



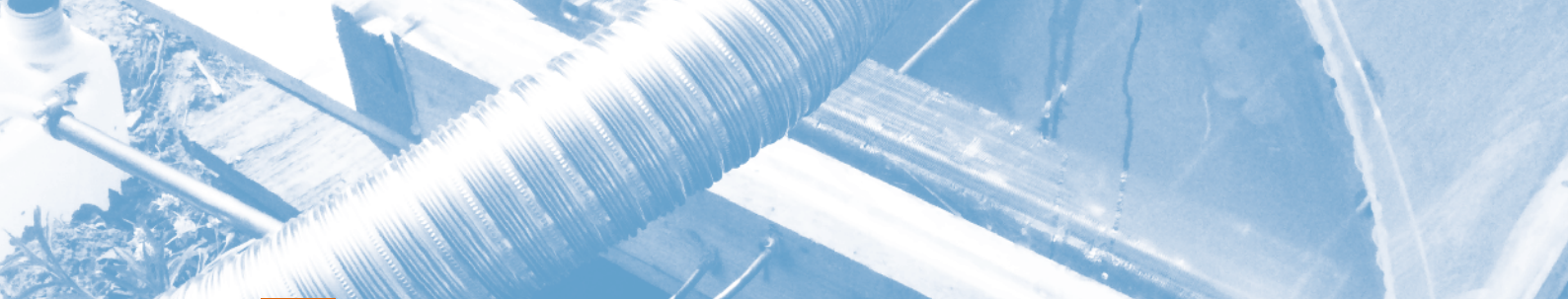
## SOLWA (SOLar WATER)

Invernadero solar para producir agua potable de aguas contaminadas o saladas

# IDEASS <sup>ITALIA</sup>

Innovación para el Desarrollo y la Cooperación Sur-Sur





# Presentación

por Paolo Franceschetti

**El invernadero solar SOLWA (SOLar WAter)** es un nuevo sistema para producir agua potable a partir de agua salada o contaminada, utilizando solamente la radiación solar.

**En los últimos** años la opinión pública se ha sensibilizado mucho con respecto a las temáticas ambientales y a la necesidad de garantizar un mejor uso de los recursos ambientales. Estos no son considerados fuentes renovables inagotables, sino bienes escasos y, al mismo tiempo, fundamentales para la vida misma, y que al mismo tiempo necesitan de una atención particular en su administración y utilización. Seguramente uno de los bienes fundamentales en riesgo es el agua.

**La contaminación** y la escasez hídrica no sólo constituyen daños para el consumo humano, sino que también han generado un uso del agua para irrigación de baja calidad en muchas áreas áridas. El uso de aguas de baja calidad conlleva a una disminución de la producción agrícola y daños al ambiente, al terreno y a los acuíferos [Thameur 2003]. El 2º Informe mundial de las Naciones Unidas sobre la valorización de los recursos hídricos pone en evidencia que casi un habitante de cada cinco no tiene acceso al agua potable y el 40% de la población mundial no dispone de un servicio de depuración de base. En el curso del siglo XX el consumo hídrico ha aumentado seis veces, mientras que la población mundial ha aumentado sólo de tres veces.

**Las zonas** áridas y desérticas del mundo están viviendo enormes problemas debido al aumento de la desertificación. Este fenómeno, caracterizado por el descenso del nivel del agua de las capas acuíferas y por la elevación de las sales contenidas en las mismas, lleva a la destrucción de las formas de vida presentes [National Academy of Sciences 1973]. Al mismo tiempo, estas regiones presentan un elevado potencial energético derivado del sol, que puede ser probablemente el mejor recurso para su desarrollo, como dicen S. Galal

y A.A. Hussein. En los últimos años, gracias a la desalinización se han desarrollado tecnologías cada vez más eficientes, proveyendo agua potable más barata. Algunas de estas tecnologías de desalinización proponen un acercamiento environmentally friendly. En particular, simulando el ciclo natural del agua, se ha llegado a la realización de modelos de solar stills cada vez más eficientes y productivos. El invernadero solar SOLWA refuerza algunos aspectos de este ciclo, en particular la evaporación y la condensación.

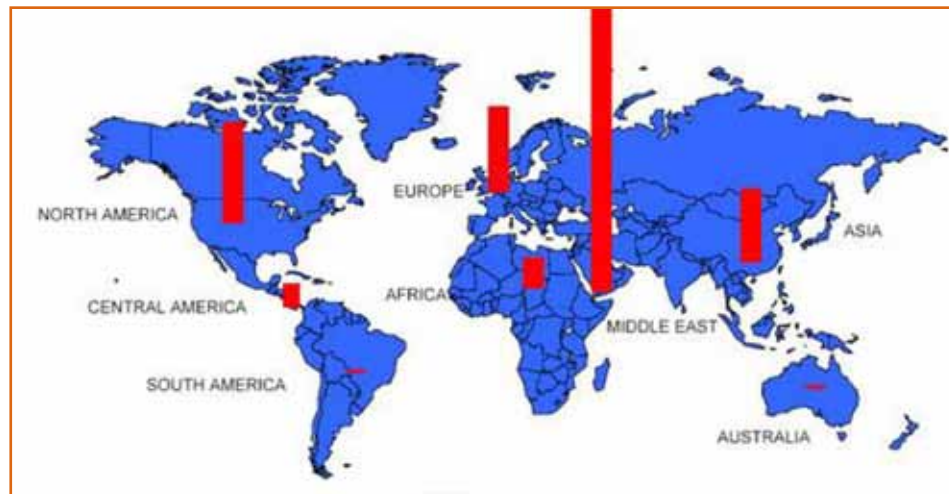
**El invernadero SOLWA** permite resolver el problema de la escasez del agua potable para las poblaciones de las zonas más pobres. Permite en efecto, producir discretas cantidades de agua potable a partir de agua contaminada, agua marina o agua inutilizable para empleos humanos. A diferencia de otras técnicas actualmente en comercio, esta tecnología utiliza como única fuente energética la luz solar. Sus características no permiten lucro y prevén un bajo nivel de mano de obra. El invernadero, además, se puede trasladar y colocar en cualquier sitio con determinadas características relacionadas únicamente con la presencia del sol. Tiene un costo de instalación bajo (alrededor de 50 €/m<sup>2</sup>), y no prevé costes adicionales, permitiendo satisfacer las exigencias humanas cotidianas con agua de buena calidad.

**La SOLWA** permite resolver un problema de importancia fundamental para el desarrollo humano, como el abastecimiento hídrico, incluso en las zonas que no disponen de una conexión normal a las fuentes tradicionales de energía. Puede ser instalada en cualquier territorio de la zona tropical o ecuatorial.

# Qué problema soluciona

**Un agua** de escasa calidad juega un rol fundamental en las precarias condiciones de vida y de salud. Se considera que alrededor de 1,6 millones de personas podrían ser salvadas cada año si mejoraran las condiciones de acceso al agua potable, a los servicios de depuración y a la higiene. Actualmente, en el mundo, se cuentan por lo menos 50 conflictos entre estados por causas relacionadas a la propiedad, a la repartición y al uso del agua y es previsible que una disminución ulterior de los recursos hídricos agravara dichos conflictos y causará otros más. (Legambiente Veneto 2007). La distribución no homogénea del agua ha sido una de las mayores causas de las desigualdades sociales: la población de los países ricos (alrededor del 11% de la humanidad), además de poseer el 84% de la riqueza, consume el 88% de los recursos, incluyendo el agua.

**Muchas tecnologías** para la desalinización del agua se han desarrollado en particular en la zona tropical para resolver estos problemas. La desalinización es una tecnología en expansión en el mundo, con una producción de 26 millones de m<sup>3</sup> cada día y con una inversión de 70 billones de dólares en los próximos 20 años (datos derivados de ESCWA 2001 — Informe de las Naciones Unidas).



**Figura 1.** Capacidad de las instalaciones de desalinización presentes en diferentes zonas (Häberle 2001 [40]).

**La producción** de agua desalinizada interesa sobretudo a los países industrializados, excluyendo los territorios que más necesitarían tecnologías que permitan el acceso de la población a un recurso primario como el agua.

**El invernadero solar** imita, en un sistema aislado, el ciclo natural del agua, forzando su rendimiento y su eficiencia. El mecanismo de hacer potable el agua se basa en la evaporación de la solución inicial, generando una condensación de vapor y obteniendo agua destilada y potable. Las sales y los agentes contaminantes de diferentes tipos presentes en la solución inicial permanecen en el fondo y por lo tanto se eliminan.

**La explotación** directa de la energía solar ha atraído siempre a los investigadores de diferentes sectores. El primer investigador que creó una instalación de desalinización solar a gran escala fue Carlos Wilson en 1872, en Las Salinas (Chile). Se realizó una instalación de 4450 m<sup>2</sup> de invernaderos con una producción diaria de 17.8 m<sup>3</sup>, un rendimiento de 4 l/m<sup>2</sup>/día y una duración de la instalación, de 40 años. En los años '40 se depositaron muchas patentes de destiladores solares pequeños y prácticos; se adaptaron para chalupas o naves y se usaron en la marina estadounidense [Telkes,1945]. Actualmente este tipo de instalaciones se utiliza casi sólo para actividades de investigación.

**Estos invernaderos** resuelven importantes problemas relacionados con la potabilización del agua. Se han ideado para desalinizar el agua marina, produciendo agua potable para el uso humano, se utilizan también en lugares aislados y prevén bajos costes de instalación y mantenimiento.

**El invernadero SOLWA**, por sus peculiaridades, presenta una amplia gama de aplicaciones, aportando simples modificaciones. De hecho permite depurar además de aguas ricas en sales, aguas que presentan contaminantes de varios tipos o con sólidos suspendidos. Permite desaguar fangos de deshecho derivados de instalaciones de depuración biológica. Permite estabilizar deyecciones zootécnicas, previniendo la contaminación de los terrenos y reduciendo el volumen de digestión de los mismos.

**En particular**, una característica del invernadero SOLWA es que no prevé costes de gestión, siendo alimentada únicamente por la energía solar, a diferencia de otras tecnologías convencionales del sector (ósmosis inversa, MSF, MED, electrodiálisis, etc.). No necesita de manutención y, una vez puesta en función, es inmediatamente operativa, sin la necesidad de conocimientos técnicos o de manuales específicos.

**El SOLWA** tiene una eficiencia del 56% respecto al 50% de los otros invernaderos solares. La producción estimada de agua en los países tropicales es de más de 10 l/m<sup>2</sup>/día. El invernadero no produce contaminación de ningún tipo, ni química ni térmica.



## SOLWA, en la práctica

El **invernadero** a evaporación se basa en la conversión en calor de los rayos solares. En el interior de una estructura aislada (el invernadero mismo), un dique de agua salada es rociado por los rayos solares que calientan la solución y hacen que se evapore. El vapor se condensa y se recoge en la superficie interna del invernadero, mientras que la solución rica de sales se elimina. Este es el principio base de los invernaderos a evaporación.

El **invernadero** SOLWA fuerza mayormente el proceso de evaporación y aumenta la producción de agua potable; este sistema presenta dos innovaciones que lo diferencian de los otros actualmente utilizados: no necesita de manutención externa y la evaporación de la solución se realiza a temperaturas relativamente bajas. Un software especialmente creado calcula las características

constructivas en base a las condiciones climáticas del territorio y de la solución a tratar a través del invernadero.

**SOLWA** está construida con material de fácil adquisición en cualquier territorio y no necesita de una mano de obra experta o calificada. La figura 2 presenta las fases de construcción del invernadero. Las imágenes demuestran la simplicidad de la construcción y de los materiales utilizados: pellets (gránulos), poliuretano expandido (aislante para la cobertura de las viviendas) y un plexiglás. Otros materiales técnicos, como pequeñas bombas o tuberías de cobre, son de fácil adquisición comercial.

El **uso** de materiales baratos y de fácil adquisición permite al invernadero tener un costo limitado frente a al elevado valor social, produciendo un bien necesario para la vida.



**Figura 2.** Pasos para la construcción de la solar still con materiales económicos y de fácil adquisición.

La **energía** eléctrica necesaria para el funcionamiento del sistema se produce a través de un pequeño panel solar. Este sistema, de hecho, tiene como única fuente energética la radiación solar, que le permite ser completamente autónomo y operar en cualquier condición.

La **creación** de una temperatura elevada en el interior de la estructura y la simplicidad de las estructuras móviles empleadas, permiten al solar still tener también otras funciones posibles. De hecho, el invernadero puede producir agua potable también a partir de aguas contaminadas por agentes químicos o biológicos. Previendo la posibilidad de decidir el tiempo de permanencia de la solución dentro de la estructura, permite calibrar la temperatura interna y utilizar el invernadero como una verdadera destilería para diferentes usos. Se puede utilizar para la desecación de fangos o deyecciones de naturaleza diversa, reduciendo los volúmenes de liquidación.

# Resultados

El **invernadero** a evaporación SOLWA está constituido por componentes de fácil adquisición y requiere bajos conocimientos técnicos y científicos para su construcción. Se puede transportar fácilmente y colocar en cualquier lugar sin necesitar enlaces a las convencionales redes de alimentación energética. Este sistema permite responder a las exigencias de abastecimiento hídrico de pequeñas comunidades aisladas o con problemas de enlace a la red energética.

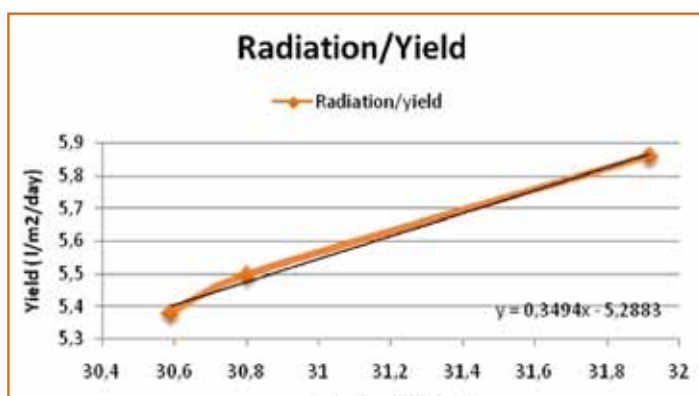
**Este tipo** de invernadero fue ideado y estudiado a través de investigaciones en la Universidad de Padua. El modelo experimental fue probado en el verano de 2008 en el centro de investigaciones de

la Universidad por un grupo de profesores de las Facultades de Ciencias y de Química en colaboración con la Facultad de Agronomía.

**En el campo** experimental de la Universidad de Padua, el invernadero produjo durante los días de la experimentación, a partir de agua de mar, la cantidad de agua indicada en la Tabla 1.

DAY	YIELD PER SQUARE METER (l/m <sup>2</sup> )	SOLAR RADIATION (W/M <sup>2</sup> )
11/06/08	5,861145	31917194,1
12/06/08	5,497588	30800227,1
13/06/08	5,381156	30588595,1

**Tabla 1.** Producción de agua potable registrada durante el período de prueba.



**En la gráfica** de la Figura 3 (radiación entrante y producción de agua potable producida) se presenta el hipotético rendimiento del invernadero SOLWA en diferentes condiciones climáticas. Se considera que en climas desérticos y tropicales, la producción por m<sup>2</sup> supera los 10 l/m<sup>2</sup>/día, con una eficiencia del 56%.

**Figura 3.** Relación entre la radiación solar y la producción diaria por metro cuadrado.

El **invernadero** SOLWA utiliza sólo energías renovables, no prevé mantenimientos especializadas, tiene un coste de producción de agua por m<sup>3</sup> que es casi cero. Otras tecnologías que producen el mismo producto (ósmosis inversa, destiladores a gasóleo MED o MSF), causan un impacto ambiental elevado ya que prevén una alimentación energética "convencional" (energía eléctrica e hidrocarburos). Los costes de las tecnologías utilizadas en las grandes instalaciones industriales van de 0,45 €/m<sup>3</sup> para la ósmosis inversa a 1,2 €/m<sup>3</sup> para otras tecnologías. Las instalaciones corrientes prevén una mano de obra altamente especializada, el empleo de sustancias químicas para el tratamiento de las aguas y la utilización de una elevada cantidad de energía.

**Diferentes artículos** científicos indican que los invernaderos a evaporación tienen un tiempo de vida de al menos 20 años. Dadas las características de construcción y uso de SOLWA, se calcula que su tiempo de vida sea mucho mayor.

## El interés internacional

**SOLWA** y los trabajos que han permitido su realización fueron presentados en la conferencia internacional de Dubai en Noviembre de 2009 organizada por IDA (International Desalination Association), la organización internacional más calificada en el sector de las tecnologías de la desalinización del agua.

**La producción** de SOLWA se ha realizado en la Universidad de Padua, y parte de los estudios fueron llevados a cabo en la Universidad Wageningen and Research Centre en Holanda

**Para la difusión** del invernadero, la Universidad de Padua ha colaborado con el Departamento de Biología de la Universidad Estatal de Trujillo (Perú) y con el National Research Council en Khartoum (Sudán).

**Se están** formalizando los acuerdos para la experimentación del invernadero en la Fundación de formación e investigación FUNACI (Teresina-Brasil) en colaboración con la Facultad de Agronomía de la Universidad Federal del Piauí (Brasil). Para la difusión del invernadero, la Universidad de Padua colabora también con la ONG Cevitem de Mirano (Venecia) que realiza iniciativas de cooperación en numerosos países.





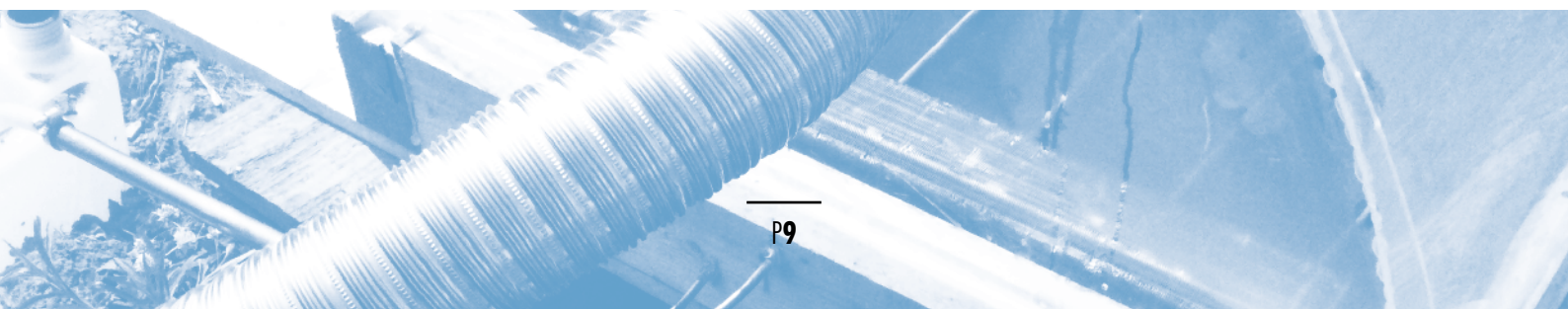


## ■ Para utilizar SOLWA en otros países

**Los invernaderos a** evaporación pueden tener la máxima eficiencia en las zonas tropicales ricas en energía solar. Las instituciones directamente interesadas en esta tecnología son aquellas competentes en la gestión de los recursos hídricos. Estas instituciones públicas a su vez pueden involucrar en la producción y utilización de este tipo de invernadero, también a actores del sector privado.

**La experimentación** del invernadero SOLWA, para adaptarlo al contexto específico, puede ser realizada, con la asistencia técnica de la Universidad de Padua, en cualquier estructura universitaria o centro de investigación para su difusión a nivel nacional.

**Considerada la** relativa simplicidad tecnológica del proceso de construcción y utilización de SOLWA, no es necesario recurrir a centros de formación de alto nivel o poseer conocimientos técnicos específicos. Para acelerar las operaciones de experimentación se han desarrollado sistemas de colaboración entre universidades, que permiten crear Laboratorios en los países interesados para la construcción y la experimentación de los investigadores universitarios. La información técnica, tecnológica o económica está disponible para el desarrollo de otras investigaciones o para la experimentación in situ.



## Para saber más

En la **Universidad** de Padua se puede encontrar una documentación más exhaustiva y extensa sobre SOLWA.

### Bibliografía

- ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia) 2001. Water desalination technologies in the ESCWA member countries. Informe de las Naciones Unidas, New York 2001
- Galal S. and Husseiny A.A. 1977. Desalination, 20 (1977) pp.217
- Legambiente Veneto 2007. Acqua di rete, acqua minerale dov'è la differenza? de Giorgia Businaro
- National Academy of Sciences. Ad hoc panel on promising technologies for arid land water development, more water for arid lands. National research council, Washington, DC, 1973
- Telkes M. 1945. Solar distiller for life rafts. US Office Technical Service, Report No. 5225 MIT, OSRD. Final Report, to National defense Research Communication, 11.2, p. 24
- Thameur Chaibi 2003. Green house systems with integrated water desalination for arid areas based on solar Energy. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Science of Alnarp. 9 pp.

## ¿A quién contactar?

La **Dirección** de Relaciones Internacionales, Cooperación Internacional, Derechos Humanos e Igualdad de Oportunidades de la Región del Véneto colabora en la promoción de la innovación a nivel internacional.

La **Universidad** de Padua está dispuesta a proporcionar asistencia técnica para la transferencia de la innovación en los países interesados. También la ONG Cesvitem de Mirano (Venecia) colabora en la promoción internacional del invernadero.

**Para establecer** colaboraciones, en vista de la transferencia tecnológica en los países interesados, se pueden establecer los siguientes contactos directos:

- **Dr. Paolo Franceschetti**, licenciado en Ciencias y tecnologías para el ambiente, vía Vivaldi 28, 35010 Vigonza (Padua). Tel.+39 329 4249964, e-mail pf.franci@hotmail.it
- **Prof. Maurizio Vidali**, profesor ordinario en el Departamento de Ciencias Químicas de la Universidad de Padua. Tel. +39 049 8275163, e-mail maurizio.vidali@unipd.it
- **Prof. Andrea Pitacco**, profesor agregado del Departamento de Agronomía Ambiental y Producciones Vegetales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Padua. Tel. +39 049 8272848, e-mail andre.pitacco@unipd.it
- **ONG CES.VI.TEM**, presidente Andrea Naletto, via Mariutto 68, 30035 Mirano (Venecia). Tel. +39 041 5700843, e-mail info@cesvitem.it





**El Programa IDEASS** - Innovación para el desarrollo y la cooperación sur-sur - forma parte de la Iniciativa de cooperación internacional ART. IDEASS se enmarca en los compromisos de las grandes cumbres mundiales de los años '90, y de la Asamblea General del Milenio, dando la prioridad a la cooperación entre los actores del Sur, con el apoyo de los países industrializados.

**El objetivo de IDEASS** es fortalecer la eficacia de los procesos de desarrollo local, mediante una utilización cada vez mayor de la innovación para el desarrollo humano. Actúa como catalizador en la difusión de innovaciones sociales, económicas, tecnológicas, que favorecen el desarrollo económico y social a nivel territorial, a través de proyectos de cooperación sur-sur. Las innovaciones promovidas pueden ser tanto productos como tecnologías o prácticas sociales, económicas o culturales. Para mayor información sobre el Programa IDEASS, sírvase consultar la página web: [www.ideassonline.org](http://www.ideassonline.org).

# IDEASS

## Innovación para el Desarrollo y la Cooperación Sur-Sur



ART - Apoyo a las redes territoriales y temáticas de cooperación para el desarrollo humano - es una iniciativa de cooperación internacional que asocia programas y actividades de diversas organizaciones de las Naciones Unidas. ART promueve un nuevo tipo de multilateralismo, en el cual el sistema de las Naciones Unidas trabaja con los gobiernos favoreciendo la participación activa de las comunidades locales y de los actores sociales del Sur y del Norte. ART persigue los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

En los países interesados, ART opera a través de los programas-marco nacionales de cooperación para la Gobernabilidad y el Desarrollo Local - ART GOLD. Estos programas crean un contexto institucional organizado de modo que diversos actores nacionales e internacionales puedan contribuir al desarrollo humano del país en forma coordinada y complementaria. Participan países donantes, agencias de las Naciones Unidas, gobiernos regionales, ciudades y gobiernos locales, asociaciones, universidades, organizaciones del sector privado y organizaciones no gubernamentales.

Es en el marco de los Programas ART GOLD que se promueven las innovaciones de IDEASS y se implementan los proyectos de cooperación para su transferencia, cuando los actores locales lo requieran.