



Herramientas Técnicas para la implementación de medidas por los grupos SPIN

Ventilación y refrigeración eficiente

Julio 2016



Co-funded by European Union

Autor:

Escan, s.l.
Avda. El Ferrol 14
Madrid 28029 Spain
escan@escansa.com

**Basada en la herramienta elaborada por:**

Factor 4 - Bélgica

Grazer Energieagentur GmbH
Kaiserfeldgasse 13/1
A-8010 Graz
ungerboeck@grazer-ea.at

Este documento ha sido elaborado dentro del proyecto *Energy Performance Contracting Plus(EPC+)* y está disponible en la web del mismo.

www.epcplus.org

Task: 4.2.

Deliverable: 4.2.



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación de la Unión Europea Horizonte 2020 en virtud del acuerdo N° 649666. El contenido incluido aquí refleja únicamente la opinión de los autores y la EASME no es responsable de cualquier uso que se pueda hacer de la información que contiene..

Content

Content.....	3
1. Descripción general	4
2. Conjunto de herramientas.....	5
2.1. Ventilacion y refrigeración eficiente	6
2.1.1. Descripción técnica.....	6
2.1.2. Método de cálculo.....	8
2.1.3. Opciones de medida & verificación para evaluar el ahorro segun el prvisto Ahorro garantizado	9

1. Descripción general

Uno de los objetivos del proyecto EPC+ consiste en la estandarización de mejoras eficiencia energética y energías renovables para que puedan ser utilizadas por las empresas y los miembros de cada clúster y de este modo reducir el tiempo y costes de su implantación.

Con este fin, se han elaborado una serie de herramientas que pueden servir de guía para los proveedores de servicios EPC + (parámetros de diseño, métodos de cálculo, procedimiento), y estableciendo además, cuando es posible, estándares para la medición y verificación de los ahorros.

Cada una de las medidas se describe de forma general, además se definen los parámetros de diseño, posibilidades de aplicación y, por último los casos en que la medida específica no sea aplicable.

Método de cálculo

También se indican métodos de cálculo de la medida a implantar y cálculos de los ahorros energéticos, generación con renovables, operación y mantenimiento. Se expondrá una herramienta de cálculo de código abierto que pueda ser utilizada de forma sencilla para obtener los principales valores técnicos y económicos del proyecto.

Flujo del proceso

Debido a los diferentes actores e interfaces de comunicación, se han elaborado diagramas de flujo para facilitar la comprensión del proceso a seguir para realizar cada una de las mejoras.

En este documento se incluye la herramienta de mejora al incluir ventilación o refrigeración eficiente nocturna.

2. Conjunto de herramientas

Todas las medidas se describen de forma general y en detalle. Las medidas están categorizadas en eficiencia energética y energías renovables:

Medidas de eficiencia energética:

1. Alumbrado interior: alumbrado LED + sistema de control
2. Equilibrado hidráulico del sistema de calefacción
3. Modernización de bombas de circulación
4. Modernización de motores eléctricos
- 5. Ventilación o refrigeración eficiente**
6. Sistemas de control HVAC, incluyendo la integración de calderas
7. Programadores de sistemas de gestión para edificios (BMS)
8. Renovación/sustitución de calderas de calefacción
9. Ventanas
10. Recuperación de calor

Medidas de energías renovables:

1. Solar térmica para ACS
2. Sistemas de calefacción con biomasa
3. CHP
4. Paneles fotovoltaicos
5. Energía eólica
6. Bombas de calor

2.1. Ventilación y refrigeración eficiente

2.1.1. Descripción técnica

Un enfoque común para la refrigeración de edificios en el pasado ha sido la de confiar en el aire acondicionado. Sin embargo, el uso de la refrigeración mecánica, y en particular el uso del aire acondicionado, puede ser intensivo con altos niveles asociados de dióxido de carbono (CO₂) y la salida de calor importante (que a su vez puede incrementar o sobrecalentar áreas)¹, es decir zonas urbanas con densidades elevadas de energía.

Existen varias opciones técnicas para reducir la necesidad de refrigeración con instalaciones de aire acondicionado normales. En este documento se discutirá una opción técnica particular: enfriamiento nocturno. La refrigeración nocturna es una técnica que ayuda a disipar el calor de los edificios durante el período nocturno.

El enfriamiento nocturno (también conocido como la ventilación nocturna, purga nocturna o night flushing) es una estrategia de refrigeración pasiva o semi-pasiva que requiere un aumento de la circulación del aire en la noche para pre-enfriar los elementos estructurales de un edificio.

A diferencia del free cooling, que ayuda en la refrigeración por agua para fines de climatización clásicos, enfriamiento durante la noche se enfría la masa térmica de un edificio. Durante el día, la estructura del edificio actúa como un sumidero y absorbe las ganancias de calor internas de los ocupantes, equipo, radiación solar, etc. Por la noche, cuando el aire exterior es más fresco y el aire no es demasiado húmedo, se abre la envolvente del edificio, lo que permite aire más frío pase a través del edificio, para que el calor se pueda disipar de la estructura por la pérdida de calor por convección. Este proceso reduce la temperatura del aire interior y de la masa térmica en el interior del edificio, lo que permite por convección, y el enfriamiento radiante conductora que tenga lugar durante el día cuando el edificio está ocupado.

1. **Natural** night cooling can occur by opening windows at night, letting wind-driven or buoyancy-driven airflow cool the space, and then closing windows during the day.
2. **Mechanical** night cooling can occur by forcing air mechanically through ventilation ducts at night at a high airflow rate and supplying air to the space during the day.
3. **Mixed-mode** night cooling can occur through a combination of natural ventilation and mechanical ventilation, also known as mixed-mode ventilation, by using fans to assist the natural night time airflow.

- *Parámetros de diseño*

¹ Islington, Low energy cooling, Good practice guide 5.

A fin de permitir el flujo nocturno de aire ambiente frío a través de un edificio, existen básicamente 2 opciones: convección natural o mecánica. Los parámetros de diseño específicos se discuten en las siguientes secciones.

- ***Condiciones favorables***

- Edificios con una gran carga térmica (normalmente relacionado con masa térmica elevada, por ejemplo edificios realizados con cemento o piedra que permiten almacenar el frío de la noche fácilmente.
- La refrigeración nocturna es más eficaz en climas con una gran diferencia entre la temperatura exterior máxima diaria y la temperatura exterior mínima diaria. Para un rendimiento óptimo, la temperatura del aire exterior durante la noche debe caer por debajo de los límites de la zona de confort durante el día de 22 ° C y 60 % de humedad relativa.
- Este tipo de refrigeración también puede ser parte de una estrategia de enfriamiento de edificios mediante la creación de un cambio en la carga pico de energía. La energía es más cara durante el día. Mediante la implementación del enfriamiento durante la noche, el uso de la ventilación mecánica se reduce durante el día, lo que lleva a un ahorro de energía y dinero.

- ***Condiciones no favorables***

- Los edificios que tienen una masa térmica baja, por ejemplo, edificios de madera.
- Los edificios situados en zonas donde la contaminación del aire es un problema, no permitiendo el libre - el flujo de aire a través de un edificio - incondicionado .
- Los edificios situados en zonas donde los insectos transmitidos por el aire pueden contaminar un edificio junto con el flujo de aire condicionado.
- Los edificios situados en zonas ruidosas. Esto sólo se aplica si el edificio está ocupado durante las horas en que se está flushed volcando un edificio .
- Para el enfriamiento natural de la noche, el proceso de apertura y cierre de ventanas manualmente todos los días puede ser tedioso, especialmente en presencia de mosquiteras. Este problema se puede aliviar con ventanas automatizadas o rejillas de ventilación.
- Los edificios que son demasiado compartimentados para permitir un proceso de flujo demasiado suave noche.

2.1.2. Método de cálculo

2.1.2.1. Ahorros esperados

La ventilación y refrigeración nocturna permite reducir el tiempo de funcionamiento de un sistema de refrigeración HVAC clásico. Como tal, el enfriamiento nocturno no sustituye la demanda total de un sistema de refrigeración de HVAC clásico. Si un edificio se ventila a fondo con el aire ambiente frío durante la noche la necesidad de enfriamiento puede ser varias horas, por ejemplo, el sistema de refrigeración puede tener que ser activado a las 11:00 o 12:00 a.m. en lugar del habitual 08 a.m. En otras palabras, los ahorros pueden ser expresados en un tiempo de funcionamiento más corto de la función de refrigeración de un sistema HVAC.

2.1.2.2. Costes de inversión

A fin de permitir el flujo nocturno de aire frío del ambientea través de un edificio, existen 2 opciones: convección natural o mecánica. La primera opción no requiere ventiladores eléctricos para ser instalado/activado, pero aún rnecesita ajustes en el edificio para que el proceso sea efectivo, ejemplo, apertura automática de ventanas o válvulas. En caso de ventilación mecánica , el proceso se puede implementar mediante el ajuste de los parámetros de ventilación del sistema de climatización clásico que ya está en marcha.

De todos modos, para cada edificio se requerirá un enfoque diferente y “hecho a medida”, lo que significa que no hay niveles de costes de referencia que puedan ser inclñuidos dentro del alcance de esta herramienta.

2.1.2.3. Costes de funcionamiento

El desglose de los gastos de funcionamiento tiene dos elementos: Costes de operación y costes de mantenimiento.

Los costes de operación dependen de la opción seleccionada: la ventilación mecánica con ventiladores consume electricidad, mientras que la ventilación natural no requiere de ventiladores. Los costes de mantenimiento de una u otra opción son menores, pero aún requieren regular la comprobación de que el proceso no es obstruido por el mal funcionamiento de las válvulas o las rejillas de entrada se bloquean. El coste de mantenimiento se estima como un porcentaje menor de los costes de mantenimiento regulares HVAC.

2.1.2.4. Duración y costes de sustitución

La expectativa de vida de una instalación de ventilación mecánica, en inglés *mechanical flushing* se correlaciona con la vida útil de un sistema de climatización, que se estima en unos 20 años.

La expectativa de vida de una de *natural flushing* se correlaciona con la duración de la vida de las válvulas (automáticos) y las palanca, que se estima también en 20 años. Además, durante el último período, uno debe estar alerta que, debido a la posible restauración funcional del edificio, el lavado rutas permanecen intactos, y no quedar obstruido por las nuevas paredes de separación, etc.

2.1.2.5. TIR y VAN

Para realizar el análisis del *discounted cash flow* mediante el cálculo de la Tasa interna de retorno (TIR) y también el cálculo del VAN, herramientas elaboradas en el contexto del proyecto pueden ser utilizadas, www.epcplus.org/energy-service-packages/.

Se deben considerar los parámetros siguientes:

1. *Loan Amortization (€/year)*
2. *Debt repayment (€/year)*
3. *Interest paid (€/year)*
4. *Remaining amount (€/year)*
5. *Cash flow (€/year)*
6. *Cumulative present value (€/year)*
7. *Internal Rate of Return*

2.1.3. Opciones de medida & verificación para evaluar el ahorro según estimaciones de ahorro garantizado²

El proyecto EPC+ se focaliza en medidas de eficiencia energética para Pymes. Esto no permite procedimientos de M&V extensivos.

² Criterias: minimum effort, but still a proper qualitative proof for solid implementation and a considering performance, not installation only

Así, podemos deducir que un equilibrio o un balance entre usar datos suficientes y también safeguarding the cost-effectiveness of the data gathering process.

Se recomienda la opción B del Protocolo IPMVP: Método de aislamiento, en donde tanto el rendimiento 'performance' como el tiempo de funcionamiento 'operating time' se toman en cuenta para calcular el Ahorro de la mejora energética.

2.1.3.1. *Datos para ser medido en el escenario de referencia:*

Los siguientes datos serán utilizados y deberían estar disponibles de un año completo:

- Consumo nominal de electricidad de frío de un sistema clásico HVAC.
- Tiempo de operación del sistema HVAC.
- Cooling Degree Day durante el period de referencia.
- Set points of the cooling system (i.e. indoor comfort parameters).

En el caso de cambios funcionales en la ocupación del edificio, estos se deben considerar y ser documentados.

Idealmente, la información del nivel de confort del interior del edificio debería estar disponible así como cualquier comfort complaints ?

2.1.3.2. *Datos a ser medidos en el escenario objetivo: night cooling*

Para un escenadrio objetivo se recomienda medir los siguientes datos:

- Consumo nominal de electricidad de la parte de frío del sistema HVAC clásico.
- Tiempo de operación del sistema clásico de HVAC.
- Grados- dia de frio *Cooling Degree Days* durante el period de medida.
- Setting points del sistema de frío (i.e. parámetros de confort del interior).
- Para la ventilacion mixta: medir el consumo de electricidad de los ventiladores que impulsan el aire frío del edificio.

Cambios funcionales en la ocupación del edificio tienen que ser grabados así como feedback en relación al nivel de confort (si procede).