



La calidad del aire urbano:

Alternativas energéticas en la calefacción

El progresivo traslado de las industrias desde el centro de las ciudades a zonas más despobladas convierte cada vez más el problema de la contaminación del aire urbano en un problema ligado a la calefacción y al tráfico. Paralelamente, en las últimas décadas, la ciudad ha evolucionado hacia un modelo económico y urbanístico expansionista, siendo el área de influencia de la ciudad mucho mayor que sus límites físicos o

administrativos. En consecuencia, la contaminación urbana afecta ahora a grandes áreas, aunque tal dispersión ha supuesto también una reducción de la concentración de las sustancias contaminantes. El impacto de los sistemas de calefacción en la calidad del aire urbano es relevante, pero las emisiones varían de forma importante en función de los combustibles y tecnologías utilizados. Las emisiones más frecuentes son:

Dióxido de carbono	
Impacto ambiental	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> Efecto invernadero. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio climático y sus consecuencias (subida nivel del mar, cambios en los ecosistemas).

Monóxido de carbono	
Impacto ambiental	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> Destrucción del ozono estratosférico. 	<ul style="list-style-type: none"> Riesgos para la salud asociados a la radiación ultravioleta. Alteraciones en fauna y flora.
<ul style="list-style-type: none"> Formación de ozono troposférico. 	<ul style="list-style-type: none"> Contribución al efecto invernadero (cambio climático). Turbidez y suciedad atmosféricas. Riesgos para la salud. Alteraciones de los ecosistemas. Deterioro del patrimonio histórico.

Óxidos de nitrógeno	
Impacto ambiental	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> Efecto invernadero. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio climático
<ul style="list-style-type: none"> Destrucción del ozono estratosférico. 	<ul style="list-style-type: none"> Riesgos para la salud asociados a la radiación ultravioleta. Alteraciones en fauna y flora
<ul style="list-style-type: none"> Acidificación. 	<ul style="list-style-type: none"> Alteraciones sobre la fauna y flora. Pérdida de biodiversidad. Empobrecimiento del suelo, con menor capacidad de recuperación de los ecosistemas. Daños a los cultivos.
<ul style="list-style-type: none"> Formación de ozono troposférico. 	<ul style="list-style-type: none"> Turbidez y suciedad atmosféricas. Riesgos para la salud: Aumento de enfermedades respiratorias y del potencial carcinógeno. Alteraciones de los ecosistemas. Deterioro del patrimonio histórico.

Hidrocarburos	
Impacto ambiental	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> Destrucción del ozono estratosférico. 	<ul style="list-style-type: none"> Turbidez y suciedad atmosféricas. Riesgos para la salud: aumento de enfermedades respiratorias e incidencia de cánceres. Alteraciones de los ecosistemas. Deterioro del patrimonio histórico
<ul style="list-style-type: none"> Niebla fotoquímica. 	<ul style="list-style-type: none"> Turbidez y suciedad atmosféricas. Riesgos para la salud. Deterioro del patrimonio histórico

Dióxido de azufre	
Impacto ambiental	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> Destrucción del ozono estratosférico. 	<ul style="list-style-type: none"> Riesgos para la salud asociados a la radiación ultravioleta. Alteraciones en fauna y flora.
<ul style="list-style-type: none"> Acidificación. 	<ul style="list-style-type: none"> Alteraciones sobre la fauna y flora. Pérdida de biodiversidad. Empobrecimiento del suelo, con menor capacidad de recuperación de los ecosistemas. Daños a los cultivos Deterioro del patrimonio histórico.



Actualmente se están favoreciendo los sistemas de calefacción que utilizan combustibles de combustión más completa. En consecuencia, la tendencia de estas emisiones por unidad de calor generada es decreciente.

Compuestos orgánicos volátiles	
Impacto ambiental	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> Formación de ozono troposférico y precursores de la niebla fotoquímica. 	<ul style="list-style-type: none"> Contribución al efecto invernadero (cambio climático) Turbidez y suciedad atmosféricas. Riesgos para la salud: aumento de enfermedades respiratorias y potencial carcinógeno. Alteraciones de los ecosistemas. Deterioro del patrimonio histórico.

Partículas sólidas en suspensión	
Impacto ambiental	Efectos
<ul style="list-style-type: none"> Turbidez y suciedad atmosféricas. 	<ul style="list-style-type: none"> Riesgos para la salud. Deterioro del patrimonio histórico.

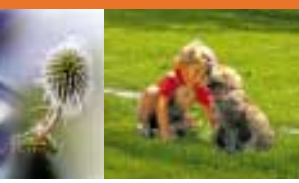


Carbón mineral en caldera		
ambientales	Ventajas	Inconvenientes
	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de la economía local. 	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones muy elevadas de CO₂, SO₂, NO_x, COVs y CO. Bajo rendimiento.
operativas	<ul style="list-style-type: none"> Recurso muy abundante. 	<ul style="list-style-type: none"> Difícil regulación (en el ajuste de potencias, la dosificación del combustible).

Gasóleo en caldera		
ambientales	Ventajas	Inconvenientes
	<ul style="list-style-type: none"> Bajas emisiones de CO e hidrocarburos quemados. 	<ul style="list-style-type: none"> Dependencia del petróleo y alto potencial de agotamiento de recursos energéticos. Altas emisiones de NO_x y SO₂. Importantes emisiones de partículas sólidas en suspensión (visibles en forma de humos negros), que producen
operativas	<ul style="list-style-type: none"> Fácil regulación (en el ajuste de potencias, la dosificación del combustible). 	<ul style="list-style-type: none"> La producción de partículas sólidas en suspensión reduce la eficiencia de la caldera: Mantenimiento frecuente.

Electricidad con bomba de calor		
ambientales	Ventajas	Inconvenientes
	<ul style="list-style-type: none"> Se desplazan los focos emisores de contaminación a las plantas de generación eléctrica (focos alejados del consumo, reduciendo así la concentración de contaminantes). Elevada eficiencia energética. 	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones elevadas de SO₂ y NO_x, dado que están asociadas a la generación de la energía eléctrica a partir de combustibles fósiles. Riesgos asociados a la generación de electricidad con energía nuclear. Se producen pérdidas de energía entre el punto de generación y el consumidor final.
operativas	<ul style="list-style-type: none"> Un mismo equipo puede aportar calefacción y refrigeración. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere mantenimiento periódico. La bomba de calor eléctrica sólo es operativa para temperaturas exteriores superiores a 4°C. Por tanto, no es útil en lugares fríos o en días de frío intenso.

Electricidad directa		
ambientales	Ventajas	Inconvenientes
	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones reducidas en el lugar de consumo (baja incidencia en la calidad del aire urbano). 	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones elevadas de SO₂ y NO_x, dado que están asociadas a la generación de la energía eléctrica a partir de combustibles fósiles. Riesgos asociados a la generación de electricidad con energía nuclear. Se producen pérdidas de energía entre el punto de generación y el consumidor final. Muy baja eficiencia energética.
operativas	<ul style="list-style-type: none"> Bajo coste de instalación de los equipos. Requiere mínimo mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Elevado coste económico para el consumidor.



<p>problemas respiratorios y pueden contener compuestos cancerígenos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de contaminación del agua subterránea y las aguas residuales en la distribución del petróleo.
<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento de espacio para el depósito (por ello normalmente se instalan en viviendas unifamiliares; son calderas individuales).

Propano en caldera		
ambientales	Ventajas <ul style="list-style-type: none"> • Combustible fósil que emite bajos niveles de emisiones contaminantes, con menor impacto sobre la contaminación urbana. • Elevada eficiencia energética. 	Inconvenientes <ul style="list-style-type: none"> • Dependencia del petróleo. • Posibles fugas de hidrocarburos (HCs) en el proceso de producción y distribución.
	operativas <ul style="list-style-type: none"> • Fácil regulación (en el ajuste de potencias, la dosificación del combustible). • Preferible a los depósitos de gasóleo porque no genera olores en su combustión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento de espacio para el depósito. • Elevados costes de instalación por no existir red general de distribución.

Gas natural en caldera		
ambientales	Ventajas <ul style="list-style-type: none"> • Favorece la diversificación energética, con reducción de la dependencia del petróleo. • Disponibilidad del combustible a largo plazo (existen grandes reservas de gas natural; además, su uso es menos intensivo que el petróleo, dilatándose así el tiempo de vida de estas reservas). • Emite los niveles más bajos de emisiones contaminantes de todos los combustibles fósiles. • Por su composición química y las tecnologías de utilización, no contribuye a la formación de smog. • Al estar exento de azufre, no produce emisiones de SO₂. • Combustible de máxima eficiencia energética, especialmente en instalaciones colectivas con caldera de condensación. 	Inconvenientes <ul style="list-style-type: none"> • Posibles ligeras fugas de metano (CH₄) en su distribución. El metano contribuye al efecto invernadero, aunque la influencia debida al gas natural es muy baja.
	operativas <ul style="list-style-type: none"> • Mínimo mantenimiento y precio competitivo del combustible. • No requiere espacio de almacenaje. • Energía que comporta menor riesgo humano en su utilización en toda la cadena energética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación limitada a las zonas urbanas con red de distribución.

Gas natural con bomba de calor		
ambientales	Ventajas <ul style="list-style-type: none"> • Favorece la diversificación energética, con reducción de la dependencia del petróleo. • Disponibilidad del combustible a largo plazo (existen grandes reservas de gas natural; además, su uso es menos intensivo que el petróleo, dilatándose así el tiempo de vida de estas reservas). • Emite los niveles más bajos de emisiones contaminantes de todos los combustibles fósiles. • Por su composición química y las tecnologías de utilización, no contribuye a la formación de smog. • Al estar exento de azufre, no produce emisiones de SO₂. 	Inconvenientes <ul style="list-style-type: none"> • Posibles fugas de metano (CH₄) en su distribución. • Las emisiones acústicas son mayores con bomba de calor que en caldera. Se requiere aislamiento e insonorización.
	operativas <ul style="list-style-type: none"> • Máxima eficiencia energética (mayor que la obtenida con caldera). 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere mantenimiento periódico frecuente.

Casos prácticos

Antecedentes

Con objeto de hacer frente a la contaminación en núcleos urbanos importantes, desde la Administración se están impulsando campañas de sustitución de combustibles altamente

contaminantes por gas natural.

A continuación se presentan dos ejemplos de actuaciones realizadas en este ámbito:

1. Madrid:

Sustitución de calderas de carbón por gas natural. Reducción de CO₂

En la Comunidad de Madrid, se han adoptado diferentes iniciativas para reducir las emisiones de gases causantes del efecto invernadero, entre ellas la sustitución de calderas de carbón por gas natural.

Se ha elaborado un método para calcular dicha reducción de emisiones, en función de los siguientes parámetros:

- Índice de sustitución anual de calderas
- Coeficiente de emisión de CO₂ del carbón
- Coeficiente de emisión de CO₂ del gas natural
- Consumo anual de energía
- Vida media de las calderas
- Calderas sustituidas en el primer año
- Duración de la sustitución

Se ha estimado el escenario de reducción de emisiones para tres índices anuales de sustitución distintos:

Índice anual de sustitución (%)	Ahorro medio anual de CO ₂ (tn CO ₂ /año)	Ahorro medio anual de SO ₂ (tn SO ₂ /año)
12,5	105,1 x 10 ³	613
25,0	150,9 x 10 ³	880
37,5	211,5 x 10 ³	1.233

2. Vitoria:

Sustitución de calderas de combustibles convencionales por gas natural. Reducción de SO₂

El gas natural se introdujo en Vitoria en el año 1980. Desde entonces, se registró un notable descenso en las emisiones de SO₂ en la atmósfera, por sustitución de los combustibles convencionales por gas natural.

En el gráfico siguiente se representa la evolución de las

emisiones de SO₂ determinadas por las mediciones de las estaciones de control medioambiental en comparación con la penetración en el mercado del gas natural en sus primeros años, en los que se efectuó la sustitución:

Evolución del consumo de gas natural y emisión de SO₂ en Vitoria desde 1980 hasta 1986

