

# SISTEMA DE POLIGENERACIÓN PARA VIVIENDAS MEDIANTE CICLO DE RANKINE ORGÁNICO ACTIVADO POR ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA.

**Autor: Romero Córdoba, Daniel**

Director: Linares Hurtado, José Ignacio; Moratilla Soria, Yolanda

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

En este proyecto se evalúa, tanto técnica como económicamente, la hibridación de un Ciclo de Rankine Orgánico con paneles solares térmicos para la producción de diferentes tipos de energía (poligeneración).

El bajo nivel térmico que proporcionan los colectores solares hacen necesario el uso de fluidos orgánicos en ciclo. Estos fluidos presentan como ventaja el poder emplear equipos compactos debido a que tienen un salto entálpico por unidad de volumen alto.

Por otra parte, con la adecuada selección del fluido no se requiere la presencia del desgasificador, al poder condensar a presiones superiores a la atmosférica.

En el proyecto se evalúan las diferentes configuraciones posibles para el sistema en función del grado de poligeneración que se quiera.

A partir de diferentes modelos comerciales de paneles térmicos solares, se ha buscado la configuración óptima de ciclo que se adapta a éstos, realizando para ello el modelo físico que rige el comportamiento de los diferentes componentes, e incluso dimensionando parcialmente algunos de ellos para la posterior selección de uno similar en el mercado.

Otro estudio que se ha realizado en el proyecto es la implantación de este sistema en un bloque de viviendas, para poder acoplar de la manera más eficiente la producción de las diferentes energías del sistema propuesto a la demanda de éstas por parte de las viviendas y poder obtener así el mayor grado de carga posible para el sistema.

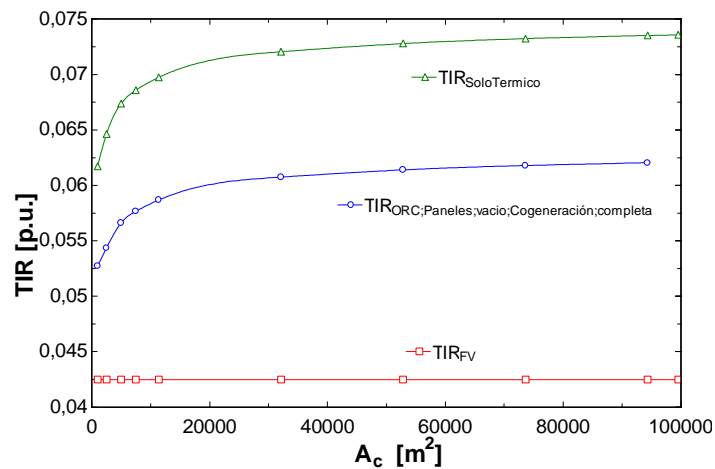
Los resultados técnicos revelan que para un bloque de 100 viviendas el sistema propuesto con 975 m<sup>2</sup> de paneles de tubo de vacío, proporciona el 100 % de las necesidades de climatización en verano (refrigeración), el 71 % de las necesidades de calefacción y ACS (en invierno) y abastece el 27 % de las necesidades eléctricas

(57 kWe) de las viviendas. Es decir el sistema propuesto se contempla realmente cómo una evolución de los sistemas actuales de energía solar térmica, que proporcionan solo ACS, calefacción y refrigeración, proporcionándoles una producción adicional de energía eléctrica, cubriendo así la totalidad del espectro de energías demandadas por las viviendas. Con ello se consigue además que con un único sistema de energía renovable se puedan suministrar los tres tipos principales de energía en un emplazamiento aislado.

*Tabla I. Datos económicos y energéticos de los sistemas para una superficie de paneles de 975 m<sup>2</sup> y 57 kWe de potencia.*

	EP [MWh/año]	IF [M€]	TIR [%]	$\eta_w$ [%]	$\eta_q$ [%]	$\eta_o$ [%]
<b>FV</b>	617,7	0,8539	4,25	11,27	0	11,27
<b>Térmico</b>	1324	1,183	6,17	0	61,34	61,34
<b>ORC</b>	1087	1,174	5,27	5,95	55,39	61,34

De la parte económica cabe destacar el aumento de la TIR sobre el otro sistema de producción eléctrica, la solar fotovoltaica. Concretamente para el modelo calculado con 100 viviendas y 975 m<sup>2</sup> de paneles, para la misma superficie la FV tiene una TIR del 4.25 % mientras que el sistema propuesto la tiene del 5.27 %. Si se compara con el sistema térmico convencional, la TIR se reduce, pero esto es debido a que el sistema pretende, cómo ya se ha dicho, cubrir la totalidad de las energías demandadas con un solo sistema. Cabe mencionar que los resultados económicos expuestos, son en ausencia de subvenciones.



*Figura 1. Tasa Interna de Retorno para cada uno de los sistemas a comparar en función de los m<sup>2</sup> de paneles instalados.*

A la hora de analizar la inversión total a realizar en el sistema, para el sistema de 100 viviendas y 57 kWe (975 m<sup>2</sup>) la inversión es de 1174 €/m<sup>2</sup>, y manteniéndose prácticamente constante para cualquier tamaño de instalación. Esto es debido a que en el capital inmovilizado del sistema el elemento de mayor peso son los paneles solares, constituyendo el 75 %.

Con esta gran dependencia del precio de los paneles es lógico pensar que el sistema tiene una gran posibilidad de incrementar su rentabilidad conforme avance la tecnología de estos paneles en su “curva de aprendizaje tecnológica” mejorando los rendimientos y los procesos de fabricación, abaratándolos. Además el pequeño volumen de comercialización de este producto hace que sus costes de producción se eleven notoriamente, por lo que una gran inmersión de estos productos en el mercado los abarataría en gran medida.

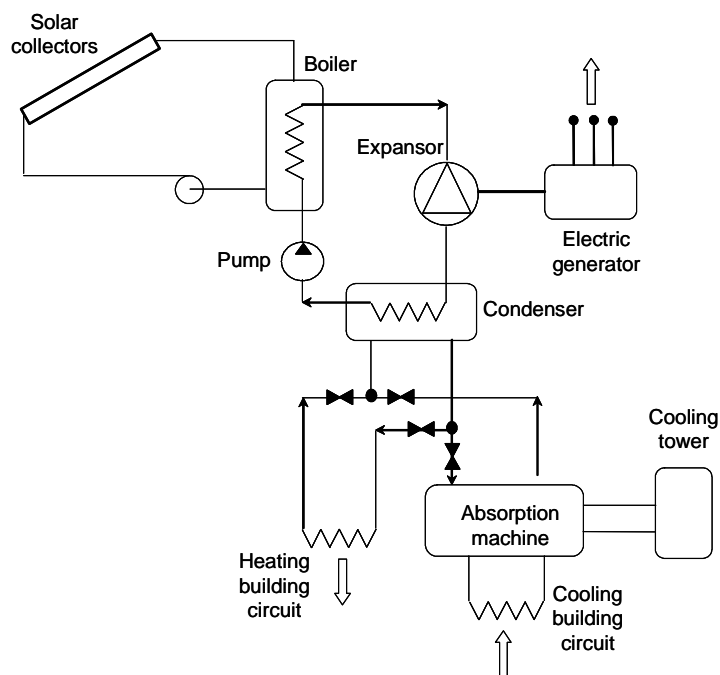


Figura II. Sistema completo.

# POLI-GENERATION SYSTEM FOR HOUSES USING AN ORGANIC RANKINE CYCLE ACTIVATED BY LOW TEMPERATURE SOLAR ENERGY.

**Author: Romero Córdoba, Daniel**

Director: Linares Hurtado, José Ignacio; Moratilla Soria, Yolanda

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## **SUMMARY PROJECT**

In this project it is assessed, technological and economically, the integration of an Organic Rankine Cycle with solar energy collectors to produce different types of energy.

Due to the low thermal level that provides the solar collectors make the employment of organic fluids a good option. The organic fluids allow the use of compact equipments due to the fact that they have high enthalpy jump per unit of volume. On the other hand, with the suitable selection of the fluid its condensation pressure is above the environmental pressure.

In the project different possible configuration are evaluated to the system depending of the level of poli-generation.

Based in the different commercial models of thermal collectors, it has research the optimal configuration of the cycle, that couple to it. To make it possible has been necessary to define de running physic model of all the components, even carry out a partial dimensioning of some this, to realize after that a selection in the market of any similar component.

Other investigation realized in the project is the fitting of this system to the application in residential edification (block of flats), in order to fit efficiently the production of the different types of energy to their demands, and obtain a load level as high as possible.

The technical results show that for 100 houses, the proposed system with 975 m<sup>2</sup> of collector, supply the 100 % of air conditioning necessities, the 71 % of heating necessities and supply the 27 % of electrical necessities (57 kWe) of the houses. The proposed system is studied as an evolution of the conventional thermal system, which provides only heat and cooling energy, providing an additional production of

electricity, supplying all kind of energies that a house could need. The most important characteristic of this is to can concentrate the production of the three more important energies in a unique renewable energy system useful to isolated emplacements.

Table I. Energy and economic performance of analyzed system with 975 m<sup>2</sup> of collectors and 57 kWe of power.

	EPs [MWh/año]	FCI [M€]	IRR [%]	$\eta_w$ [%]	$\eta_q$ [%]	$\eta_o$ [%]
FV	617,7	0,8539	4,25	11,27	0	11,27
Thermal	1324	1,183	6,17	0	61,34	61,34
ORC	1087	1,174	5,27	5,95	55,39	61,34

The economical characteristic most important is the increase of the IRR over the other renewable system of electrical production, the photovoltaic system. To the calculated model of 100 houses and 975 m<sup>2</sup> of collectors, using the same area of collectors the photovoltaic device has an IRR of 4.25 % while the proposed system has 5.27 %. If it is compared with the conventional thermal system, the IRR decreases, but the intention of this system is not only to obtain a good financial performance, also, as has been said, supply all kind of energies demanded by the houses with only one system. These results are without subsidy.

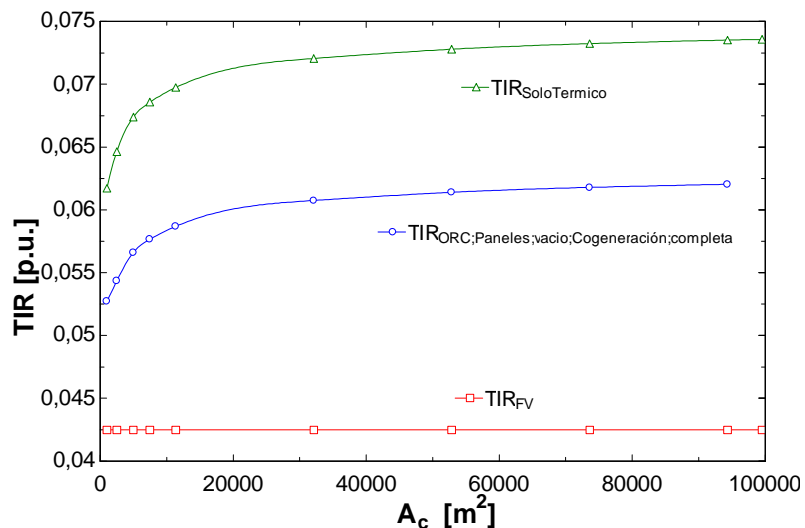


Figure I. Internal Rate of Return to the compared systems, depending of the installed area of collectors.

When the global investment of the system is analyzed, to the system of 975 m<sup>2</sup> of collectors, the investment is 1174 €/m<sup>2</sup>, and it hold on the value practically constant to whatever size. This is because of the most important equipment in the investment are the collectors, being the 75 % to small installations (the small size makes the relative cost of the equipment to be greater).

With this important dependency of the price of the collectors is quite logical to thought that the system has a big possibility of increase the rentability as quickly as the technology of the collectors improves the performance and the production process, make it cheaper. Besides the low commercialization volume of this product makes increase the production cost a lot, so a big commercialization of this product in the market, makes it decrease rapidly.

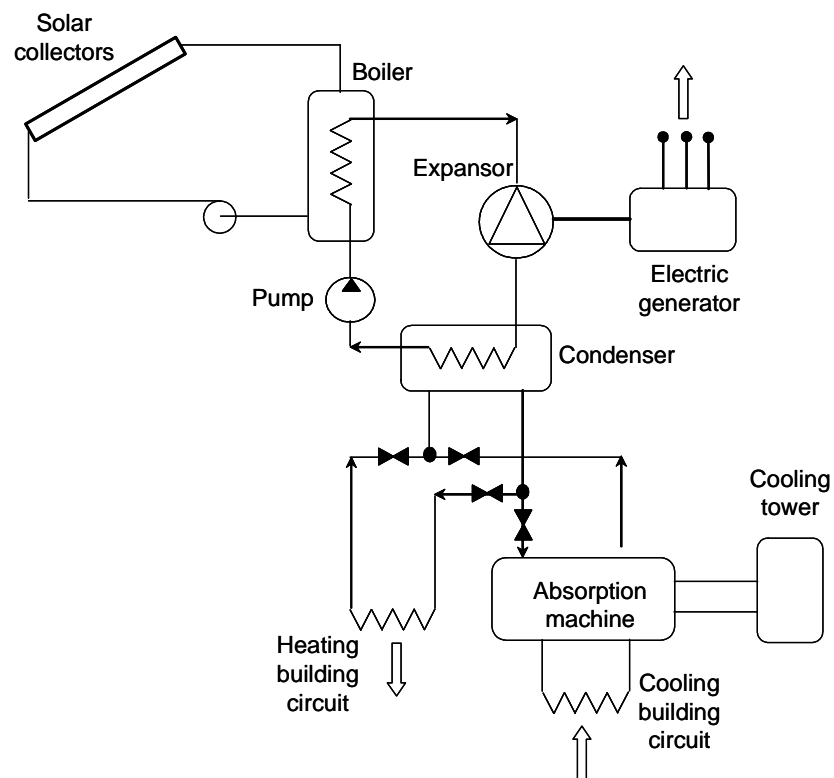


Figure II. Whole system.