



Mediciones Comparativas y Modelo Térmico de Artefactos de Calefacción a Gas Natural y Eléctricos”

Fabián Hormazábal P., M.Sc.
Subgerente Área Energía Sustentable

Santiago, 25 de Julio de 2013

Índice

Introducción

Objetivos

Alcances

Resultados

- Temperatura Alcanzada
- Estratificación de temperatura
- Calentamiento: Tiempo, Costo y Huella de carbono
- Mantenimiento de temperatura: Tiempo, Costo y Huella de carbono

Conclusiones

Introducción

Usuarios cuentan con poca información sobre qué artefactos son más adecuados para calefaccionar sus hogares

En general “se habla” de que un artefacto calefacciona “XXm²”, sin especificarse bajo qué condiciones

Los consumidores tienden a creer que existe “la” mejor alternativa de calefacción

En este estudio se compara el costo de calefaccionar usando Electricidad y Gas Natural, además de algunas variables de desempeño térmico, bajo condiciones específicas

Objetivos

Realizar mediciones experimentales que permitan comparar algunos artefactos de calefacción Eléctricos y a Gas Natural

Elaborar un modelo térmico simplificado para estimar, comparativamente, costos de calentamiento, mantención de temperatura y huella de carbono al utilizar un artefacto de calefacción en un recinto hipotético con tamaño variable, bajo condiciones térmicas fijas y considerando precios del Gas Natural y Electricidad tanto en Santiago como Valparaíso

Alcances

Los valores son solo referenciales . En ningún caso predicen de manera exacta el consumo real de energía de los artefactos ni el costo de por utilización de los mismos

El modelo térmico no representa una vivienda real, sino solamente estandarizar algunas variables que intervienen en la calefacción de un recinto

Los artefactos ensayados fueron escogidos por la Asociación de Distribuidores de Gas Natural, en base a la oferta disponible en los principales canales del retail

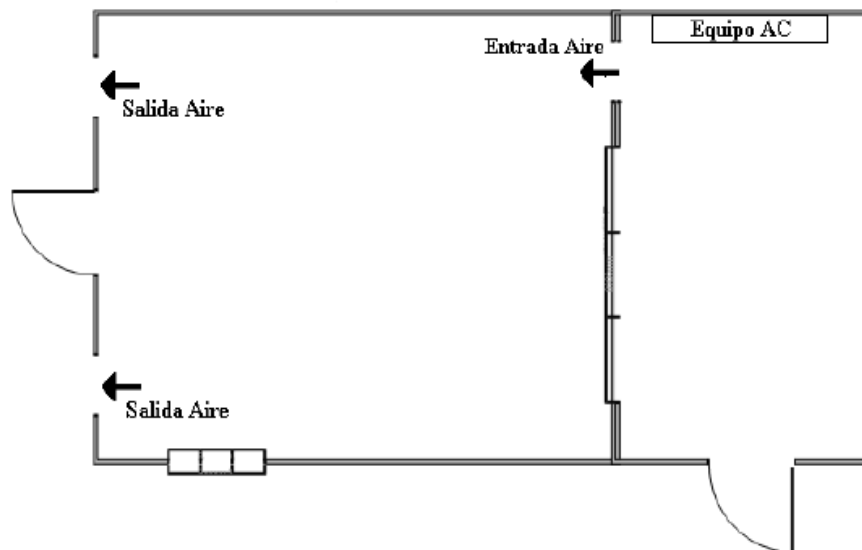
Los precios del Gas Natural y Electricidad corresponden a lo informado públicamente por Metrogas, GasValpo, Chilectra y Chilquinta, vigentes al 17 de Junio de 2013

Mediciones

Se ensayaron 13 artefactos de calefacción nuevos, Eléctricos y a Gas Natural

Se utilizó una cámara de ensayos con 21 sensores de temperatura en su interior

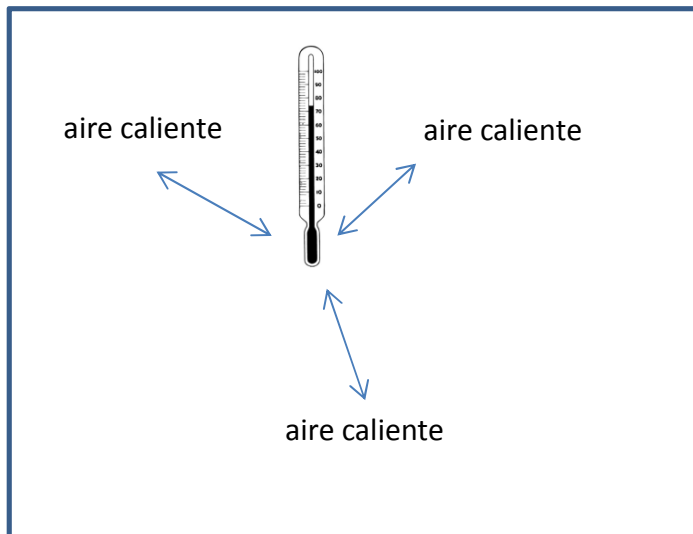
Se registran las temperaturas dentro de la cámara durante una hora de funcionamiento de cada artefacto



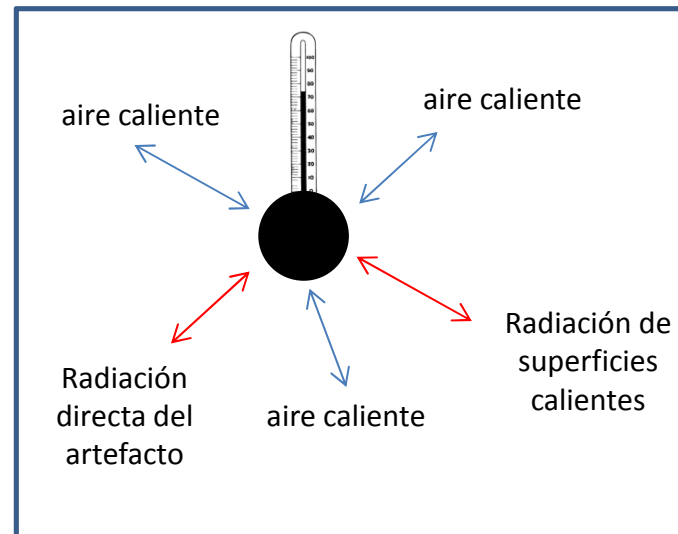
Mediciones

La temperatura de globo negro considera la temperatura del aire además de la radiación, de esta forma representa de mejor manera la temperatura que siente una persona

Temperatura de bulbo seco: Equilibrio con aire caliente, no capta radiación








Temperatura de globo negro: Equilibrio con aire caliente y radiación



Artefactos Medidos

Gas Natural (2.300 a 5.000 Watts)



	
Emegé 3150	Emegé 3130
	
Italkero S 3.0	Italkero S 5.0
	
Rinnai	

Electricidad (1.000 a 1.800 Watts)



		
Albin Trotter	Well	Toyotomi
		
Atlantic Solius	Oleoeléctrica	Biosmart
		
Minicube	Atlantic Convecteur	

Modelo de Transferencia de Calor en Régimen Transitorio

Se simula la calefacción de un recinto hipotético, mediante un modelo térmico teórico simplificado de transferencia de calor en régimen transitorio

Se busca estimar el tiempo aproximado que demoraría un artefacto en elevar la temperatura de dicho recinto y la potencia necesaria para mantener una temperatura de confort de 20°C

Supuestos del Modelo Térmico

Las principales pérdidas de calor del recinto son a través de su paredes y por una infiltración de aire equivalente a un cambio por hora. Las paredes se caracterizan por sus propiedades térmicas y su masa. La infiltración se caracteriza por un flujo de aire y sus propiedades térmicas

El recinto se supone cuadrado con una altura de 2,3 m y un área a definir

Debido a que en la realidad no toda la masividad de una vivienda está a la misma temperatura, se ha supuesto que el artefacto debe elevar la temperatura de solamente el 10% de la masa de las paredes

La temperatura del aire y de las paredes del recinto se suponen iguales y su valor en el tiempo corresponde a $T_{(t)}$

Modelo Térmico

Potencia = Calentar Paredes + Pérdidas por Paredes + Pérdidas por Infiltración

$$\dot{Q} = m \cdot C_{pm} \cdot \frac{dT_{(t)}}{dt} + A \cdot U \cdot (T_{(t)} - T_{amb}) + \dot{m}_a \cdot C_{pa} \cdot (T_{(t)} - T_{amb})$$

$$T_{(t)} = f(T_{inicial}, T_{ambiente}, Potencia, Paredes, Infiltración, Tiempo)$$

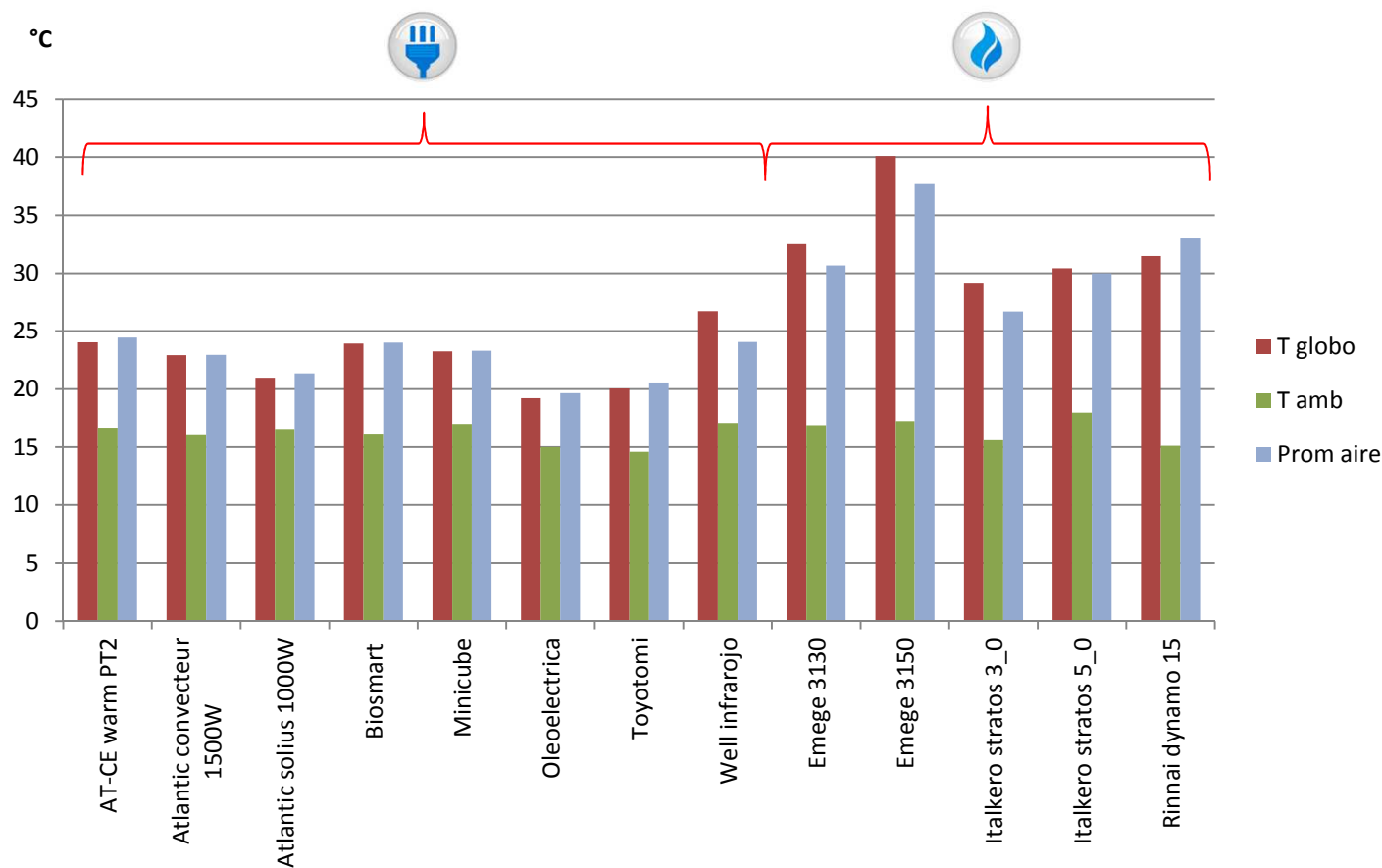
Resultados

A partir de las mediciones realizadas y del modelo de transferencia de calor se obtienen resultados para las siguientes variables:

- Temperatura alcanzada: Temperatura alcanzada dentro de una cámara de prueba por 13 artefactos de calefacción
- Estratificación: Diferencia de temperatura entre el techo y el piso producida por 13 artefactos dentro una cámara de pruebas
- Rapidez de calentamiento: Evolución teórica de la temperatura en función del tiempo dentro de un espacio determinado
- Costo de calefaccionar: Costo teórico de elevar la temperatura de un recinto y mantenerlo
- Huella de carbono de calefaccionar: Emisión de gases efecto invernadero asociadas al uso de artefactos de calefacción

Resultados Mediciones: Temperatura Alcanzada

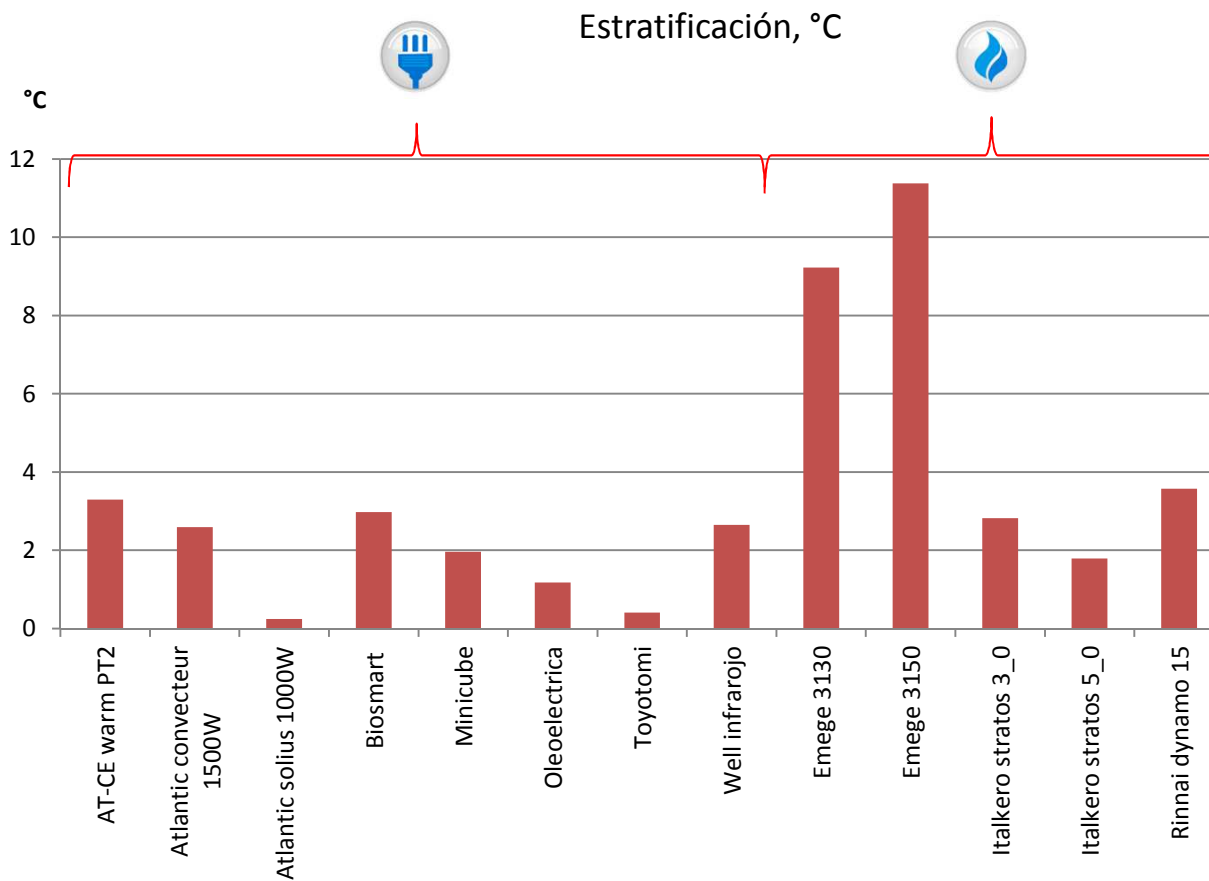
Temperaturas de Globo Negro, Ambiental y Promedio de la Cámara



Artefactos de mayor potencia alcanzan mayores temperaturas.

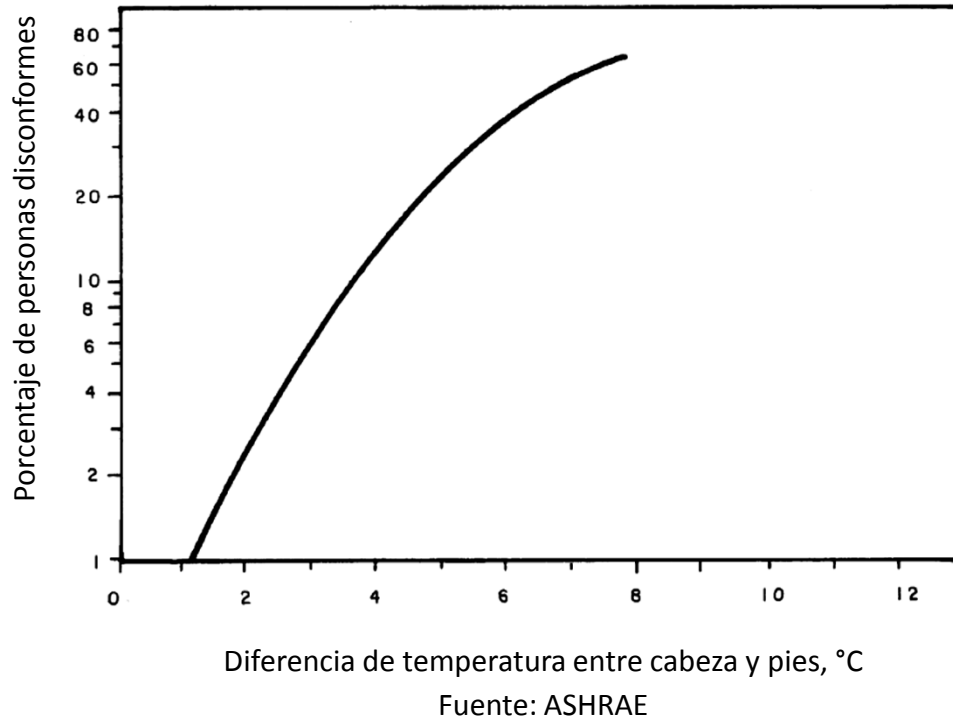
Calefactor Emegé 3150 (5.000 W) alcanza la mayor temperatura dentro de la cámara

Resultados Mediciones: Estratificación

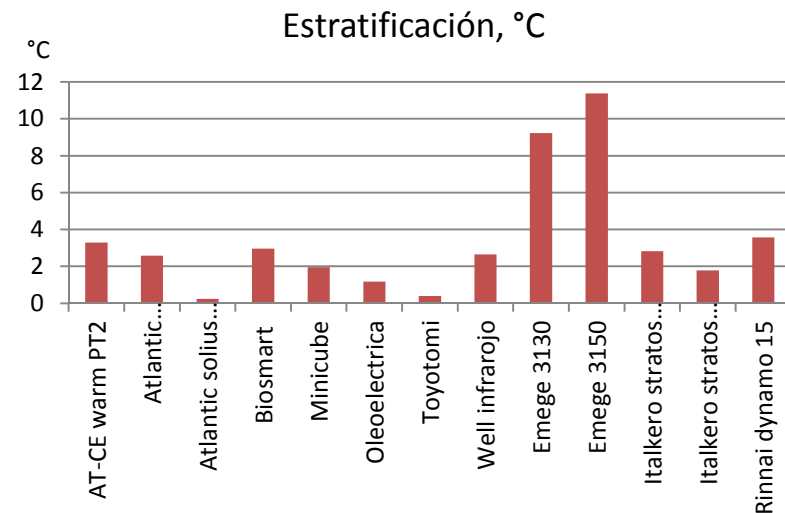


Artefactos con ventilador y estufas radiantes, homogenizan mejor el aire caliente produciendo menor diferencia de temperatura entre el techo y el piso

Resultados Mediciones: Estratificación

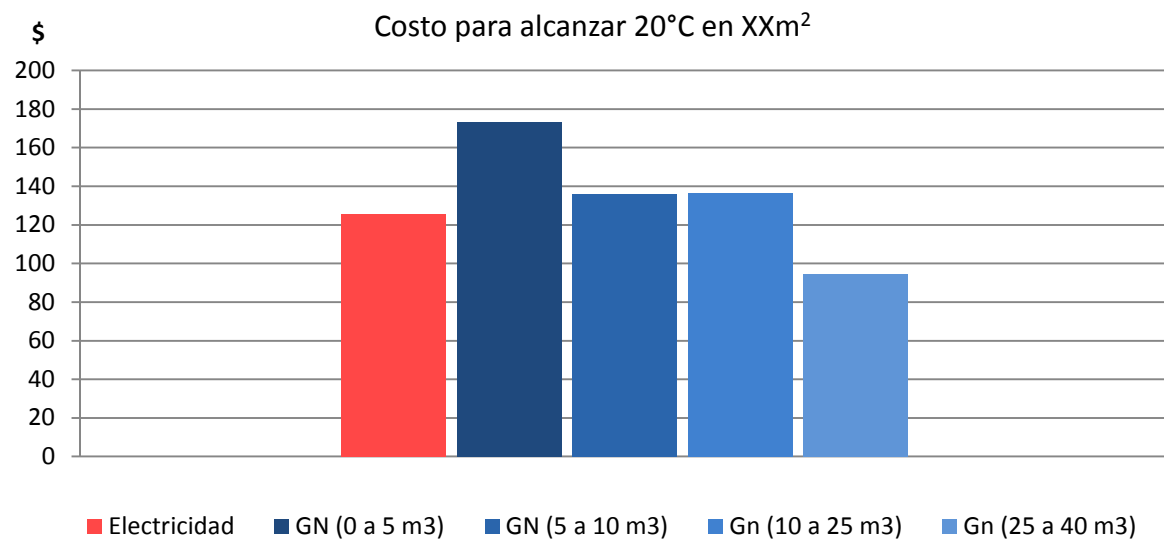


Diferencias de temperatura entre techo y piso menores a 4°C generan mayor confort térmico para las personas

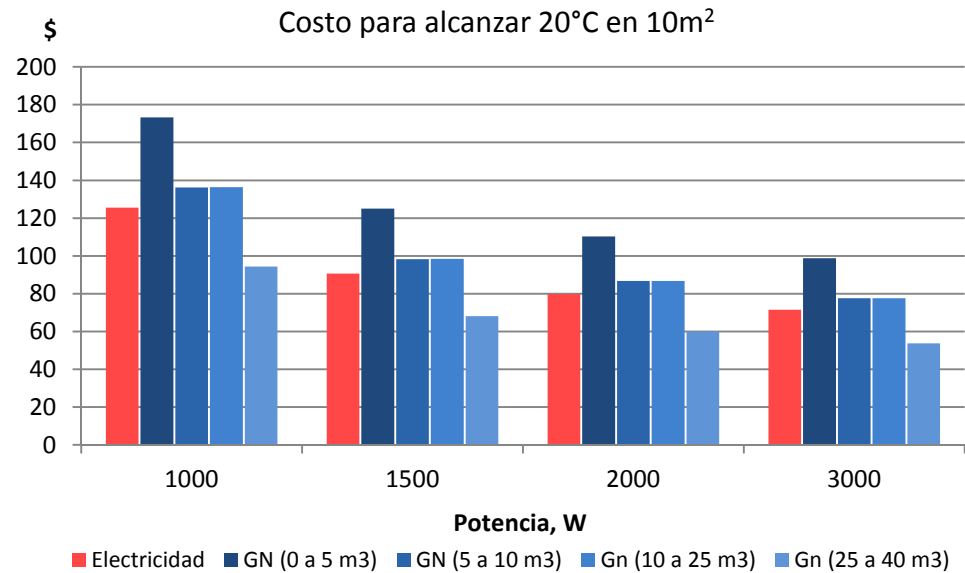
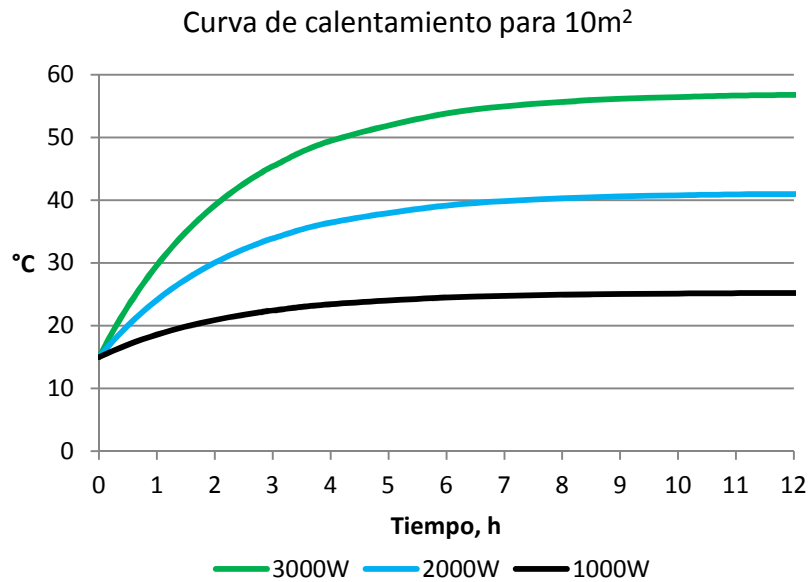


Tarifas y equivalencias (al 17 de Junio de 2013)

Tarifa Chilectra BT1	Tarifa Metrogas 0 a 5 m ³	Tarifa Metrogas 5 a 10 m ³	Tarifa Metrogas 10 a 25 m ³	Tarifa Metrogas 25 a 40 m ³
80,600 kWh	1.085 \$/m ³	853 \$/m ³	854 \$/m ³	591 \$/m ³
	111,2 \$/kWh	87,5 \$/kWh	87,6 \$/kWh	60,6 \$/kWh



Resultados Modelo Térmico: Calentamiento

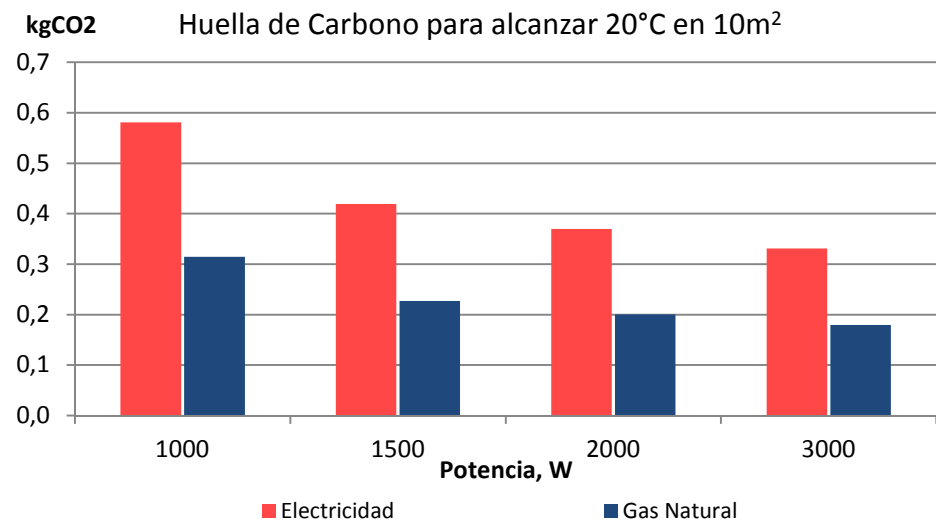


Alcanzar 20°C en un espacio de 10m² con un artefacto de 2000W toma un tercio de tiempo que con uno de 1000W.

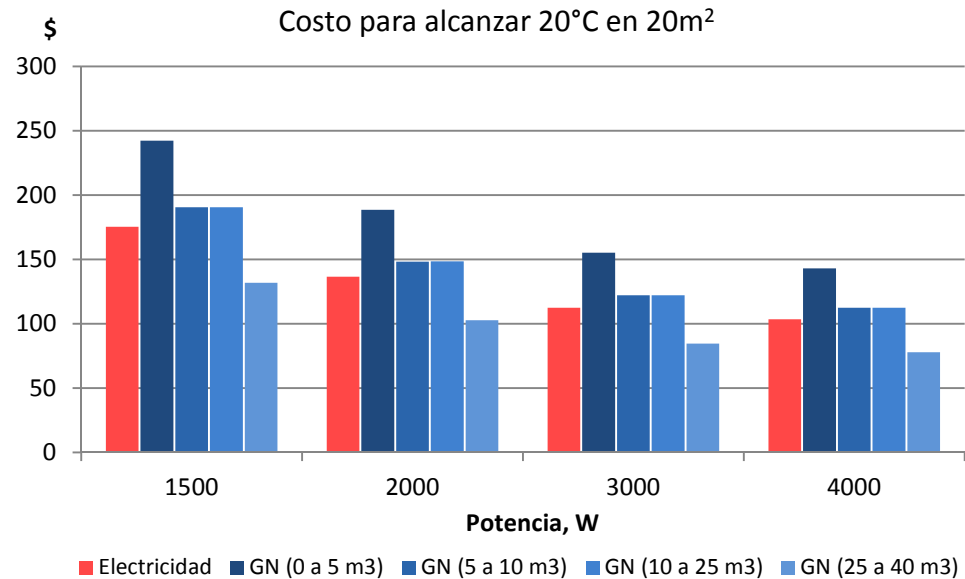
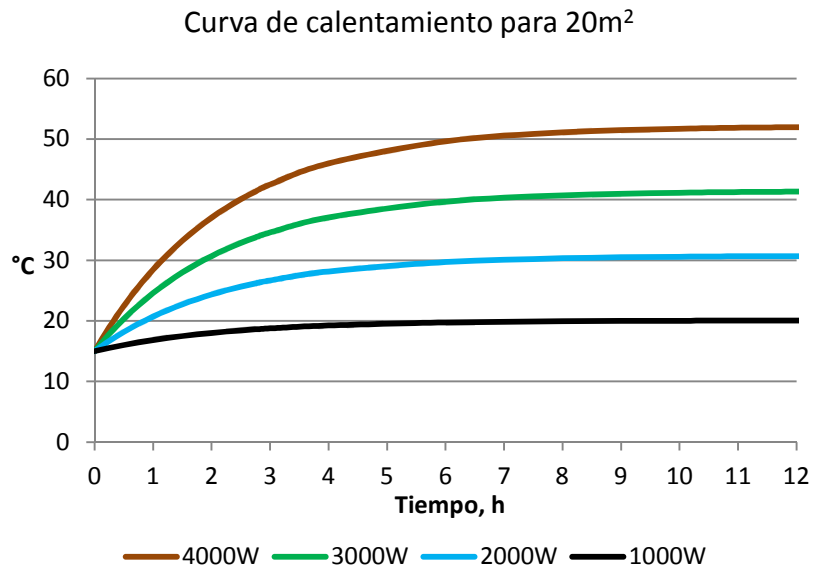
Un artefacto Eléctrico de 2000W es entre un 27% a un 8% mas barato que uno de igual potencia a Gas Natural, cuando el consumo de este último es inferior a 25m³ mensuales.

Cuando el consumo mensual de Gas Natural es superior a 25m³, este energético podría llegar a ser 25% más barato que la electricidad (considerando 2000W de potencia en 10m²).

La Huella de Carbono de un artefacto a Gas Natural es aproximadamente un 45% menor que uno a Electricidad.



Resultados Modelo Térmico: Calentamiento

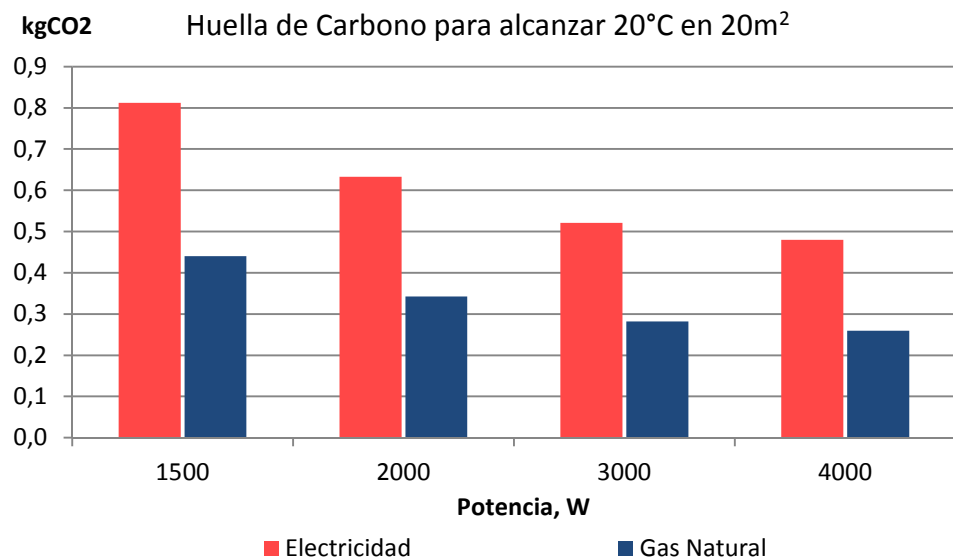


Alcanzar 20°C en un espacio de 20m² con un artefacto de 3000W toma cerca de la mitad de tiempo que con uno de 2000W.

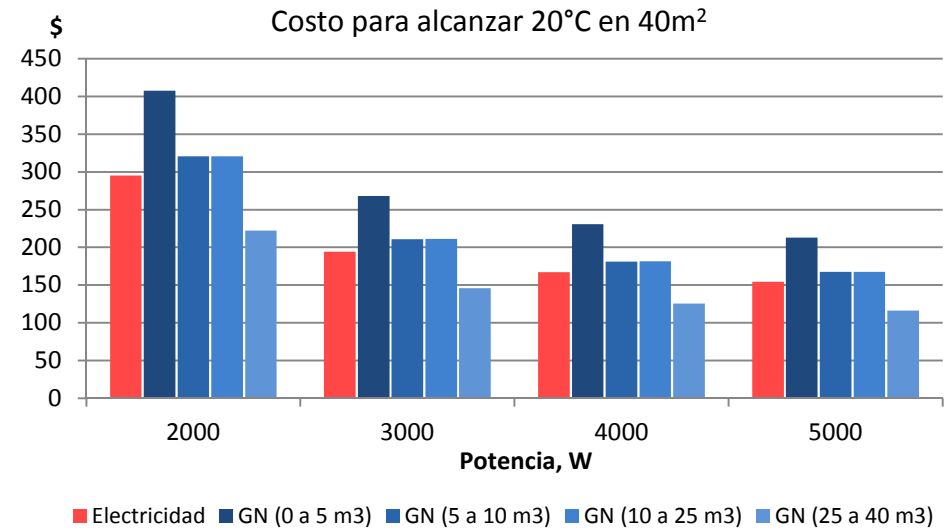
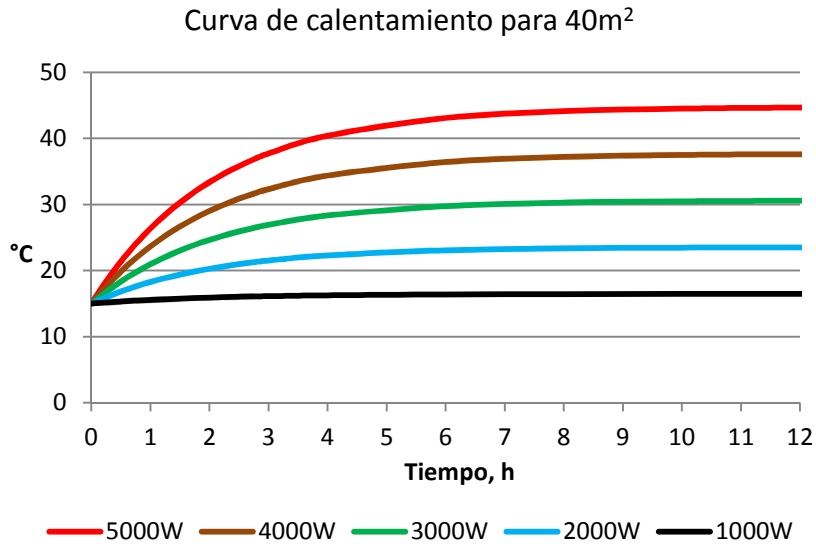
A iguales potencias un artefacto Eléctrico es entre un 27% a un 8% mas barato que uno a Gas Natural, cuando el consumo de este último es inferior a 25m³ mensuales.

Si el consumo mensual de Gas Natural es superior a 25m³, utilizar un artefacto a Gas Natural de 3.000W en 20m² podría llegar a ser un 38% más barato que uno eléctrico de 2.000W.

La Huella de Carbono de un artefacto a Gas Natural es aproximadamente un 45% menor que uno a Electricidad.



Resultados Modelo Térmico: Calentamiento

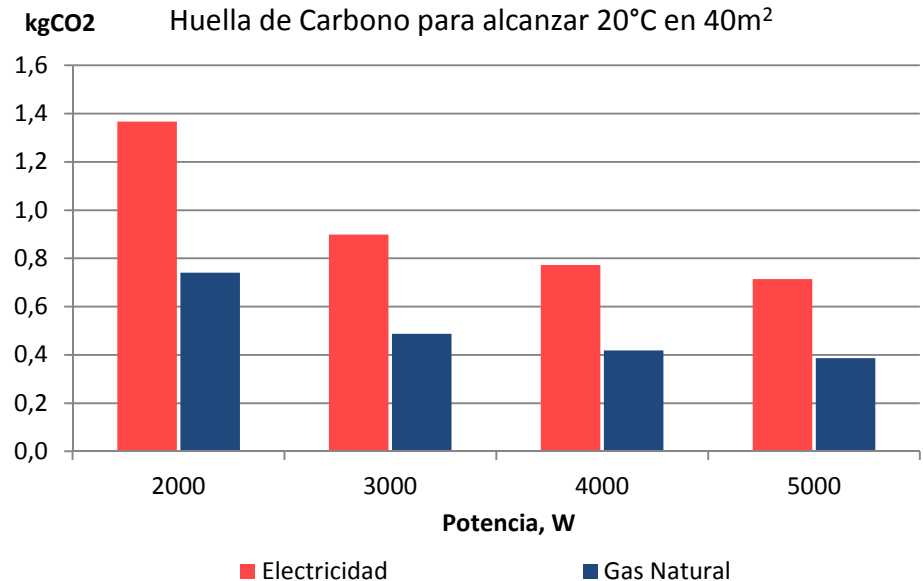


Teóricamente no sería posible alcanzar 20°C en un espacio de 40m² con un artefacto de 1000W.

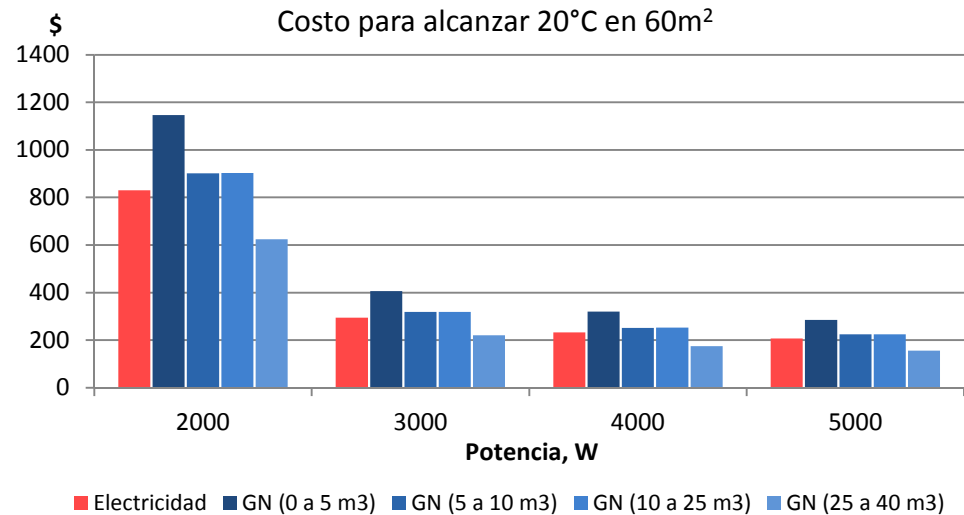
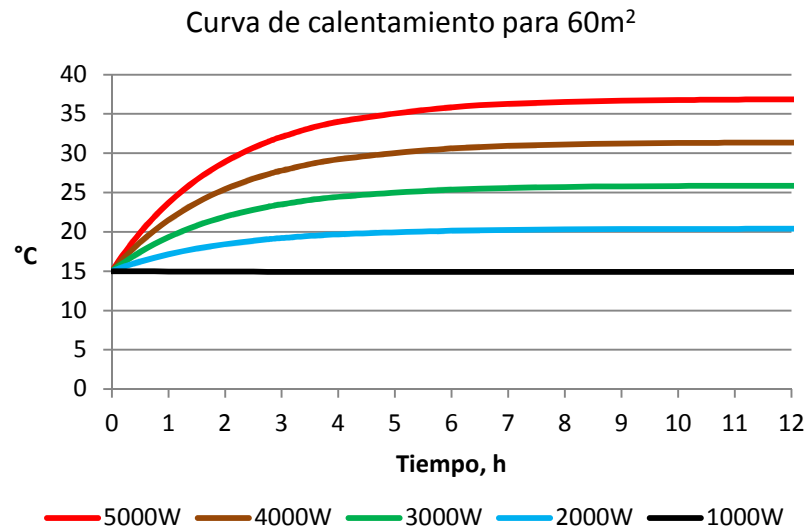
A iguales potencias un artefacto Eléctrico es entre un 27% a un 8% mas barato que uno a Gas Natural, cuando el consumo de este último es inferior a 25m³ mensuales.

Si el consumo mensual de Gas Natural es superior a 25m³, utilizar un artefacto a Gas Natural de 4.000W en 60m² podría llegar a ser un 40% más barato que dos eléctricos de 1.500W, teniendo la precaución de no sobrecargar la instalación eléctrica.

La Huella de Carbono de un artefacto a Gas Natural es aproximadamente un 45% menor que uno a Electricidad.



Resultados Modelo Térmico: Calentamiento

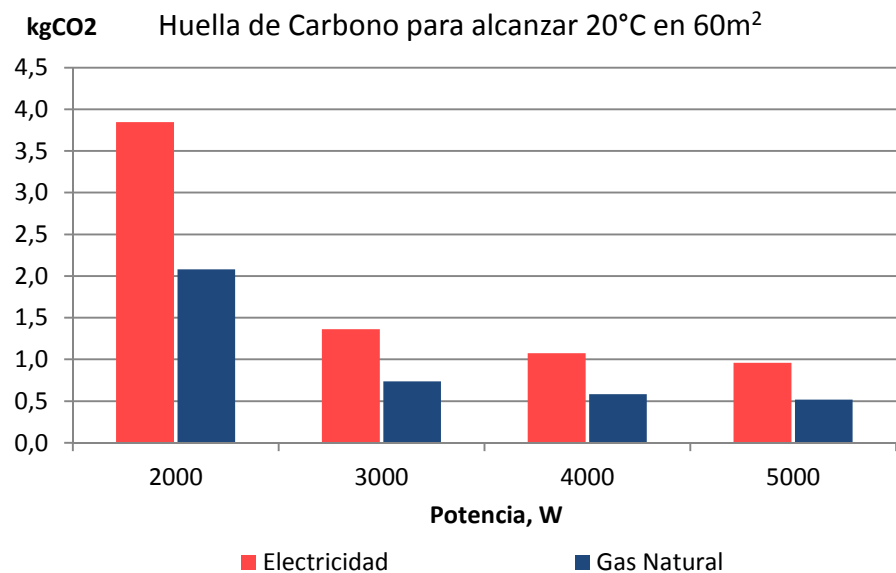


Teóricamente alcanzar 20°C en un espacio de 60m² con un de 2.000W tomaría del orden de 5 horas, en cambio con 3.000W este tiempo disminuiría a cerca de 1 hora 20 minutos.

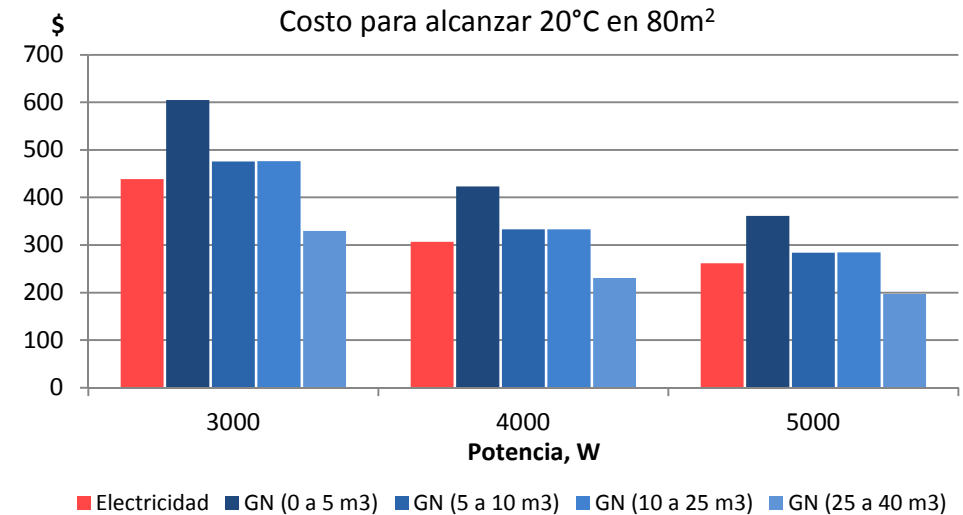
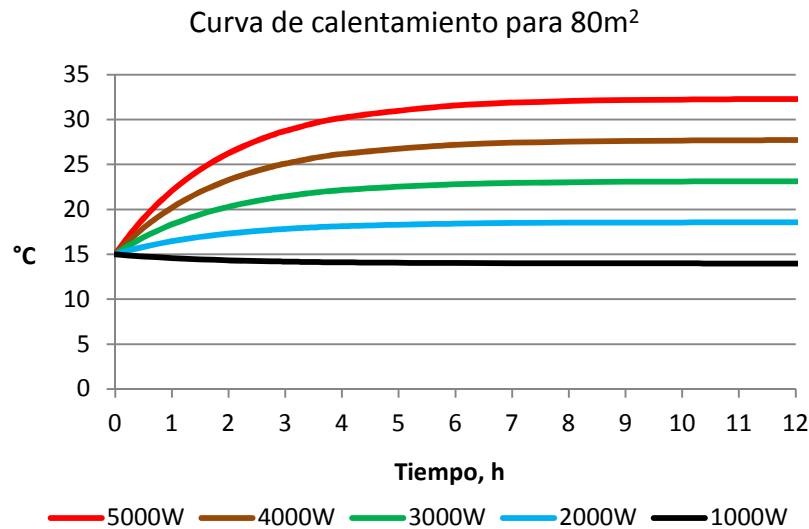
A iguales potencias un artefacto Eléctrico es entre un 27% a un 8% mas barato que uno a Gas Natural, cuando el consumo de este último es inferior a 25m³ mensuales.

Si el consumo mensual de Gas Natural es superior a 25m³, utilizar un artefacto a Gas Natural de 3.000W en 60m² podría llegar a ser un 70% más barato que uno eléctrico de 2.000W.

La Huella de Carbono de un artefacto a Gas Natural es aproximadamente un 45% menor que uno a Electricidad.



Resultados Modelo Térmico: Calentamiento

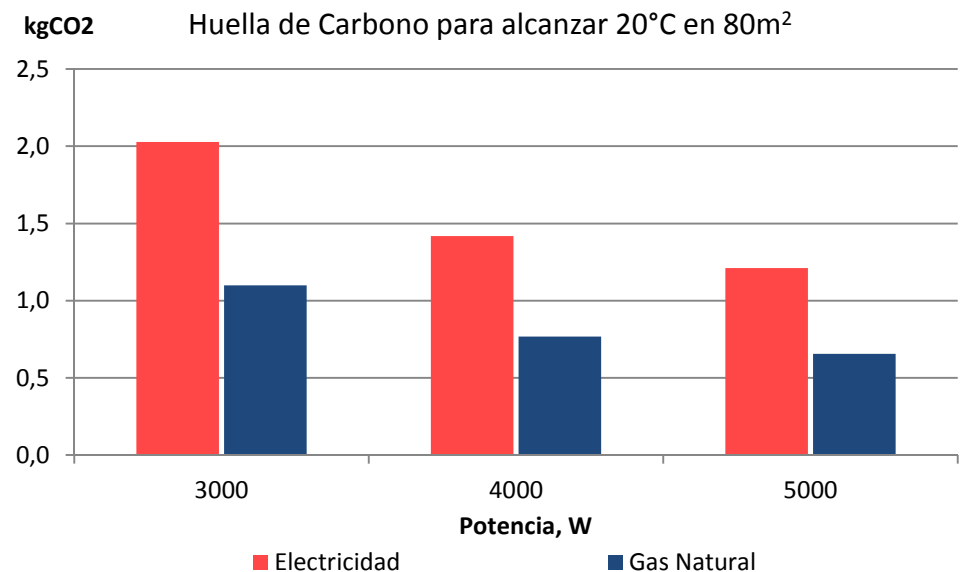


Teóricamente no sería posible alcanzar 20°C en un espacio de 80m² con un artefacto de 2.000W.

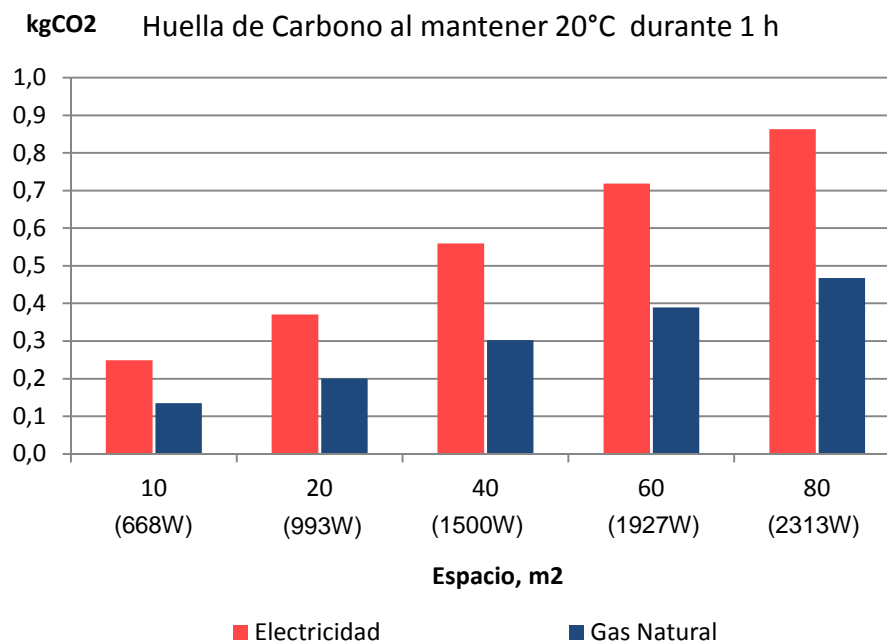
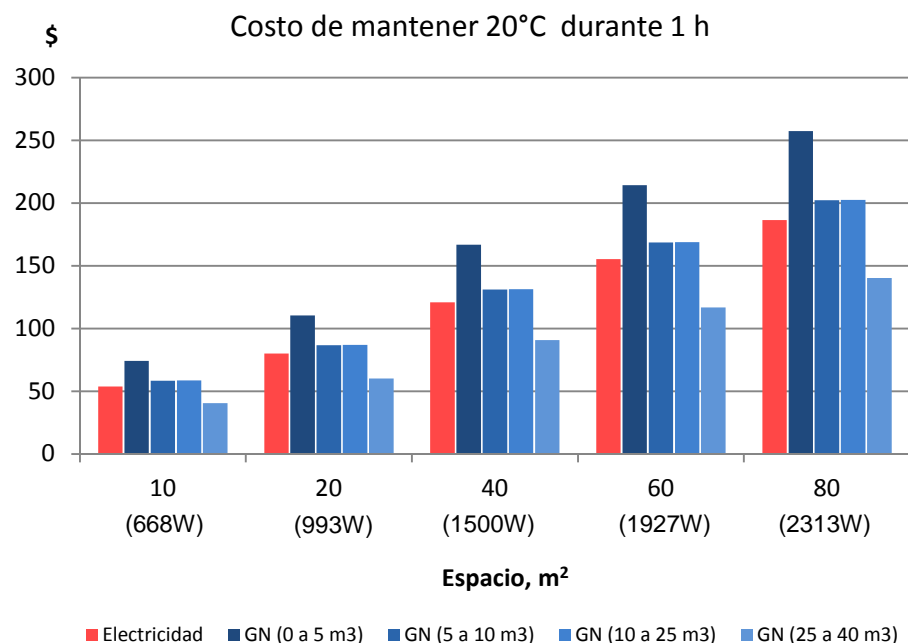
A iguales potencias un artefacto Eléctrico es entre un 27% a un 8% mas barato que uno a Gas Natural, cuando el consumo de este último es inferior a 25m³ mensuales (cuidado con sobre cargar el sistema eléctrico).

Utilizar un artefacto a Gas Natural de 4.000W en 80m² podría llegar a ser entre un 3% y 47% más barato que al utilizar 3.000W con dos artefactos eléctricos (cuidado con sobre cargar el sistema eléctrico).

La Huella de Carbono de un artefacto a Gas Natural es aproximadamente un 45% menor que uno a Electricidad.



Resultados Modelo Térmico: Mantenimiento de Temperatura



Para iguales potencias, el costo de mantener 20°C en un espacio con un artefacto eléctrico es entre un 8 y 27% menor que uno a gas natural, en el caso que el consumo mensual de gas natural sea inferior a 25m³.

Si el consumo mensual de Gas Natural es superior a 25m³, el costo de mantener 20°C en un espacio podría llegar a ser un 25% menor que con electricidad.

En todos los casos, el gas natural tiene una menor huella de carbono que la electricidad (del orden de un 45% menos).

Conclusiones

Artefactos con ventilador y/o radiantes, producen mayor confort térmico que artefactos de convección natural

En general, utilizar artefactos de mayor potencia es más económico debido a que elevan la temperatura rápidamente, y por ende deben funcionar un menor tiempo, consumiendo una menor cantidad de energía que uno de baja potencia

El uso de Gas Natural para calefacción produce una menor Huella de Carbono que la Electricidad

A iguales potencias, la Electricidad puede llegar a ser entre 8% a 27% más barato que el Gas Natural, si es que el consumo mensual de este último es inferior a 25m³. En caso que el consumo mensual de Gas Natural sea superior a 25m³, este energético podría llegar a ser un 25% más barato que la electricidad



Mediciones Comparativas y Modelo Térmico de Artefactos de Calefacción a Gas Natural y Eléctricos”

Fabián Hormazábal P., M.Sc.
Subgerente Área Energía Sustentable

Santiago, 25 de Julio de 2013

Nombre consolidado	Marca	Modelo	Combustible	Tipo	Potencia eléctrica [W]	Potencia nominal [kW]	Ventilador
rinnai dynamo 15	Rinnai	Dynamo 15	Gas Natural	Convectiva	23	4,16	si
emege 3130	Emegé	3130	Gas Natural	Convectiva	-	3,49	no
emege 3150	Emegé	3150	Gas Natural	Convectiva	-	5	no
italkero stratos 3_0	Italkero	Stratos 3.0	Gas Natural	Convectiva	80	2,32	si
italkero stratos 5_0	Italkero	Stratos 5.0	Gas Natural	Convectiva	N/D	4,7	si
AT-CE warm PTC-2	Albin Trotter	AT-CE Warm PTC-2	Electricidad	Convectiva	1800	1800	si
minicube	DC Dimplex	Minicub20 (Minicube)	Electricidad	Radiativa / Convectiva	1500	1500	si
biosmart	Kaltemp	Bio 1500 OB (Biosmart)	Electricidad	Radiativa / Convectiva	1500	1500	si
oleoelectrica	Albin Trotter	AT-CE Warm 2T	Electricidad	Convectiva	1500	1500	no
well infrarojo	Well	WW-15064WO-UV (infrarrojo)	Electricidad	Radiativa / Convectiva	1500	1500	si
toyotomi	Toyotomi	EPH-121	Electricidad	Radiativa	1200	1200	no
atlantic convecteur 1500W	Atlantic	516150 (Convecteur 1500)	Electricidad	Convectiva	1500	1500	no
atlantic solius 1000	Atlantic	512710 (Solius 1000W)	Electricidad	Radiativa	1000	1000	no