

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente documento tiene como objetivo describir la propuesta de un sistema solar geotérmico de baja entalpía diseñado para instalarse bajo un invernadero y dedicado, en un principio, al cultivo de especies vegetales aptas para el consumo.

Los sistemas de cultivo en invernadero tienen la capacidad de criar variedades vegetales que en condiciones normales no se desarrollarían en esa zona a causa de las inclemencias meteorológicas, especialmente, temperaturas diurnas excesivamente frías que son las que el sistema de invernadero trata de cubrir.

Ante las temperaturas nocturnas, que pueden incluir heladas letales para las plantas, el sistema clásico de invernadero se muestra inoperante a no ser que cuente con medios auxiliares de calefacción que suponen unos gastos energéticos no siempre asumibles por la producción obtenida.

Además, el invernadero produce una elevación de la temperatura del aire que rodea la plantación pero, escasamente, tiene influencia sobre el sistema radicular de las plantas.

Esto produce un desequilibrio en el desarrollo de la plantación y mermas importantes en algunas producciones.

El sistema solar-geotérmico propuesto tiene como objetivo solucionar de una forma sencilla y con mínimos gastos energéticos el problema de las heladas nocturnas y, a la vez, suministrar calor a la zona radicular de la plantación.

Además con el sistema propuesto conseguiríamos unas importantes reducciones de emisiones de CO₂

INSTALACION SOLAR-GEOTÉRMICA EN INVERNADERO

La empresa:

Almunia Solar es una empresa joven pero con gran experiencia a sus espaldas, fundada en el año 2008, dedicada al sector energético y, sobre todo, al desarrollo, proyección e instalación de sistemas relacionados con las energías renovables, desde instalaciones fotovoltaicas hasta calderas de biomasa (pellet o leña), pasando por pozos fotovoltaicos e instalaciones solares térmicas.

Empresa registrada en el Departamento de Industria del Gobierno de Aragón con el nº 50035029.

C/ Corazón de Jesús nº33

La Almunia de Doña Godina

C.P.:50100- Zaragoza

976 600 925

675 891 196

info@almuniasolar.com

Ámbito y fecha de inicio del proyecto:

El proyecto pertenece al sector de la producción agrícola pero es extensible a otros sectores como el de la edificación.

El proyecto comenzó en Febrero del 2014, aunque no se ha desarrollado en la práctica.

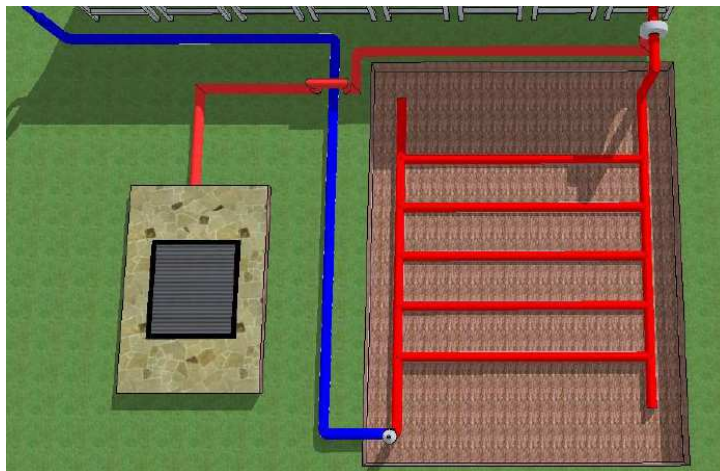
Descripción:

- Pozos canadienses o provenzales.

Son intercambiadores tierra-aire que usan la temperatura constante del subsuelo para el calentamiento, o el enfriamiento en su caso, de una corriente de aire circulante por tubos enterrados a tal fin.

Los conductos enterrados pueden funcionar como un bucle cerrado del espacio a calefactar o como un bucle abierto e introducir aire exterior precalentado en el recinto.

Los intercambiadores tierra-aire basan su funcionamiento en que la temperatura del subsuelo es relativamente estable y superior a la del aire en invierno. En nuestras latitudes unos 15°C a 2 metros de profundidad.



Estos sistemas que usan positivamente el desfase estacional de temperaturas entre tierra y aire, tienen el inconveniente de que el desfase diario puede ser insuficiente para cubrir necesidades importantes de calor que salven las heladas nocturnas.

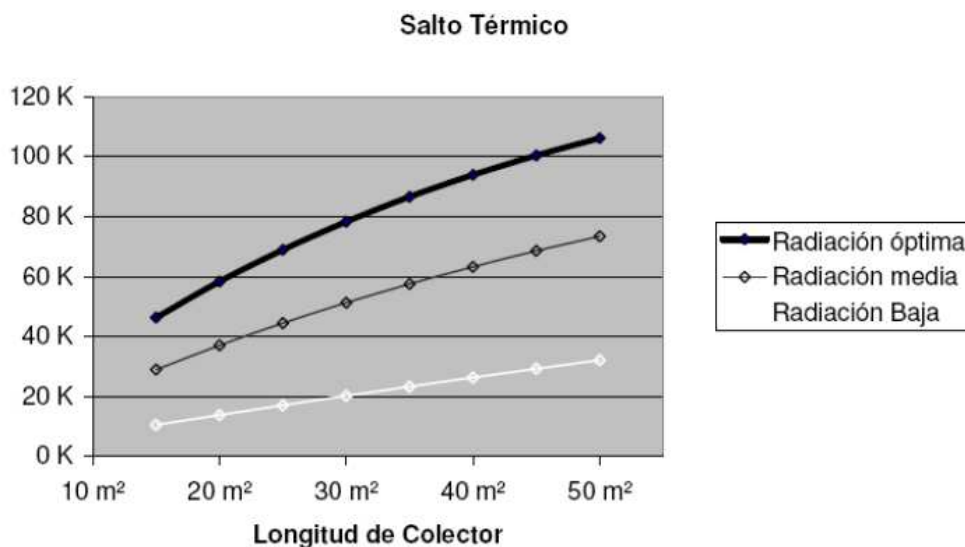
Su consumo energético es mínimo y de fácil instalación en cualquier lugar puesto que un sistema fotovoltaico básico conseguiría abastecer el consumo del ventilador y los automatismos de control necesarios.

Un pozo canadiense de circuito abierto, correctamente dimensionado para nuestras latitudes, sería capaz de obtener incrementos de temperatura próximos a los 8K durante su uso con lo que sería útil en heladas débiles pero, en la mayoría de las zonas de cultivo se pueden producir heladas más fuertes de forma puntual pero que arruinarían el producto.

Presentan el inconveniente de generar condensaciones en su interior que pueden ser posibles focos de contaminación del aire y que hacen necesario un mantenimiento del interior de los tubos que no siempre es factible y que su labor de calentamiento la efectúan, obviamente, únicamente sobre la parte aérea de la planta y si, el captador está situado bajo el invernadero, robando calor de la parte radicular.

- **Sistema de aire caliente solar.**

El sistema de aire caliente solar basa su funcionamiento en el paso de aire exterior fresco a través de colectores solares que producen un calentamiento de este por efecto invernadero con unos saltos térmicos que, en función del número de captadores instalados en serie, el caudal de aire circulante y la radiación solar, van de los 35K a 100K.



El sistema, incluso con bajas radiaciones solares, produce energía a costes muy reducidos –el consumo del ventilador de impulsión- pero cuando la radiación cesa se desactiva irremediablemente. También en períodos de buena irradiación el sistema parará porque el local a climatizar no requiera calor en ese momento sin tener posibilidad de almacenar la energía sobrante.

- RESULTADOS ESPERADOS:

Incremento de temperaturas sin crecer en espacio.

Aumento de temperaturas en la zona radicular.

Desinfección del pozo canadiense.

Desinfección del suelo.

El sistema propuesto contempla la conjunción de los dos sistemas comentados con anterioridad, de tal manera, que la instalación de aire caliente solar durante las horas de radiación entre en funcionamiento haciendo circular aire caliente, no por el interior del invernadero, que por definición estará realizando el mismo proceso debido a los plásticos que lo componen, sino por el captador tierra-aire o pozo canadiense situado bajo el mismo, en un circuito abierto o cerrado, para conseguir que toda la energía quede acumulada en el manto de tierra que lo envuelve.

Durante la noche evitaría heladas o elevaría la temperatura del invernadero, extrayéndola del intercambiador tierra-aire que habrá incrementado su temperatura base con la energía acumulada por el sistema solar y que, todavía, no habrá podido transferirse lejos de la zona de influencia de los tubos.

Puesto que el pozo canadiense no es un departamento estanco, es de esperar, que las pérdidas térmicas que se produzcan cuando está siendo calentado por el sistema solar lo hagan preferentemente hacia el exterior, hacia la zona radicular de la plantación que se beneficiaría de este incremento de temperatura, afectando positivamente en uno de los problemas de funcionamiento de los invernaderos como es el desequilibrio de temperaturas entre la zona aérea de la plantación que se encuentra temperaturas primaverales y la zona radicular que sigue en temperaturas invernales.

Con un comportamiento medio del intercambiador tierra-aire como acumulador de energía deberíamos obtener incrementos de temperatura en el interior del invernadero superiores a los 15K y un aumento de de la temperatura en la zona radicular estimable en unos 8K

El coste energético seguiría siendo muy bajo –el mismo ventilador funcionaría día y noche si fuera necesario- y con una pequeña instalación fotovoltaica totalmente independiente energéticamente.

Una vez dimensionada correctamente, la instalación y mantenimiento son técnicamente simples.

Aspecto innovador y valor añadido:

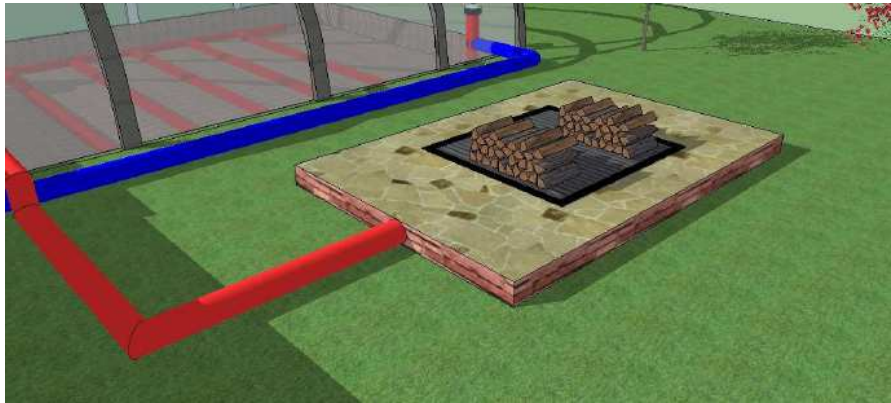
La acción del aire caliente solar puede evitar la formación de condensados e impedir la formación de colonias bacterianas en el interior del pozo canadiense, realizando la desinfección del intercambiador. Se pueden incluir acciones puntuales en épocas de verano para conseguir altas temperaturas de impulsión de aire. Con estas acciones, la instalación tierra-aire se puede realizar con materiales económicos -como tuberías de

PVC- evitando el uso de materiales antibacterianos de alto costo.

Igualmente, en épocas de verano con el invernadero desocupado, se puede forzar el paso de aire caliente solar por el intercambiador hasta conseguir una elevación de temperaturas en la zona radicular que propicie la desaparición de organismos dañinos y la desinfección del suelo para la siguiente plantación.

Además este sistema presenta estas otras opciones de uso:

El sistema de aire caliente solar puede ser usado mediante la instalación adecuada para generar agua caliente para uso sanitario u otros usos como lo haría un captador solar térmico típico aunque el líquido primario será, en este caso, no un anticongelante sino aire. Aunque su rendimiento para este caso sea algo menor, cuenta con la sencillez de su instalación y con que no tendremos ningún riesgo de fugas, sobrecalentamientos, etc.



También puede ser usado en verano, mediante la instalación adecuada, para desecar la biomasa procedente del propio invernadero que luego podría ser quemada mediante generadores de aire caliente en el propio invernadero como ayuda en situaciones puntuales especialmente desfavorables.

Otros datos de interés:

En nuestras condiciones climatológicas, suponemos un invernadero de unos 1500m³ dedicado al cultivo de hortalizas normales en la zona: tomates, lechugas, etc...

Para este supuesto se dimensiona un captador tierra-aire capaz de ofrecer, por sí solo, incrementos de temperatura de 7K a temperaturas de -3° C, lo cual sería suficiente, a priori, para evitar las heladas tempranas de primavera adelantando el ciclo de producción o las mismas circunstancias en otoño prolongando el ciclo de cultivo de algunas especies.

Condiciones de cálculo:

Temperatura mínima de diseño: -2.9 ° C.

Humedad media: 59 %.

Conductividad térmica del terreno: 1.5 (W/(m²*K)).

Aire introducido: 2400 m³/h.

Rendimiento energético.

Con las anteriores condiciones y una captación aproximada de 700 m³/h instalada apropiadamente obtendríamos un rendimiento anual de la instalación de 12000 kW/h anuales durante un uso de unas 4900 horas/año.

Costo:

Puesto que podemos instalar con materiales de bajo costo porque el sistema solar va a impedir la proliferación de colonias bacterianas en los tubos el costo de la instalación del pozo canadiense no debería superar los 15000 € + IVA. con movimiento de tierras incluido.

Rendimiento económico:

Puesto que todo el gasto energético lo efectúa un ventilador que consume unos 200 W/h, durante las 4900 horas de uso anual habrá consumido unos 147 € lo que supone un costo de 0.012 € por cada kW/h obtenido.

Si añadimos el costo de la instalación al que le atribuimos una duración de 25 años – aunque evidentemente la duración de un tubo de plástico va a ser muchísimo mayor-, nos resultaría un costo por kW/h de 0.06 €.

Refrescamiento:

El intercambiador puede producir anualmente, además, unos 11400 kW/h en forma de aire frío útiles para refrescar el invernadero u otros ambientes.

Emisiones de CO2.

El sistema produciría un ahorro de 2500 kg anuales de emisiones de CO2 durante la época invernal y 1700 durante la época estival.

Instalación solar.

El sistema solar a instalar constaría de 8 colectores de 3 m² (24 m² en total) que nos aporta una potencia pico de 13,4 KW. Se mantienen las condiciones e diseño anteriores.

Rendimiento energético.

Si eliminamos los meses desde mayo a octubre, de nuestro cálculo de producción, puesto que suponemos que no se van a producir heladas en esos meses ni necesitaremos incrementar la temperatura del invernadero por la noche, el sistema propuesto producirá anualmente unos 10800 kW/h –según datos facilitados por el fabricante y contrastados en organismos de control oficiales-.

Costo.

El sistema propuesto instalado completamente tiene un precio aproximado de 9500 €IVA no incluido.

Rendimiento económico.

Con un consumo energético del ventilador que mueve el sistema, parecido al del pozo canadiense, obtendremos un costo por kW/h de 0.013 € a los precios actuales de la energía eléctrica, que aumentará hasta los 0.055 € si incluimos el coste de la instalación.

Emisiones CO2:

El sistema evitaría la emisión 3400 kg de CO2 anuales.

Queda por calcular el incremento de producción del invernadero, el aumento en el precio de los productos desestacionalizados, el incremento en las ganancias del productor al cultivar variedades diferentes a las habituales, el incremento de producción esperable al aumentar la temperatura del suelo, el ahorro en productos desinfectantes del suelo, las posibilidades que abre el poder refrescar en verano el aire del invernadero retrasando la salida al mercado de las variedades si fuera necesario, el uso de la biomasa procedente del invernadero desecada por el sistema solar como fuente de combustible y otras variables que puedan surgir en el desarrollo del proyecto.