



El propósito de este texto es proporcionar un resumen de las principales causas que contribuyen a la formación de humedad, especialmente en sótanos y en construcciones que permanecen sin utilizar durante los meses de invierno.

La descripción aquí hecha, hace referencia fundamentalmente a los colectores solares de aire empleados para deshumidificar y no solamente para calentar (o suplemento de calefacción).

Asimismo, se dará una explicación del por qué los colectores solares de aire son capaces de solventar los problemas de humedad. Existe un número de condiciones que se deben dar para que la instalación de ventilación funcione correctamente.

Si usted quiere saber más.

Diferencia entre calentar y deshumidificar habitaciones

En este texto, se tratarán los diferentes aspectos y problemáticas al respecto.

Además, en las viviendas con calefacción, el riesgo de crear condensación no es tan alto como en casas frías, por lo que sólo se considerarán éstas últimas.

¿Por qué aparece humedad en las casas?

Cuando en este texto se habla de humedad, no se hace referencia a aquella ocasionada por causas evidentes como goteras en tejados o cimientos, sino a la que aparece por motivos aparentemente inexplicables, como en habitaciones sin usar y que han permanecido frías durante el invierno.

Para entender mejor este fenómeno, veremos la cantidad de agua máxima que contiene el aire a diferentes temperaturas.

Además, existen leyes físicas que determinan esto último, y su comprensión nos será útil a la hora de realizar los cálculos necesarios para evitar los problemas que conllevan la humedad.

Diferencia entre humedad... Absoluta (HA) y Relativa (HR)

Este es un punto clave. Generalmente, únicamente conocemos o medimos la humedad relativa (HR).

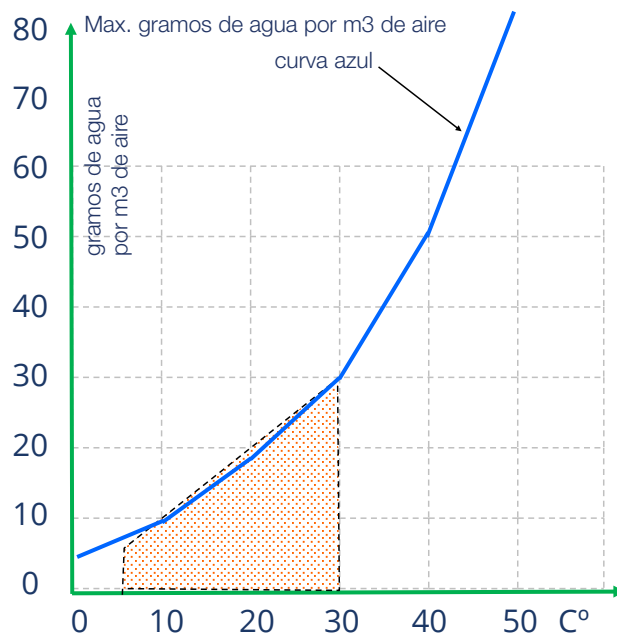
No obstante, este parámetro por sí solo no refleja la cantidad de agua que realmente hay en el aire.

Por ejemplo, supongamos que al medir la HR obtenemos un valor del 60%. A una temperatura de 5º C, esto significaría que habría alrededor de 3g de agua por m³ de aire. Sin embargo, si la temperatura fuera de 30º C, la cantidad de agua por m³ de aire sería de 18g, es decir, 6 veces mayor.

Así, la HR carece de significado si no se conoce también la temperatura. Por otro lado, el valor máximo de humedad en el aire es del 100%, lo que se conoce como punto de rocío.

Además, hay que tener en cuenta que la capacidad del aire caliente para acumular agua es mayor que la del aire frío.

Los valores exactos se recogen en el Apéndice 1, al final del texto.



Una coincidencia oportuna

Para cada temperatura, existe un valor máximo de cantidad de agua que el aire puede contener. Así, por ejemplo, a 30º C el aire contiene como máximo 30g de agua por m³. Se dice entonces que la humedad relativa es del 100%. Si hay más agua, ésta se condensará en forma de rocío y será absorbida por la madera, yeso, ladrillo, alfombras, ropa, cortinas y más.

También es importante: cuando la temperatura del aire aumenta 11º C, su capacidad para transportar agua se duplica, y se cuadruplica si se incrementa 22º C. De esta manera, el aire puede contener 83g de agua por m³ a una temperatura de tan sólo 50 oC. Por eso, no es de extrañar que los secadores de pelo funcionen bien con calor.

En resumen, el calor es esencial para evaporar el agua de paredes, etc.

Los profesionales e ingenieros de la construcción normalmente desaconsejan climatizar, p.ej. un sótano frío, con aire caliente procedente del exterior. En la gráfica se puede observar lo que ocurre cuando el aire a 30º C y al 60% de humedad toca una pared que está a 10º C: al enfriarse hasta esa temperatura, la cantidad de agua en el aire, que inicialmente era de aprox. 18g/m³, se reduce hasta la mitad, condensándose en la pared.

Sin embargo, en el caso de los colectores solares de aire el proceso es diferente, ya que el aire que emiten es aún más caliente, por lo que la capacidad de este aire para absorber agua es mayor.

En la sección sobre deshumidificación de sótanos se explica con más detalle cómo la condensación es evitable cuando las corrientes de aire fluyen correctamente.

El problema de la condensación

Es muy importante comprender el proceso de condensación.

La condensación es un fenómeno bien conocido.

Un ejemplo de ello es el rocío que se deposita en la hierba cuando el sol se pone y la temperatura baja. Pero, ¿a qué se debe esto?

Cuando la temperatura ambiente es de, p.ej., 25° C, el aire puede contener fácilmente 20g de agua por m³. Pero cuando la temperatura desciende a 5° C, tan sólo puede alojar unos 5g. ¿Y a dónde van a parar los 15g restantes?

La imagen que se muestra a continuación lo ilustra claramente:

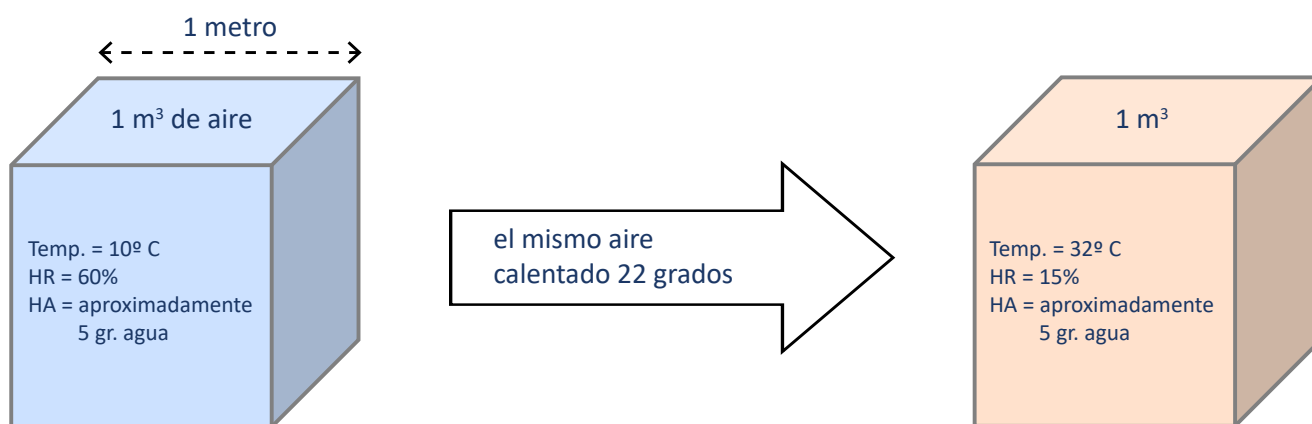


Por ello, hay que tener precaución...

...cuando se ventila un sótano frío: si solamente se utiliza aire caliente procedente del exterior, ocurrirá algo similar.

Este es el motivo por el que se suele desaconsejar el uso de este método de ventilación, pues para evitar la condensación, la diferencia entre la temperatura exterior y la interior debe ser como máximo de unos 5° C.

Es aquí cuando el colector solar de aire entra en juego: al incrementar aún más la temperatura del aire procedente del exterior, aumenta, a su vez, su capacidad para absorber agua, como ya se explicó en secciones anteriores.



El aire contiene la misma cantidad de agua, pero su capacidad de absorción ha aumentado.

Un ejemplo típico del funcionamiento con colector solar de aire

Imagine un día soleado de otoño o primavera. La temperatura exterior es de 10° C.

El colector solar no absorbe agua del aire, si no que lo calienta hasta, por ejemplo, 22° C, lo que provoca una caída de la humedad relativa (HR) de ese aire del 60% al 15%.

Esto hace que el aire del exterior, al volverse “seco”, pueda absorber más agua, antes de enfriarse de nuevo y llegar al punto de condensación.

Este proceso requiere que la corriente de aire sea lo suficientemente rápida para que el aire salga de la casa sin haber tocado demasiado las paredes frías del interior.

(Véanse las páginas siguientes)

Valores exactos de la cantidad de agua en el aire.

Para conocer los valores de la cantidad de agua que contiene el aire a una temperatura y humedad relativa determinadas, (véase el Apéndice 1).

Colectores solares de aire para segundas residencias

Como regla general, si la casa permanece sin calefacción durante todo el invierno, el colector solar debe poder renovar todo el aire en menos de 1½ horas.

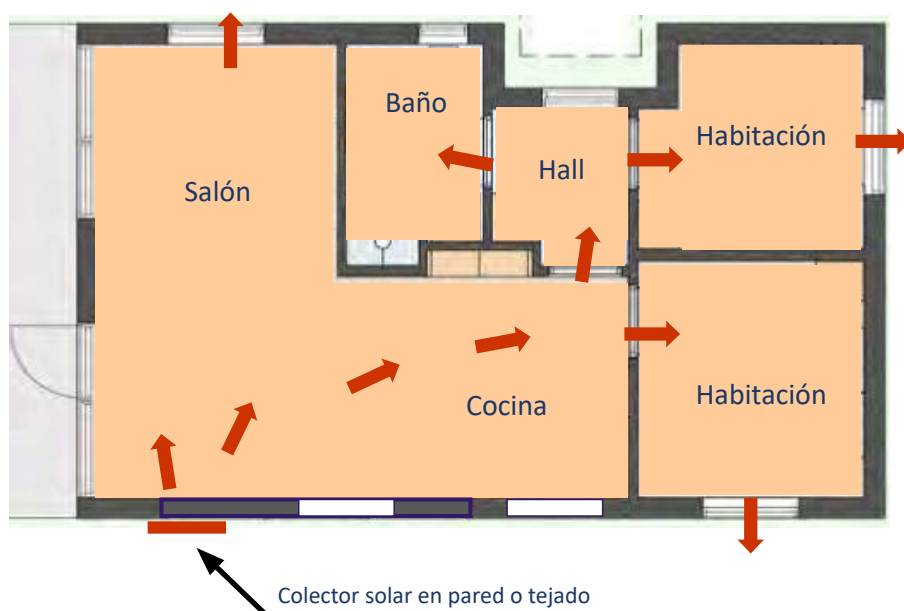
De este modo, una casa de 70m² con una altura hasta el techo de 2,30m contiene 160m³ de aire. Por tanto, el colector debe ser capaz de proporcionar aprox. 100-110m³ de aire por hora para estar en el lado seguro.



El aire húmedo sale a través de válvulas en las ventanas o en la cocina y baños.

Deja las puertas entre las habitaciones abiertas.

Si es posible, cerrar el regulador de tiro de la chimenea, si hay una estufa de leña cerca de la entrada de aire.



¿Dónde se aloja el agua?

¿Cuánta agua puede haber en una casa de 60m² que está a 5° C?

La casa contiene aprox. 150m³ de aire.

Cada m³ de aire puede contener unos 5g de agua, lo que supone un total de 5g x 150m³ = 0,75L de agua en el aire. El resto del agua lo encontramos en la madera, las paredes, etc. y la cantidad puede ser cientos de veces mayor a la que hay en el aire.

La carpintería no debe contener mucho más del 14% de su peso en agua. Si la cantidad supera el 20%, existe un alto riesgo de aparición de moho y podredumbre. Si la casa tiene 5 toneladas de madera en paredes y elementos fijos, el agua puede exceder fácilmente los 500kg.

He aquí el lugar donde se encuentra el agua.

Documentación del flujo de aire real es importante

Hay motivos para poner en duda la fiabilidad de anuncio que afirma que un ventilador de un equipo pequeño puede suministrar 105m³ de aire. Este dato puede que no haga referencia al flujo real de aire que es capaz de proporcionar, sino a la cantidad de aire que el ventilador mueve cuando no encuentra resistencia alguna.

Por eso, es posible que en la práctica solamente proporcione 1/5 del volumen anunciado, y aquí es cuando los problemas empiezan.

Nuestro colector solar de aire SV14 ha sido validado por el programa ETV, el cual verifica que nuestros datos de deshumificación sean fidedignos. (Véase el informe del Apéndice 2)

El informe muestra que, con el flujo de aire que proporciona nuestro colector, éste es capaz de mantener una casa de 70m² libre de humedades nocivas todo el año.

Sin embargo, si el flujo de aire se ve reducida significativamente, el aire tendrá tiempo de enfriarse nuevamente sin haber expulsado el agua al exterior, por lo que ésta acabará depositándose otra vez, típicamente en las habitaciones posteriores, con el consecuente riesgo de aparición de moho.

Para más información sobre este tema, véase la siguiente sección.

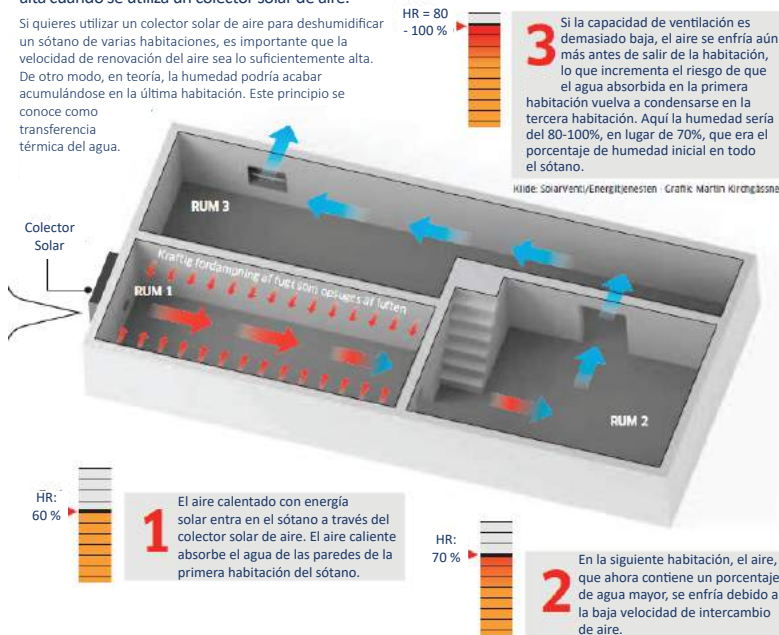
Colectores solares de aire para sótanos

En el caso de sótanos sin calefacción, el tiempo de renovación del aire debería ser inferior a 1 hora.

Un sótano de 50m² y 2,20m hasta el techo contiene 110m³ de aire. A la baja, el colector debería suministrar alrededor de 110m³/h

Es importante una velocidad de renovación del aire alta cuando se utiliza un colector solar de aire.

Si quieres utilizar un colector solar de aire para deshumidificar un sótano de varias habitaciones, es importante que la velocidad de renovación del aire sea lo suficientemente alta. De otro modo, en teoría, la humedad podría acabar acumulándose en la última habitación. Este principio se conoce como transferencia térmica del agua.



Por qué es necesario que la velocidad de renovación sea más alta

Existen diversos motivos: las gruesas paredes de hormigón suponen un riesgo particular para la formación de condensación, ya que no se pueden calentar simplemente con unas horas de sol. Además, la intensidad de luz que entra por las ventanas de un sótano es mínima. Por eso, la deshumidificación de sótanos requiere de una técnica especial.

¿Qué ocurre cuando la velocidad de la corriente es insuficiente?

La explicación queda claramente reflejada en el artículo que apareció en la revista danesa "Ingeniøren" en agosto de 2015.

Aspectos claves

Las instalaciones de ventilación en sótanos siempre deben ir acompañadas de un sistema de extracción, que cuente, preferiblemente, con varios extractores, para así distribuir el aire y asegurarse de que éste pase por las habitaciones más importantes. En cualquier caso, siempre debe existir extracción en las habitaciones más húmedas.

En los veranos más calurosos se recomienda que la extracción tenga lugar a la altura del techo y no a la del suelo. En sótanos fríos no debe usarse ventilación con recuperación de calor, ya que incrementaría el riesgo de formación de condensación.

Cómo evitar el enfriamiento rápido del aire

Las paredes frías de los sótanos suponen un desafío cuando la temperatura y humedad absolutas exteriores, son altas.

En estos casos, la condensación aparecerá de forma inmediata con tan sólo abrir una ventana.

El tiempo de renovación del aire recomendado es de una hora, pero en la práctica el proceso transcurre de un modo diferente: más bien se renueva 1/3 del aire, unas 3 veces por hora, por lo que el movimiento del aire se parece más al diagrama representado a la derecha.

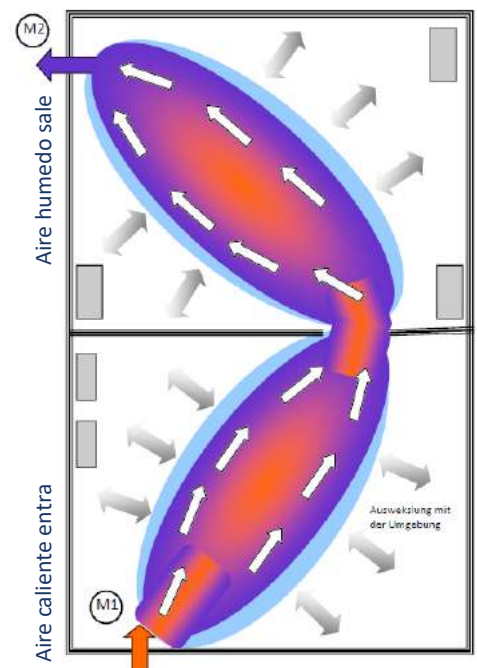
Como se aprecia, el aire no toca las paredes más de lo necesario, ya que no sería eficiente. De esta forma, se evita que el aire se enfríe demasiado rápido y, por tanto, que se condense. La imagen muestra cómo, en un primer momento, la deshumidificación tiene lugar únicamente en la parte central del sótano, evitando el contacto con las paredes. Posteriormente, cuando el sistema de ventilación esté apagado, el aire húmedo se repartirá por toda la habitación, por lo que toda la humedad habrá desaparecido una vez finalizado el proceso.

En los casos más difíciles, se precisa de calor adicional durante periodos.

Por otra parte, en el periodo estival, el sistema de ventilación debe trabajar a intervalos durante la noche, cuando la humedad absoluta del aire es menor. Ésto, combinado con el suministro de calor durante el día, ha demostrado ser un procedimiento muy efectivo.

El mando (SControl) de SolarVenti puede interrumpir el funcionamiento del sistema si no se produce una deshumidificación real.

Además, incluye otras funciones que aseguran una deshumidificación óptima.



Colectores solares de aire para garajes

Los garajes cerrados difieren, tanto de las casas de verano como de los sótanos, en diferentes aspectos.

Por ejemplo, en ocasiones aparcamos el coche en el garaje estando aún mojado por la lluvia o nieve cuando llegamos por la tarde, cuando el sol es insuficiente para que el colector funcione.

Además, el material del que esté hecho el garaje condicionará la cantidad de humedad que se acumule.

¿Qué ocurre en un garaje?

Un coche mojado puede llevar consigo varios litros de agua, la cual acabará evaporándose en el garaje en poco tiempo. Las primeras veces que esto suceda puede que no haya efectos visibles, pero, gradualmente, las paredes, el suelo y el techo se irán saturando de agua, con la consecuente aparición de moho.

Asimismo, aunque tengamos un colector solar de aire en el garaje reduciendo continuamente la cantidad de humedad, si las paredes son duras y, por ejemplo, están pintadas con pintura resistente al agua, el nivel de humedad puede superar el 75%.

SolarVenti ha resuelto este problema haciendo que el sistema de ventilación se ponga en funcionamiento ante el menor indicio de aumento del nivel de humedad, incluso cuando no hay sol.

Esto es posible gracias a que el sistema de ventilación aprovecha para su funcionamiento el calor del motor del coche, que ronda los 3-4 kW/h durante el enfriamiento, necesitando tan sólo un mínimo de energía adicional equivalente a unos 6 euros al año.

Colectores solares de aire para contenedores

Existen diferentes parámetros que hay que tener en cuenta a la hora de elegir un colector solar para un contenedor, ya que ello influye en la potencia que será necesaria para mantener el contenedor libre de humedad. Entre ellos se encuentran:

- Si está aislado o no.
- Si el recubrimiento interior es de madera o metal.
- Su contenido.
- Si está al sol o a la sombra.
- Dónde está, desde un punto de vista geográfico.
- La frecuencia con la que se abre.
- Etc.

Todo esto influye en la potencia que debe tener el colector para mantenerla seca.



Requiere una solución especial:

Si un garaje está hecho de madera recubierta con una superficie absorbente, se podrá aprovechar esta particularidad para equilibrar el nivel de humedad en poco tiempo. Por el contrario, el cemento duro con una capa resistente al agua supone un mayor desafío para eliminar la humedad. La solución ideal sería combinar el colector solar con un sistema de control capaz de aprovechar el calor del motor del coche. Esto se puede conseguir con el mando Scontrol de SolarVenti.



Generalidades sobre contenedores

Tenemos buenas experiencias en cuanto a deshumidificación de contenedores durante todo el año: menos oxidación en los elementos metálicos y, generalmente, completa desaparición de humedades y olores. Sin coste alguno.

Los recubrimientos interiores de madera ayudan a equilibrar las diferencias de humedad durante un periodo de tiempo más largo, lo que facilita el mantenimiento del nivel de humedad. Por otro lado, los contenedores que están al sol no requieren de un sistema de ventilación tan grande. Para un contenedor de 20" se suele utilizar un SV3 o SV7.

Es importante asegurarse de que haya una salida para el aire en el extremo opuesto al que entra. Si el contenido del contenedor está constantemente mojado (como en clubes deportivos), se recomienda elegir un colector de aire de mayor tamaño, como un SV14 o SV20, ya que tienen mayor potencia.

Colectores solares para almacenes, museos...

En principio, cualquier local, sin importar su dimensión, puede mantenerse libre de humedades con el colector solar de aire adecuado.

Si se está barajando la posibilidad de instalar un deshumidificador eléctrico como alternativa al solar, hay que tener en cuenta que estos dispositivos normalmente requieren de una temperatura ambiental alta para funcionar (alrededor de 15°C), lo cual puede ser costoso. Además, los artículos almacenados se conservan mejor en habitaciones frías, por lo que el uso de un colector solar sería más ventajoso en este caso.

Para un almacén subterráneo, el dimensionamiento del colector se realiza de manera equivalente al de las casas de verano y sótanos. Esto significa que la renovación del aire en el local debe ocurrir cada hora o cada 1½ horas, dependiendo de las circunstancias.

Si el tamaño del sistema supera los 12m², sería conveniente instalar un sistema de ventilación de SolarVenti diseñado especialmente para espacios de mayor dimensión.

Colectores solares de aire para clubes

En general, los colectores para clubes deportivos se dimensionan de la misma manera que para las casa de verano, aunque si entran con frecuencia objetos húmedos, puede que sea necesario un sistema de ventilación mayor.

Por ejemplo, un club de remo o la zona de almacenaje de las sillas de montar en un centro de equitación, debido a la cantidad de agua que diariamente se va añadiendo, requerirán de una renovación del aire de 1 a 2 veces/hora y, por tanto, de un sistema con mayor capacidad de secado.

Otras funciones importantes

Además de lo mencionado anteriormente, hay una serie de factores a tener en cuenta a la hora de comprar un colector solar de aire.

Entre ellos se encuentran:

1. Filtro: ¿Hay que cambiarlo?, ¿está el aire limpio?, etc.
2. ¿Hay una válvula anti-retorno que prevenga el reflujo de aire?
3. ¿Qué longitud de tubos se puede instalar?
4. ¿Se puede instalar el colector solar en el tejado?

Válvula anti-retorno es necesario

Si el colector no tiene una válvula anti-retorno, el aire impuro de la casa podría volver al colector, especialmente si está situado a cierta altura del suelo, funcionando de este modo como un extractor de calor. Además del aire de la casa, también podrían entrar insectos.

Todos los colectores solares de SolarVenti constan de una válvula anti-retorno.

¿Los colectores solares pueden proporcionar la presión de aire necesaria?

Cuando la longitud del conducto de ventilación es superior a 1m, es muy importante que el ventilador sea capaz de proporcionar suficiente presión. El caso más complicado es cuando hay que presionar aire caliente hacia abajo, ya que hay que contrarrestar el llamado efecto chimenea. Un SolarVenti puede mover una cantidad de aire respetable a través de un conducto de hasta 3 m, y de hasta 8m con un ventilador in-line.

Colectores solares de aire para la eliminación del gas radón

Es posible eliminar de una casa hasta un 75% del radón, al mismo tiempo que se está secando el sótano u otra habitación similar.

En general, para conseguir eliminar la mayor parte del radón, el colector debe trabajar durante algunos intervalos más de lo que haría en situaciones normales de deshumidificación. En el Apéndice 3 se puede ver la relación entre renovación del aire y reducción de radón. Los datos han sido extraídos de las mediciones realizadas en un número de casas concretas.

Además de la ventilación, es importante que el aire utilizado en el proceso esté libre de partículas de polvo, ya que el radón tiende a fijarse a ellas.

Si se elimina alrededor del 70% de radón en el sótano, los niveles de este gas en la planta baja de la casa también descenderán. Sin embargo, hay que tener la precaución de no crear presión negativa en la casa, ya que esto podría favorecer la entrada de radón.

Por tanto, otra de las ventajas de los colectores solares de aire es que se puede resolver varios problemas al mismo tiempo.

Colectores solares para el secado de cosechas

La lista de los posibles usos del colector solar es muy larga. Así, otra posible aplicación es el secado de cosechas, materia en la que SolarVenti ha estado trabajando durante varios años y para la cual ha desarrollado una serie de soluciones.

Algunas cosechas soportan la temperatura máxima del colector, mientras que para otras es mejor emplear temperaturas más bajas, p.ej. 40°C. Una vez seca, la cosecha puede conservarse hasta 2 años sin tener que hacer nada más, mientras que si no se seca, normalmente se deteriora en poco tiempo.

Si tienes algo concreto en mente, pregunta en SolarVenti sobre las diferentes posibilidades.

La importancia del filtro

Existen diversos motivos:

Con un filtro, el aire que entra del exterior está más limpio, ya que se filtran las partículas de polvo, polen...

Impide la entrada de insectos, evitando además, que el colector se llene de telarañas, etc.

Todos los colectores de SolarVenti incluyen un filtro capaz de retener partículas de polen y de humo. Por otro lado, nuestros filtros no necesitan ser limpiados, ya que aprovechan la energía solar para auto-limpiarse.

Tienen una vida útil de aprox. 15 años.

¿Qué cantidad de agua puede contener el aire a diferentes temperaturas?

Temp. ° C	Humedad relativa									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
+ 50°	8,30 g + 10°	16,60 g + 21°	24,89 g + 28°	33,19 g + 33°	41,49 g + 37°	49,79 g + 40°	58,08 g + 43°	66,38 g + 45°	74,68 g + 48°	82,98 g + 50°
+ 45°	6,54 g + 6°	13,09 g + 17°	19,63 g + 23°	26,18 g + 28°	32,72 g + 32°	39,50 g + 35°	45,81 g + 38°	52,35 g + 41°	58,9 g + 43°	65,44 g + 45°
+ 40°	5,11 g + 3°	10,23 g + 13°	15,34 g + 19°	20,46 g + 24°	25,57 g + 28°	30,68 g + 31°	35,80 g + 33°	40,91 g + 36°	46,03 g + 38°	51,14 g + 40°
+ 35°	3,96 g - 1°	7,92 g + 9°	11,88 g + 15°	15,84 g + 19°	19,80 g + 23°	23,76 g + 26°	27,72 g + 29°	31,68 g + 31°	35,64 g + 33°	39,50 g + 35°
+ 30°	3,04 g - 4°	6,07 g + 5°	9,11 g + 11°	12,14 g + 15°	15,18 g + 19°	18,22 g + 21°	21,25 g + 24°	24,29 g + 26°	27,32 g + 28°	30,36 g + 30°
+ 25°	2,30 g - 8°	4,61 g 0°	6,91 g + 6°	9,22 g + 11°	11,52 g + 14°	13,82 g + 18°	16,13 g + 19°	18,43 g + 21°	20,74 g + 23°	23,04 g + 25°
+ 20°	1,73 g - 11°	3,46 g - 3°	5,19 g + 2°	6,92 g + 6°	8,65 g + 9°	10,37 g + 12°	12,10 g + 14°	13,83 g + 16°	15,56 g + 18°	17,29 g + 20°
+ 15°	1,28 g - 15°	2,56 g - 7°	3,85 g - 2°	5,13 g + 1°	6,41 g + 5°	7,69 g + 7°	8,97 g + 9°	10,26 g + 10°	11,54 g + 12°	12,82 g + 15°
+ 10°	0,94 g - 18°	1,88 g - 11°	2,82 g - 6°	3,76 g - 3°	4,70 g 0°	5,64 g + 1°	6,58 g + 3°	7,52 g + 5°	8,46 g + 7°	9,40 g + 10°
+ 5°	0,68 g - 22°	1,36 g - 14°	2,04 g - 10°	2,72 g - 7°	3,40 g - 4°	4,08 g - 2°	4,76 g 0°	5,44 g + 2°	6,12 g + 3°	6,80 g + 5°
0°	0,48 g	0,97 g	1,45 g	1,94 g	2,42 g	2,90 g	3,39 g	3,87 g	4,36 g	4,84 g

Nota:

La capacidad del aire para absorber agua aumenta exponencialmente para temperaturas superiores a 25°C.

Si se climatiza un sótano frío con aire caliente procedente del exterior sin haberlo calentado previamente, el agua que contiene se condensará en las paredes.

Sin embargo, suponiendo que el aire está a p.ej. 25° C y un 60% de humedad, si lo calentamos hasta 50° C, su capacidad para contener agua aumentará considerablemente, de 14g de agua a 83g.

Además de la temperatura, es importante que el aire salga de la habitación antes de que se condense.

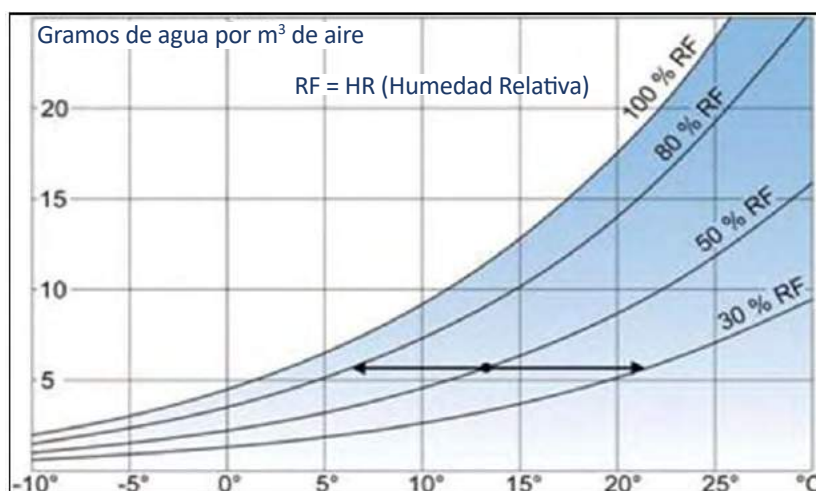


Diagrama de Molière:

Es la forma más común de representar la relación entre humedad y temperatura, aunque muchos probablemente prefieran los diagramas con números.

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY VERIFICATION

DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

ETV Verification Statement

Technology type	Solar air heater
Application	Ventilation, heating, dehumidification of indoor air
Product name	SolarVenti SV14
Company (vendor)	SolarVenti A/S
Website	www.solarventi.dk
E-mail	hjc@solarventi.dk
	Phone +45 86 96 67 00

DANETV, The Danish Centre for Verification of Climate and Environmental Technologies, undertakes independent tests of environmental technologies and monitoring equipment.

DANETV is a co-operation between the following five technological service institutes: DHI, Danish Technological Institute, FORCE Technology, Delta, and AgroTech. DANETV was established with the financial support of the Danish Agency of Science, Technology and Innovation. Information and DANETV documents are available at www.etv-denmark.com.

Verification and tests are planned and conducted in accordance with the guidelines for the ETV Scheme which is currently being established by the European Union.

This verification statement summarizes the results of the ETV test of the SolarVenti SV14 solar air heater.

Technology Descriptions

Open loop solar air heaters are characterized by simple devices which require very little or no maintenance. They usually consist of three major parts: 1) solar air collector, 2) solar cell panel and 3) ventilator with or without a temperature regulated controller.

When the solar cell panel powers the ventilator, cold outdoor air is driven through the solar air collector and thereby heated. Heated air is supplied to a summer house or a garage through a duct whereby the summer house or garage is ventilated, heated, dried or a combination of these (see figure 1).

SolarVenti SV14

Page 1 of 4

Informe de Verificación ETV

Tipo de tecnología: Calefactor solar de aire

Aplicación: Ventilación, calentamiento, deshumificación de aire de interior

Nombre del producto: SolarVenti SV14

Compañía (comerciante): SolarVenti A/S

Página web: www.solarventi.dk

Email: hjc@solarventi.dk

Teléfono: +4586966700

DANETV, El Centro Danés para la Verificación de Tecnologías Ambientales, lleva a cabo pruebas independientes de tecnologías ambientales y control de equipos.

DANETV está constituido por los siguientes cinco institutos de servicios tecnológicos cooperantes: DHI, Danish Technological Institute, FORCE Technology, Delta y AgroTech. DANETV fue creado con el apoyo financiero de la Danish Agency of Science, Technology and Innovation (Agencia Estatal de Investigación e Innovación. Para más información y documentación sobre DANETV, visitar www.etv-denmark.com

Las pruebas y verificación se llevan a cabo en concordancia con lo establecido en las pautas para el Programa ETV, el cual está siendo instituido por la Unión Europea.

Este informe compendia los resultados del test ETV realizado al calefactor solar de aire SolarVenti SV14.

Descripción de la tecnología

Los calefactores solares de aire open-loop se caracterizan por ser dispositivos simples que requieren poco o ningún tipo de mantenimiento. Generalmente se componen de tres partes principales: 1) colector solar de aire, 2) panel solar, 3) ventilador con o sin control regulado por la temperatura.

Cuando el panel solar alimenta al ventilador, el aire frío del exterior pasa a través del colector solar de aire y, de este modo, es calentado. El aire caliente es transportado hasta una casa de verano o hasta un garaje a través de un conducto, por medio del cual la casa de verano o garaje mencionados se ventila, se calienta, se seca o una combinación de todas o alguna de ellas. (véase la figura 1).

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY VERIFICATION

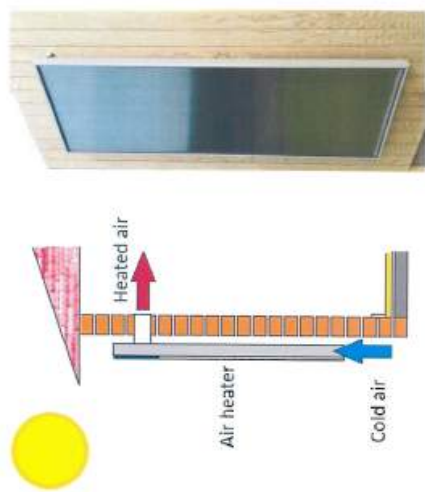


Figure 1: Drawing depicting the function of a solar air heater (left) and the SV14 solar air heater (right).

Application of Technology

The intended application of the tested product is defined in terms of the matrix, the targets and the effects of the product. The matrix is the type of application which the product is intended for, the targets are the measurable properties which are affected by the product, and the effects describe how the targets are affected.

Matrix	Residential houses, summer houses, garages, etc., up to 70 m ²
Targets	Supplementary heating and ventilation
Effects	Improved indoor climate in unheated humid buildings
Exclusions	None

Description of Test

The ETV solar air heater test has been designed to quantify and verify the vendor's claims and to provide an indication of how the solar air heater will perform in an actual application. A test rig was built to simulate real operational conditions comparable to those present when the air heater is mounted vertically on the wall of a house or a garage. A simulation model has been developed to describe the seasonal performance. Establishing the actual performance characteristics of the air heater has a great advantage over laboratory tests with forced ventilation through the solar air heater as the fans are known to be very sensitive to pressure losses, both related to the heater itself and to the downstream hot air channel. Tests of different systems (manufactures and models) are comparable by means of seasonal performance calculations based on data from the test rig and on regional climate data (design reference year data).

SolarVenti SV14

Page 2 of 4

Informe de Verificación ETV

Aplicaciones de la tecnología

El uso, para el cual el producto testado fue diseñado, se definirá en términos de: la matriz, los objetivos y los efectos del producto. La matriz es el tipo de uso para el cual el producto fue diseñado, los objetivos son las propiedades medibles que se ven alteradas por el producto, y los efectos describen la manera en la que los objetivos se ven afectados.

- Matriz: Casas residenciales, casas de verano, garajes, etc., hasta 70m2.
- Objetivos: Calefacción y ventilación suplementarias.
- Efectos: Mejora del clima interior en construcciones húmedas y sin calefacción
- Exclusiones: Ninguna.

Descripción del test

La prueba ETV realizada al calefactor solar de aire ha sido diseñada con el fin de cuantificar y verificar las afirmaciones del comerciante sobre el producto y de orientar sobre el funcionamiento del calefactor solar de aire bajo en una situación real.

Para recrear unas condiciones reales similares a aquellas que se darían cuando el calefactor solar de aire está montado de forma vertical en una pared de una casa o garaje, se construyó una plataforma de pruebas.

Se desarrolló un modelo de simulación para describir el rendimiento estacional.

El establecimiento de las características reales del rendimiento del calefactor de aire supone una gran ventaja sobre las pruebas de laboratorio con ventilación forzada a través del calefactor de aire solar, ya que los ventiladores son muy sensibles a las pérdidas de presión, tanto aquellas relacionadas con el calefactor como con el canal de aire caliente.

Los tests realizados a diferentes sistemas (modelos y manufacturas) son comparables por medio de los cálculos del rendimiento estacional, basados en los datos recabados de la plataforma de pruebas y en datos regionales ambientales (datos del Design Reference Year).

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY VERIFICATION

Verification Results

This section summarizes the results of the test and verification as described in the test report and the verification report, respectively. It is important to note that the results were reached under certain conditions. The test matrix is designed to reflect the conditions in a typical Danish summer house without heating and with moisture problems. Therefore, the results are only valid in relation with installations with no heating from October 15th to April 15th. The effect of the product will vary according to the different applications, settings, environments, locations etc. It will not be possible to achieve the target which has been verified during this process in all installations.

Heating

Energy output (Oct.15 – Apr. 15)

205 kWh

Dehumidification and Ventilation

Avg. ventilation with SV14 (Oct.15 – Apr. 15)

20.4 m³/hr

Avg. ventilation without solar air heater Oct.15 – Apr. 15)

7.0 m³/hr

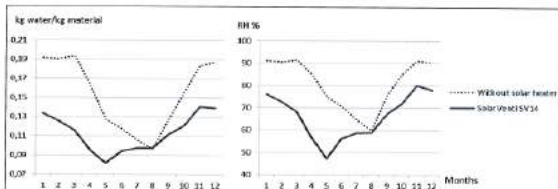


Figure 2: Simulation results showing the hourly variations in temperature and indoor relative humidity in a design reference house with (solid line) and without (dotted line) a DSB2 solar air heater.

It is concluded that the panel increases the average annual ventilation and provides extra heating of the house. This combined lowers the relative humidity of the air in the house and results in lower water content in the wooden material in the house.

The high relative humidity observed during wintertime > 80 % and the high water content in the wooden material of the house > 18 % increase the risk of mold growth. Based on the calculated values, the unventilated house has an average to high risk of mold growth. The installation of the solar heater lowers the water content of the wooden materials to values lower than 15 % (0.15 kg/kg). This reduces the risk of mold growth. Based on the classification in "By og Byg Anvisning 204 – Undersøgelse og vurdering af fugt og skimmelsvampe i bygninger (Investigation and Assessment of humidity and mold in Buildings)", the risk of mold is now to be considered a minor risk. This leads to the conclusion that the solar panel improves the indoor climate of the specific model house.

It is important to acknowledge that this is an overall consideration and that the risk of mold growth to a great extent depends on the specific construction, e.g. local thermal bridges may lead to high condensation which may increase the risk locally. It is also important to acknowledge that the model house has to be considered as a humid house with a high moisture load. The solar panel has the potential to lower the humidity, but whether the moisture is lowered enough to give a significant indoor climate improvement may differ in a

SolarVenti SV14

Page 3 of 4

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY VERIFICATION

particular house. However, the present model house is dimensioned to represent an average summer house with respect to Danish building habits but with moisture problems.

Quality Assurance

Tests and verification have been performed according to the DANETV Quality Manual. As part of the quality assurance, two technical experts have reviewed the planning, conducting and reporting of the verification and tests. There have been no deviations from the test plan.

	12/11-2013		12/11-2013
Signed by Claus S. Poulsen Test Centre Management Representative	Date	Signed by Bjarke Paaske Verification Responsible	Date

NOTICE: ETV verifications are based on an evaluation of technology performance under specific, predetermined operational conditions and parameters and the appropriate quality assurance procedures. DANETV and DTI make no expressed or implied warranties as to the performance of the technology and do not certify that a technology will always operate as verified. The end-user is solely responsible for complying with any and all applicable regulatory requirements.

Es importante reconocer que se trata de una valoración general y que el riesgo de aparición de moho depende en gran medida de la construcción en cuestión, por ejemplo, los puentes termales locales pueden causar alta condensación, lo que puede incrementar el riesgo localmente. Asimismo, es importante tener en cuenta que nuestro modelo de casa tiene una humedad alta. El panel solar tiene la capacidad de reducir la humedad, pero que los niveles de humedad decrezcan lo suficiente como para crear una mejora significativa en el clima interior, puede variar de vivienda a vivienda. No obstante, el presente modelo de casa posee unas dimensiones que representan una casa de verano estándar con respecto a las costumbres danesas en términos de construcción, pero que presenta problemas de humedad.

Garantía de calidad

Los tests y verificación se han realizado en concordancia con el Manual de Calidad DANETV.

Como parte de la garantía de calidad, dos expertos técnicos han revisado la planificación, realización y redacción de los informes de la verificación y los tests. No ha habido ninguna desviación del plan de pruebas.

ATENCIÓN: Las verificaciones ETV se basan en una evaluación del rendimiento tecnológico bajo unas condiciones y parámetros operacionales específicos y predeterminados, así como en los procedimientos apropiados de garantía de calidad. DANETV y DTI no establece garantía alguna, explícita o implícita, con respecto al funcionamiento de la tecnología, y no certifica que la tecnología siempre operará de la manera en la que se ha verificado. El usuario final es el único responsable de obedecer todos y cada uno de los requerimientos normativos aplicables.

Verificación de los resultados

En esta sección se resumen los resultados del test y verificación, tal y como se describen en el informe del test y de la verificación, respectivamente.

La matriz de pruebas está diseñada para reflejar las condiciones típicas en una casa de verano danesa sin calefacción y con problemas de humedad. Por este motivo, los resultados son relevantes únicamente para instalaciones sin calefacción durante el periodo del 15 de octubre al 15 de abril. El efecto del producto será, por tanto, variable, según sea su uso, ubicación, entorno, etc. No será posible conseguir el objetivo verificado durante este proceso en todas las instalaciones.

Calefacción

Producción energética (15 octubre– 15 abril): 205 kWh

Deshumidificación y ventilación

Ventilación promedio con el SV14 (15 octubre– 15 abril): 20,4m³/h

Ventilación promedio sin un calefactor solar de aire (15 octubre– 15 abril): 7,0m³/h

Figura 2: Resultados de la simulación que muestran la humedad relativa interior y las variaciones de temperatura cada hora durante un año con (línea rellena) y sin (línea de puntos) un calefactor solar de aire DSB2.

Se puede concluir que el panel incrementa el promedio anual de ventilación, además de proveer de calefacción extra en la casa. Esto, conjuntamente, reduce la humedad relativa del aire en la casa, lo que resulta en una cantidad de agua menor contenida en los materiales de madera de la casa.

La alta humedad relativa observada durante los meses de invierno (+80%) junto con el alto contenido de agua en las maderas (+18%) incrementa el riesgo de aparición de moho. Basándonos en los valores obtenidos, la casa sin ventilación tiene un alto riesgo de formación de moho. La instalación del calefactor solar disminuye el contenido de agua en los materiales de madera hasta valores por debajo del 15% (0,15kg/kg), lo cual reduce el riesgo de formación de moho. Con estos valores y basándonos en la clasificación que hace "By og Byg Anvisning 204 – Undersøgelse og vurdering af fugt og skimmelsvampe i bygninger (Investigación y valoración de la humedad y moho en edificios)", el riesgo de moho es, ahora, un riesgo menor. Esto lleva a la conclusión que el panel solar mejora el clima de interior de la casa utilizada como modelo.

Sobre el Gas Radón y SolarVenti



Está ampliamente reconocido que la ventilación reduce las concentraciones de radón.

Los niveles de radón aumentan con las bajas presiones. Por este motivo, es importante no crear presión negativa cuando se está ventilando.

La ventilación es costosa en dinero y calor, pero con SolarVenti puedes conseguir aire fresco y calor a un precio económico.

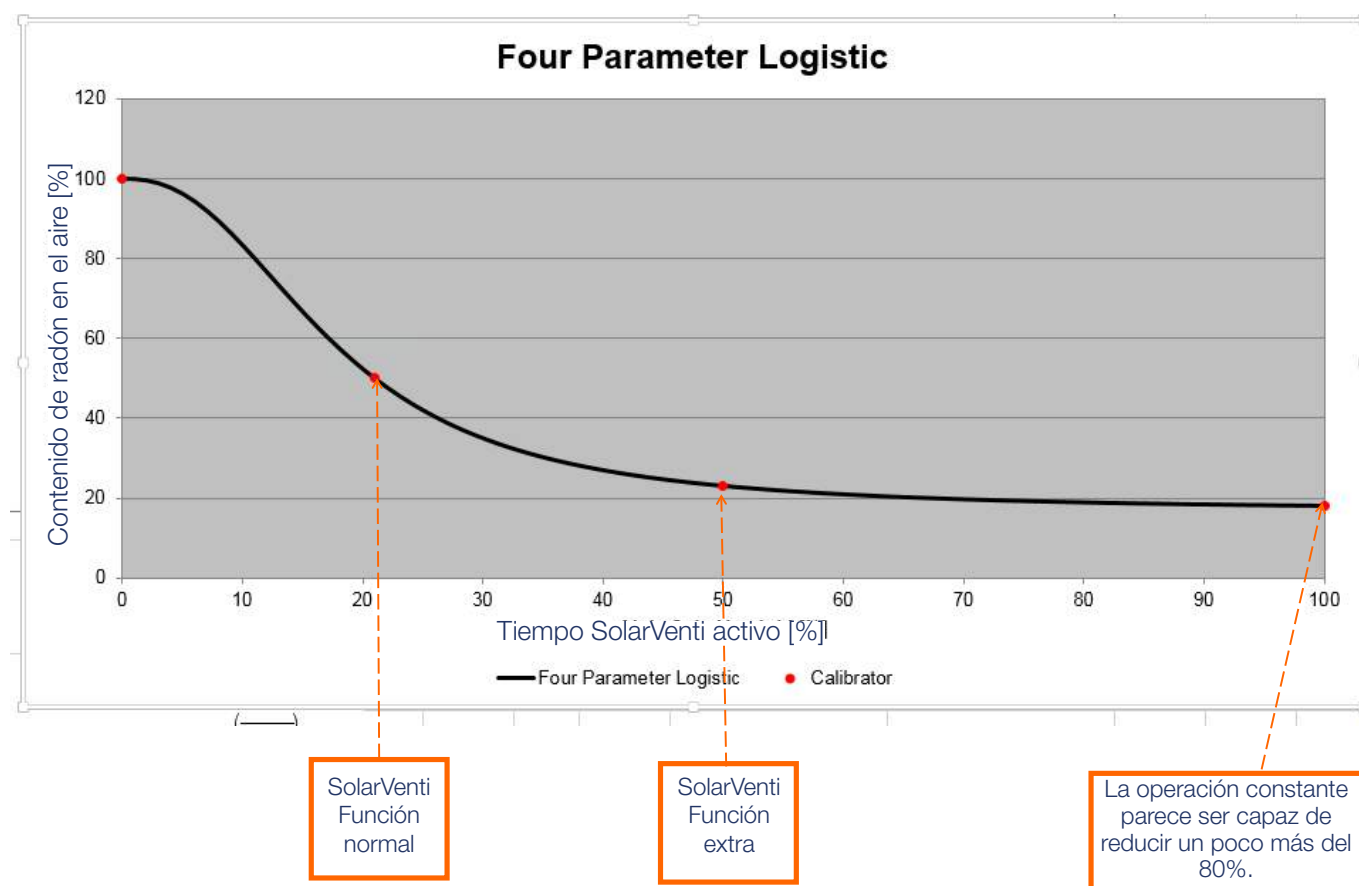
En la tabla de abajo se puede observar los resultados de las concentraciones de radón obtenidos al variar el tiempo de funcionamiento de nuestros ventiladores integrados.

Cuando el panel de SolarVenti está funcionando durante las horas de sol, las mediciones muestran una reducción en los niveles de radón de un 50%.

Si el panel está en funcionamiento algunas horas más, un 75% de radón será eliminado.

A partir de esa concentración, es difícil reducir los niveles de radón aún más, aunque no imposible.

Tanto Gas Radón es eliminado.



Cuando se usa ventilación en la eliminación de radón en sótanos, es importante tener cuidado de no crear un problema de humedad al mismo tiempo.

Es precisamente esto lo que nos distingue en SolarVenti: ser capaces de eliminar la humedad en los sótanos a la vez que se suministra calor.

Por esta razón, SolarVenti es la solución ideal para acabar con la mayoría de las humedades y del radón simultáneamente.

Las mediciones han sido tomadas de un número reducido de casos. Por otro lado, las condiciones pueden variar enormemente de casa a casa. Por eso, no es posible asegurar que sean aplicables en otras situaciones.

Además, siempre deben realizarse mediciones extras, conociendo los efectos en cada caso.

Consejos generales antes de adquirir un sistema de ventilación solar.

Dimensionamiento de sistemas SV para viviendas y sótanos.

General:

En principio, ningún colector solar de aire es demasiado potente, y que no hay riesgo de incendio y siempre se puede desconectar.

Es difícil proporcionar a priori un tamaño exacto que se adecúe a un número de metros cuadrados determinado, ya que la elección también dependerá de las condiciones de la construcción, las cuales pueden ser muy variadas. No obstante, siempre que sea posible (arquitectónica y económicamente) se recomienda elegir un modelo de colector, si acaso mayor, pero nunca menor.

Casas húmedas y sin calefacción, garajes, etc. (Se siguen las especificaciones estándar de los folletos)

El tamaño del sistema de ventilación debe ser mayor si:

1. Los niveles de humedad de la casa son muy altos.
2. El techo llega directamente al tejado – el sistema debe renovar el aire como mínimo una vez cada hora y media.
3. La casa está a la sombra.
4. Los coches entran húmedos en el garaje con frecuencia.
5. Además de deshumificación, se quiere calefacción suplementaria.

Sótanos sin calefacción (Se siguen las especificaciones estándar de los folletos)

El tamaño del sistema de ventilación debe ser mayor si:

1. Los niveles de humedad son muy altos.
2. Se secan objetos mojados, p.ej, ropas.
3. Entra directamente agua que no se puede drenar.
4. Además de deshumificación, se quiere calefacción suplementaria.
5. Se requiere que el ventilador funcione durante periodos más largos, p.ej., para la eliminación de radón. (temporizador)
6. La renovación del aire debe ser de mínimo una vez por hora.

Combinación con una bomba de calor:

Los colectores solares de aire se pueden combinar perfectamente con una bomba de calor. Puesto que éstos generalmente no cuentan con un sistema de renovación del aire de la casa, su combinación con un colector de aire es ideal. En las casas de verano es posible reducir el funcionamiento de la bomba de calor significativamente, por ejemplo, limitando su actividad exclusivamente a la protección contra heladas, o apagándolo completamente cuando no estamos en la casa.

Casas y sótanos con calefacción:

Cuanto más grande sea la instalación, más ventilación proporcionará y más se ahorrará en calor.

Si además de como sistema de ventilación se quiere usar el colector como fuente extra de calefacción, es necesario instalar un panel solar que sea, al menos, el doble de grande de lo que normalmente se emplearía en una casa de verano cuando solo se usaría para ventilación. Igualmente hay que reducir la velocidad del aire en el colector para que su temperatura al entrar en la casa sea mayor.

Con frecuencia, se ven anunciados colectores solares de aire que calientan el aire antiguo e impuro de la casa, lo cual es nocivo para la salud y no son adecuados para la eliminación de humedad. Por tanto, a parte de un ahorro mínimo en calor, es difícil encontrar alguna otra ventaja que presente este tipo de colector y especialmente para la salud.

12 razones para no reutilizar el aire:

Vease apéndice 4 - 2

12 razones para no reutilizar el aire:

Con una pequeña intervención, Solarventi podría calentar el aire recirculado, pero existen 12 razones para no reutilizar el aire:

1. El aire fresco es necesario de todas maneras y no se debe reducir.
2. Los mejores resultados en la reducción de humedad durante todo el año se obtienen con el uso de aire fresco.
3. Los filtros de SolarVenti pueden durar de 15 a 20 años si se utiliza aire fresco para su auto-limpieza. En muchos colectores baratos, el aire que se recoge no se filtra, lo que se traduce en un tiempo de vida útil más corto.
4. Lo que se ahorra en calor al reutilizar el aire es mínimo, ya que la efectividad del colector solar disminuye.
5. Además, una cantidad importante del calor procede de la deshumidificación de la construcción con aire fresco.
6. La reutilización del aire no deshumidifica, sino que aumenta la cantidad de sustancias nocivas en un espacio pobre en oxígeno.
7. El aire reutilizado no es saludable para la casa y sus habitantes.
8. El rendimiento del colector solar es más alto cuando no se recicla el aire.
9. El aire reutilizado proporciona las condiciones idóneas para la proliferación de moho, al contrario que el aire renovado.
10. El moho puede ser la causa de enfermedades como el asma.
11. Para reutilizar el aire, es necesario hacer dos agujeros en la pared, mientras que sólo uno con un SolarVenti.
12. Los colectores de SolarVenti se pueden instalar en el tejado, mientras que es casi imposible si el colector reutiliza el aire.

Sobre la utilización de la placa aislante de policarbonato:

SolarVenti emplea policarbonato aislante para conservar mejor el calor producido.

El policarbonato tiene una resistencia a la tracción aprox. 250 veces mayor que el cristal, y sus cualidades térmicas son aprox. un 40% mejores que las de éste último.

<http://www.regal-plastics.com/polycarbonate.html>

El panel solar se hace más ligero y el cristal no se rompe.

Se pueden hacer paneles solares más grandes y más eficaces.

Con una capa de cristal, el calor se pierde más rápido. Asimismo, una capa de cristal se calienta mucho exteriormente. A una temperatura exterior de 22 grados, se midieron 28 grados en la placa PC y, 38 grados, en una capa de cristal, siendo la incidencia de los rayos solares oblicua.

Combinar cristal y recirculación es doblemente absurdo.

1. Se producirá una autocirculación durante toda la noche al panel solar, lo que supondrá una gran pérdida de calor si no se cierran las válvulas.
2. El panel solar se enfriará más de lo normal al emitir radiación al espacio, lo cual no será de utilidad a menos que se quiera utilizar para el funcionamiento de una nevera (durante la noche), etc..

**SolarVenti® está científicamente
probado y certificado por:**



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Fraunhofer

