. Gea y L. Saravia. Calefones solares con placa colectora de material plástico. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 1, 2006, Pág. 3. 41.

N297. R. Echazú, M. Quiroga, C. Cadena, L. Saravia. Diseño, ensayo y simulación de un sistema integrado tanque-colector solar. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 1, 2006, Pág. 3. 105.

N298. L. Saravia, R. Echazú, M. Condori, J. Quiñones, B. Bustos. Banco de pruebas para determinar la eficiencia de concentradores solares tipo Fresnel. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 1, 2006, Pág. 3. 113.

N299. G. A. Salazar, L. A. Hernández, G. G. Romero y L. R. Saravia. Medición de radiación solar difusa en Salta: determinación cualitativa de anisotropía de cielo. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 2, 2006, Pág. 11. 15.

N300. V. M. Javi, R. R. Saravia, G. Lesino. Experiencias y visiones desde el grupo ejecutor de un Proyecto de transferencia de tecnología solar que propicia la reflexión en la intervención. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 10, Nº 2, 2006, Pág. 12. 47.

N301. L. Saravia. Energías de fuentes renovables: cada vez más cerca. Ciencia Hoy, 16, 92, 58-64. ISSN 0327-1218, Abril de 2006.

N302. G.A. Salazar, G.G. Romero, E.E. Alanís y L.R. Saravia. Construcción y calibración de un espectrógrafo tipo Littrow. Revista Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0328-932X, Vol. 16, pp. 9-14, julio de 2005.

N303. C. Rodríguez, D. Alía Aponte, A. Iriarte y L. Saravia. Desarrollo de una interfase para modelado y simulación de circuitos hidráulicos con SIMUSOL. Revista Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0328-932X, Vol. 17, pp. 91-98, Diciembre de 2005.

N304. S. Flores Larsen, L. Saravia y G. Lesino. Estimación del error en la simulación del comportamiento térmico de edificios. Aplicación al SIMEDIF. Revista Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0328-932X, Vol. 18, pp.59-66, julio de 2006.

N305. Luis Saravia, Dolores Alía de Saravia y Benjamín Sánchez. El diseño de secadores solares usando las curvas de secado del producto. Revista Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0328-932X, Vol. 19, pp.15-24, Diciembre de 2006

N306. M. Condorí, R. Echazú y L. Saravia. Secador solar industrial para la Quebrada de Humahuaca. Revista Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0328-932X, Vol. 19, pp.25-31, Diciembre de 2006.

N307. L. Saravia, D. Alía de Saravia y B. Sánchez. El diseño de secadores solares usando las curvas de secado del producto. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 2.01.

N308. R. Echazú, M. Condorí, G. Durán y L. Saravia. Curvas de secado experimentales en la planta de deshidratado solar de Huacalera. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 2.09.

N309. E. Romero, S. Fuentes, V. Quiroga, V. Garcia, A. Iriarte y L. Saravia. Obtención de aceite esencial de comino utilizando concentradores solares. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 2.17.

N310. M. Condorí, G. Durán, R. Echazú, L. Saravia. Ensayo y medición de un secador solar industrial tipo túnel en el Norte argentino. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág.2.37.

N311. M. Quiroga, S. Ebber, R. Echazú, L. Saravia, B. Sanchez, M. Condorí. Curvas de secado experimentales de hojas de Yacón. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 2.53.

N312. La simulación de sistemas termomecánicos solares con el programa SIMUSOL, el motor Stirling: simulación y construcción. L. Saravia, D. Alía de Saravia, R. Echazú y G. Alcorta. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 3.01.

N313. F. Filippín, A. Iriarte y L. Saravia. Comportamiento térmico de una cocina solar caja para la elaboración de dulces y conservas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 3. 33.

N314. F. Filippin, A. Iriarte y L. Saravia. Estudio de eficiencia y adaptabilidad de cocinas solares de bajo costo en núcleos habitacionales peri – urbanos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 3. 39.

N315. S. Flores Larsen, L. Saravia, L. Dorado, G. Lesino. Colectores solares de aire para calefacción mediante piso acumulador. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 3. 61.

N316. M. Gea, L. Saravia, C. Fernández, R. Caso y R. Echazú. Concentrador lineal Fresnel para la generación directa de vapor de agua. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 3.83.

N317. E.N. Diaz, V. Aramburu, A. Iriarte y L. Saravia. Análisis y simulación de un sistema de bombeo solar de agua de bajo costo: resultados preliminares. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 1, 2007, Pág. 3. 131

N318. V. M. Javi, M. O. Chaile y L. Saravia. Promoción de las energías renovables en la EGB siguiendo el modelo de trabajo colaborativo entre docentes en Salta. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 2, 2007, Pág. 10.15.

N319. G. A. Salazar, L. A. Hernández, L. R. Saravia y G. G. Romero. Determinación de los coeficientes de la relación de Angström - Prescott, para la ciudad de Salta (Argentina) a partir de datos tomados durante un año. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 2, 2007, Pág. 11.17.

N320. G. A. Salazar, L. R. Saravia, G. G. Romero, A. Palacios. Comparación de datos esporádicos de irradiancia medidos simultáneamente en dos localidades de la provincia de Salta. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 2, 2007, Pág. 11.73.

N321. C. Placco, B. Sánchez, O. Figueroa, A. Saravia, M. Gil, H. Suligoy, M. Gea. Lavadero comunitario con agua caliente a partir de energía solar para la comunidad de las capillas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 11, N° 2, 2007, Pág. 12. 41.

N322. M. Condorí, R. Echazú, G. Duran, L. Saravia. Secador solar híbrido. Diseño y construcción. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 1, 2008, Pág. 2-37, 2-44.

N323. A. Iriarte, C. Rodríguez, V. García, V. Luque y L. Saravia. Calentador solar híbrido de aire – agua: Ensayo experimental y simulación. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 1, 2008, Pág. 3.103 – 3.110.

N324. L. Saravia, D. Alía de Saravia, R. Echazú. La simulación numérica de un motor Stirling. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 1, 2008, Pág. 3.111 – 3.118.

N325. L. Saravia, M. Gea, C. Fernández, R. Caso, D. Hoyos, N. Salvo y H. Suligoy. Diseño y construcción de un concentrador lineal de Fresnel de 24 m² de área. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 1, 2008, Pág. 3.119 – 3.126.

N326. R. Echazú, L. Saravia, D. Alía de Saravia, M. Quiroga, M. Condorí. Estudio de un colector solar para aire de bajo costo. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 1, 2008, Pág. 3.141 – 3.148.

N327. Cadena, C.; Hoyos, D., Saravia L. Aspectos a considerar en proyectos de generación de electricidad para sistemas solares híbridos: el caso de la provincia de Salta. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 2, 2008, Pág. 8.63 – 8.70.

N328. S. Esteban, L. Saravia. Simulación de un destilador multietapa utilizando SIMUSOL. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 2, 2008, Pág. 8.101 – 8.108.

N329. G. A. Salazar, A. L. Hernández, L. R. Saravia. Aplicación de métodos para estimar irradiación solar Global media mensual a través de variables meteorológicas. Caso de estudio: ciudad de Salta (Argentina). Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 2, 2008, Pág. 11.17 – 11.24.

N330. G. A. Salazar, A. Hernandez, C. Cadena, L. R. Saravia, G. G. Romero. Caracterización de valores de radiación solar global para día claro en sitios de altura en el noroeste de la República Argentina. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 2, 2008, Pág. 11.33 – 11.40.

N331. G. A. Salazar, C. A. Cadena, A. L. Hernandez, L. Saravia, G. Romero. Modelo para estimar irradiancia e irradiación solar para día claro utilizando como parámetro variable la altura sobre el nivel del mar. Planteo y primeros resultados. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISBN 0329-5184, Vol. 12, N° 2, 2008, Pág. 11.49 – 11.56.

N332. N. Sogari, L. Saravia y D. Alía. Simulación del funcionamiento de un secadero solar de maderas mediante el uso del programa SIMUSOL. Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0328-932X, Pág. 21-28, Julio de 2008.

N333. N. Salvo, M. Altamirano, H. Barcena, Luis Saravia. Ensayo de un concentrador Fresnel, cálculo de eficiencia. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente ISSN 0329-5184, Vol. 13, 2009, Pág. 03.99 – 03-104

N334. M. Altamirano, A. Hernández, S. Flores Larsen, L. R. Saravia. Evaluación experimental de las pérdidas térmicas en el absorbedor de un concentrador lineal tipo Fresnel 0329-5184, Vol. 13, 2009, Pág 03.17 – 03.24.

N335. M. Altamirano, S. Flores Larsen, A. Hernandez, L. R. Saravia. Simulación térmica de un absorbedor lineal mediante Simusol. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente ISSN 0329-5184, Vol. 13, N° 2, 2009, Pág. 03. 25 – 03. 30.

N336. G. Salazar, H. Suligoy, C. Fernández, L. Saravia, A. Palacios. Analisis preliminar de valores de irradiancia global horizontal, temperatura, humedad relativa y humedad absoluta tomados en un sitio de altura en la Provincia de Salta, Argentina. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente ISSN 0329-5184, Vol. 13, 2009, Pág. 11.25 – 11.31.

N337. M. Altamirano, M. Gea, C. Placco, L. R. Saravia. Simulación térmica de un concentrador lineal tipo Fresnel, dos opciones de funcionamiento. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2010, Pág. 03.139 – 03.146.

N338. C. Placco, L. Saravia, M. Gea, M. Altamirano, C. Fernández, y C. Errando . Desinfección de sustrato con vapor utilizando un concentrador Fresnel lineal. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2010, Pág. 03.207 – 03.213.

N339. M. Gea, L. Saravia, M. Altamirano, C. Placco, H. Barcena, M. Hongn. Aspectos óptico geométricos de un concentrador Fresnel lineal para aplicaciones térmicas Fresnel. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2010, Pág. 03.215 – 03.222.

N340. M. Gea, F. Tilca, L. Saravia Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2010, Pág. 03.215 – 03.222. Saravia. Costo del Kwh generado por concentrador solar Fresnel lineal. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 15, 2011, Pág. 08.101 – 08.106.

N341. M. Gea, L. Saravia, M. Altamirano, C. Placco, H. Barcena y C. Fernández.

Modelo termodinámico de un acumulador térmico de agua presurizada para amortiguación de transitorios en un concentrador lineal. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2011, Pág. 08.107 – 08.114.

N342. M. Altamirano, L. Saravia, M. Gea, D. Alía. Evaluación de la eficiencia global de un reflector lineal tipo Fresnel en relación con distintos aspectos constructivos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2011, Pág. 08.115 – 08.122.

N343. M. Hongn, S. Flores Larsen, M. Altamirano, M. Gea, L. Saravia, Estudio de reflectancia de espejos para un concentrador solar Fresnel lineal. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2011, Pág. 08.191 – 08.197.

N344. M. Gea, L. Saravia, C. Placco, M. Altamirano, M.Hogn, C. Fernández, R.Caso, F. Tilca, H. Barcena,, H.Suligoy. Diseño y estado de avance de la construcción de un concentrador Fresnel lineal de 270 m², Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2012, Pág. 03.79 – 03.86.

N345. M. Altamirano,M.Vynnycky, L. Saravia. Estudio de las pérdidas térmicas en un absorbedor lineal para un concentrador tipo Fresnel, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2012, Pág. 08.33 – 08.40. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184, Vol. 14, 2012, Pág. 03.79 – 03.86.

N346. J. Franco, L. Saravia, C. Fernández, S.Esteban. Destilador solar multietapa subatmosférico. Destilador solar multietapa subatmosférico. ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVI Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 1, 2013, pag. 03.09 – 03.16.

N347. R. Echazú, L. Rsaravia y C. Placco. Caldera solar compacta con concentrador Fresnel: diseño y construcción. ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVI Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 1, 2013, pag.03.69-03.73.

N348. L. Saravia, J. Franco, S. Esteban, D. Saravia Alía. La simulación numérica de un destilador solar múltiple. ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVI Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 1, 2013, pag. 08.61 – 08.73. ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVI Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 1, 2013, pag. 03.09 – 03.16..73 ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVI Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 1, 2013, pag. 03.09 – 03.16..

N349. P. Dellicompagni, J.Franco, M. Altamirano, L. Saravia. Diseño, construcción y ensayo de la etapa de generación eléctrica con un sistema solar térmico. ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVII Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 2, 2014, pag. 03.39-03.43.

N350. R. Echazú, L. Saravia, C. Placco. Concentrador Fresnel de eje ecuatorial con tres etapas de reflexión solar.

ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVII Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 2, 2014, pag. 08.07-03.43.

N351. L. R. Saravia, D. Alía de Saravia. Acceso al cálculo directo de coeficientes convectivos dentro del programa Simusol. ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVII Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 2, 2014, pag. 08.07-08.14..

N352. P. Dellicompagni, L. Saravia, D. Alía .Simulación numérica de un motor de vapor a ser usado en un generador solar de tipo Fresnel lineal.ISBN 978-987-29873-0-5. Acta dela XXXVII Reunión de Trabajo de la ASADES. Vol 3, 2015, pag. 08.43-08.54..

A.3.- Edición de revistas y libros

1) Revista Energías Renovables y Medio Ambiente, ERMA, ISSN 0328 932X, Registro de Propiedad Nro. 265382, registrada en el Catálogo de Latindex de Publicaciones Científicas Seriadadas de América Latina, Caribe, España y Portugal y calificada recientemente con 31 puntos por el CAICYT. Se edita desde 1996 a la fecha.

2) Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, AVERMA, ISSN 0329 5184, registrada en el Directorio Latindex de Publicaciones Científicas Seriadadas de América Latina, Caribe, España, Portugal. (CAYCYT). Se edita desde 1997 a la fecha.

3) *Producción de agua potable para pequeños grupos humanos*. Editado por Luis

Saravia, Subprograma VI de CYTED, Argentina. Editado en CD, ISBN 987-9381-05X, octubre de 2000.

4) *Las cocinas solares en Iberoamérica*. Editado por Luis Saravia, Subprograma VI del CYTED, Argentina. Editado en CD, ISBN 987-20105-3-6.

5) *Catálogo Iberoamericano de Publicaciones en Energías Renovables*. CYTED – Subprograma VI: SOLCYTED. Autor: Luis R. Saravia. 2001. ISBN: 987-20105-2-8. Editado en CD.

6) *Primer Conferencia Iberoamericana y del Caribe en Energías Renovables*. La Ceiba, Honduras. 26 al 30 de marzo de 2001. Editor: Luis R. Saravia. ISBN 987 201105-1-X. Editado en CD.

7) *Simulación de Sistemas Solares con SCEPTRE*. Autores: Luis Saravia y D. Saravia. Setiembre de 2002.

8) *Ingeniería del Secado Solar*. 2da. Edición. Editores: R. Corvalán, M. Horn, R. Román y L.R. Saravia. Red RISSPA, CYTED. Editado en CD. ISBN 987-9381-62-9, Diciembre de 2006.

9) *Seminario de Secado Solar en Arica Tacna*. Editores: L. Saravia, R. Sapiain y C. Rivasplata. Red RISSPA, CYTED. Editado en CD. ISBN: 978-987-9381-81-6. Abril de 2006.

10) *Seminario de Secado Solar en Salta*. Editores: L. Saravia. Red RISSPA, CYTED. Editado en CD. ISBN: 978-987-9381-82-3. Octubre de 2006.

11) SIMUSOL. Programa, Manual y Tutorial. Editores: L. Saravia y D. Alía. Red RISSPA-Secado Solar, CYTED. Editado en CD. ISBN 978-987-633-015-2. Abril de 2008.

12) Seminario de Secado Solar en Santiago de Chile. Editores: L. Saravia y R. Román. Red RISSPA-Secado Solar, CYTED. Editado en CD. ISBN 978-987-633-016-9. Abril de 2008.

13) CD=LIVE Sistema Operativo Linux con SIMUSOL. Editores: L. Saravia, W. Godoy y E. Castro Melo. Red RISSPA – Secado Solar, CYTED. Editado en CD. ISBN en trámite. Abril de 2008.

Índice

Descripcion de las fotos de la tapa.....	6
PROLOGO.....	7
FOTOS.....	9
CAPITULO 1:.....	27
URUGUAY I, 1939-1966.....	27
CAPITULO 2:.....	31
EEUU, 1966 – 1969.....	31
2.1.- Los trabajos de investigación.....	31
CAPITULO 3:.....	33
URUGUAY II, 1969-1973.....	33
3.1.- El trabajo realizado en Uruguay.....	33
3.2.- La partida a Salta.....	34
CAPITULO 4:.....	37
ARGENTINA: La ASADES, 1974 - 1976.....	37
4.1.- Llegada a Salta.....	37
4.2.-La ASADES.....	37
CAPITULO 5.....	41
Las pozas solares, 1976-1984.....	41
5.1.- Introducción.....	41
5.2.- Las pozas de sulfato de sodio.....	42
CAPITULO 6:.....	45
El secado Solar.....	45
6.1.- El secado de pimienta.....	45
6.2.- El secado de tabaco.....	47
6.3.- Otros invernaderos usados como secaderos de bajo costo.....	50
CAPITULO 7:.....	53
EL INENCO: 1981-2015.....	53
7.1.- Creación del INENCO.....	53
7.2.- El premio "Teófilo Isnardi" de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales otorgado al Dr. Luis Saravia en 1983.....	54
.....	55
CAPITULO 8:.....	55
Acumulación de calor, 1976 - 2015.....	55
8.1.- Acumuladores de cantos rodados.....	55
8.2.- Acumulación con bentonita en muros Trombe.....	56
8.3.- Acumulación en hormigón.....	56
8.4.- Acumulación en materiales con cambio de fase.....	57
CAPITULO 9:.....	59
Los edificios solares, 1978 - 2015.....	59
CAPITULO 10:.....	61
El Brace Research Institute, 1992-1996.....	61
10.1.- Producción de agua potable para uso humano, 1992-2015.....	61
10.2.- Las cocinas de leña.....	62
10.3.- Las cocinas solares.....	63
10.4.- Otras actividades.....	63
CAPITULO 11:.....	65
La formación de profesionales, 1985 - 2015.....	65
11.1.- El Doctorado con especialidad en energías renovables.....	65

11.2.- La maestría en energías renovables.....	67
CAPITULO 12:.....	69
Las cocinas solares, 1997-2003.....	69
12.1.- Las cocinas tipo caja.....	69
12.1.1.- Materiales Usados en las Cocinas.....	70
12.1.2.- Protocolo de ensayos de cocinas solares tipo caja.....	71
12.1.3.- La simulación de cocinas solares tipo caja.....	72
12.2.- Otros aspectos considerados en la Red.....	73
12.3.- Cocinas solares con concentradores en escuelas albergues.....	74
12.3.- Los concentradores con acumulación.....	77
12.4.- El premio Dupont-CONICET.....	77
CAPITULO 13:.....	79
El CYTED, 1993-2010.....	79
13.1.- Introducción.....	79
13.2. Proyectos del subprograma VI.....	80
13.3.- Resultados derivados del trabajo realizado en el CYTED.....	81
13.4.- Trabajos realizados para la Secretaría General del CYTED.....	83
13.5.- El premio Liguria.....	83
CAPITULO 14.-.....	87
Los invernaderos, 1998 - 2015.....	87
14.1.- Introducción.....	87
14.2.- Nuevo diseño y ensayos realizados en la Puna Salteña.....	88
14.3.- Calentamiento de invernaderos en zonas de menor.....	89
altura en Salta.....	89
CAPITULO 15:.....	91
Producción de agua potable.....	91
15.1.- Introducción.....	91

APÉNDICE.....	105
Publicaciones donde participa el.....	105
Dr. Luis Saravia, 1966 - 2015.....	105
A.1.-Publicaciones internacionales.....	105
A.2.- Publicaciones Nacionales.....	110
A.3.- Edición de revistas y libros.....	133

El presente libro ha sido editado e impreso en forma manual
por el autor del libro, Luis Saravia, y su esposa Dolores
para su uso personal,

en la ciudad de Salta, en noviembre del 2019.

BREVE CONTENIDO DE LA OBRA

Este libro es el relato personal de la tarea realizada por el director de un Instituto del CONICET llamado INENCO, creado en Salta hace 38 años. Con este libro se espera dar apoyo a quienes quieran promover el uso de las energías renovables mostrando las ventajas y dificultades encontradas en esa tarea.

Se muestra que la generación de energía solar puede ser de provecho en diversas facetas de la actividad productiva y las necesidades de las personas en América Latina

En ese sentido se explica el funcionamiento de distintos equipos solares tales como las cocinas, el secado de productos agrícolas, los destiladores para producir agua potable, el acondicionamiento térmico de viviendas, los invernaderos y la generación de vapor de agua a presión entre otros.

También se detalla como se ha puesto en marcha una estructura educativa para formar a profesionales y estudiantes brindando apoyo al diseño y construcción de esos equipos.

Salta, Octubre del 2019.-

SOBRE EL AUTOR

El autor de este libro, Luis Saravia, ha sido profesor de física y energías renovables en la Universidad Nacional de Salta donde ha sido reconocido por su capacidad didáctica y lograr la formación de profesionales en el campo de las energías renovables. Ha sido investigador en el CONICET donde se ha preocupado de desarrollar equipos solares para resolver las necesidades energéticas de los habitantes de la región.



