



# GeoEner<sup>2012</sup>

Madrid 25-26 de Abril de 2012

III CONGRESO de Energía Geotérmica  
en la EDIFICACIÓN Y LA INDUSTRIA

Aproximación al valor del rendimiento medio estacional (SPF) a partir del COP de diseño obtenido por el método IGSHPA para la determinación de la contribución de energía renovable de las bombas de calor geotérmicas

Miguel Zamora García



Fundación  
de la Energía  
de la  
Comunidad  
de Madrid



Comunidad de Madrid

# Índice

1

**PUNTO 1** ENERGÍA RENOVABLE APORTADA POR LAS BC

2

**PUNTO 2** RENDIMIENTO DE DISEÑO COMO APROXIMACIÓN AL SPF

## ENERGÍA RENOVABLE APORTADA POR LAS BCG

- La Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables considera el calor extraído del foco frío por las bombas de calor geotérmicas, hidrotérmicas y aerotérmicas como energía renovable

$$E_{RES} = Q_{usable} \left( 1 - \frac{1}{SPF} \right)$$

- Debemos entender que el SPF debe hacer referencia al rendimiento medio estacional de la instalación proyectada, incluyendo la bomba de calor y sus equipos auxiliares y sirviendo al edificio concreto del proyecto
- El SPF se calculará por simulación energética

# EL RENDIMIENTO DE DISEÑO COMO APROXIMACIÓN AL SPF

- Los proyectistas centran sus recursos y esfuerzos en el diseño de la instalación, empleando la máxima de la ingeniería de abordar el cálculo con un criterio de seguridad adecuado
- El método IGSHPA desarrollado por la Universidad de Oklahoma, ha probado su validez como técnica de diseño en multitud de instalaciones por todo el mundo
- La simulación energética, en instalaciones menores, puede resultar costosa, sobretodo en etapas de ante-proyecto

# EL RENDIMIENTO DE DISEÑO COMO APROXIMACIÓN AL SPF

- El rendimiento de diseño calculado por el método IGSHPA es una cota inferior del SPF
- Puede obtenerse un valor corregido aún más del lado de la seguridad empleado una corrección por funcionamiento a carga parcial:

$$PLR = Fu_t = \frac{D_t}{Pc}$$

$Fu_t$ : Factor de uso o grado de carga parcial en cada instante

$D_t$ : Demanda térmica a satisfacer en cada instante [kW]

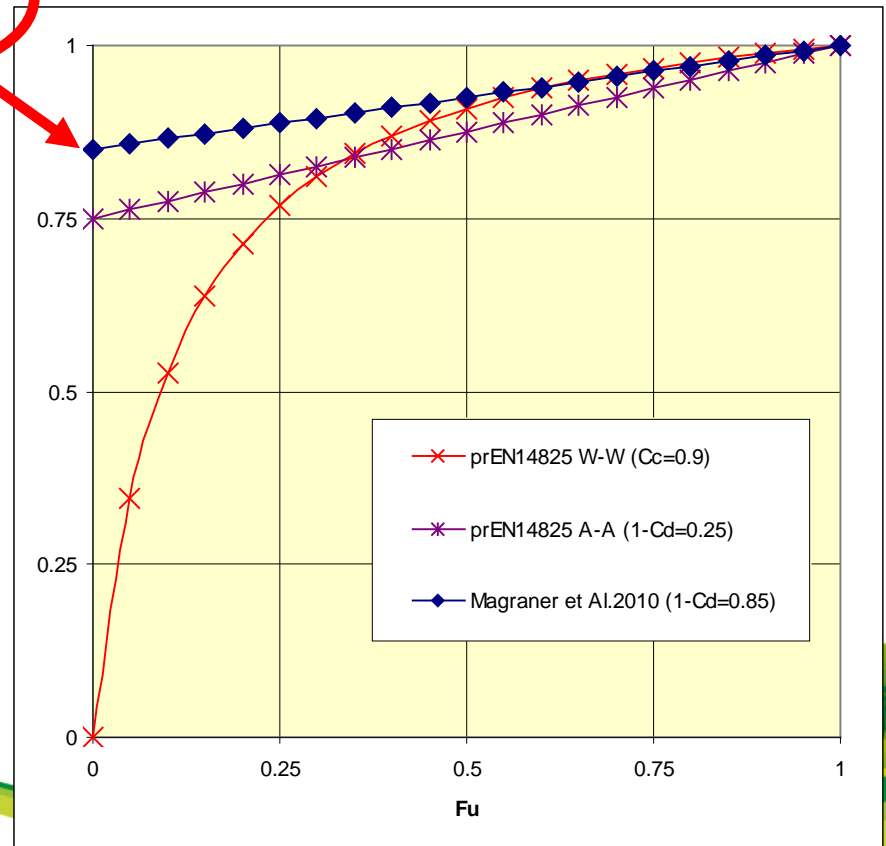
$Pc$ : Potencia calorífica de diseño o potencia pico [kW]

# EL RENDIMIENTO DE DISEÑO COMO APROXIMACIÓN AL SPF

Admitiendo separación de variables:  $COP(T^{as}, Fu) = COP(T^a s) * f(Fu)$

$$COP(T^{as}, Fu)_{min} = COP(T^a s)_{min} * f(Fu) |_{min}$$

$COP(T^a s)_{min} = COP_{min}$  mínimo calculado por el método IGSHPA



# EL RENDIMIENTO DE DISEÑO COMO APROXIMACIÓN AL SPF

$$SPF = \frac{\int D_t \cdot dt}{\int Pa_t \cdot dt}$$

$Pa_t$ : Potencia absorbida (consumo) por el equipo en cada instante [kW]

$$SPF_{min} = \frac{\int D_t \cdot dt}{\int Pa_{max t} \cdot dt} = \frac{\int Pc \cdot Fu_t \cdot dt}{\int \frac{D_t}{COP_{min} \cdot f(Fu_t)|_{min}} dt} = \frac{Pc \cdot \int Fu_t \cdot dt}{\int \frac{Pc \cdot Fu_t}{COP_{min} \cdot f(Fu_t)|_{min}} dt} = COP_{min} \cdot f(Fu_t)|_{min} \frac{\int Fu_t \cdot dt}{\int Fu_t \cdot dt}$$

$$SPF_{min} = COP_{min} \cdot f(Fu_t)|_{min}$$

# EL RENDIMIENTO DE DISEÑO COMO APROXIMACIÓN AL SPF

- ¿Incluye el SPF los consumos de las bombas de circulación interiores?
- El COPmin calculado por el método IGSHPA puede modificarse incorporando el consumo de bombeo de la siguiente forma simplificada:

$$COP = \frac{P_c}{P_a} = \frac{P_c}{P_{a_{comp}} + P_{a_{bomb}}}$$

$$\frac{1}{COP} = \frac{P_a}{P_c} = \frac{P_{a_{comp}} + P_{a_{bomb}}}{P_c} = \frac{1}{COP_{comp}} + \frac{\alpha}{COP_{comp}}$$

$$COP = COP_{comp} \cdot \frac{1}{1 + \alpha} \quad \alpha = \frac{P_{a_{bomb}}}{P_{a_{comp}}}$$



## CONCLUSIONES

- El valor del rendimiento de diseño calculado por el método IGHSPA es un valor suficientemente conservador para el dato del rendimiento medio estacional SPF de una instalación de bomba de calor geotérmica
- A partir de ese valor, la nueva directiva de fomento de las energías renovables permite calcular la contribución renovable de la instalación geotérmica
- Si se precisa, puede obtenerse de forma sencilla una cota inferior aplicando la corrección por carga parcial
- Igualmente, puede incluirse el consumo de las bombas de circulación, para reducir aún más dicho cómputo



# GeoEner<sup>2012</sup>

Madrid 25-26 de Abril de 2012

III CONGRESO de Energía Geotérmica  
en la EDIFICACIÓN Y LA INDUSTRIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Fundación  
de la Energía  
de la  
Comunidad  
de Madrid



Comunidad de Madrid