

# MATERIALES ANTIÁCIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS

Dip. Ing. **Bertram Ertz**, Karrena GmbH  
**José del Solar**, Karman Técnicas Especiales, S.A.

## Introducción

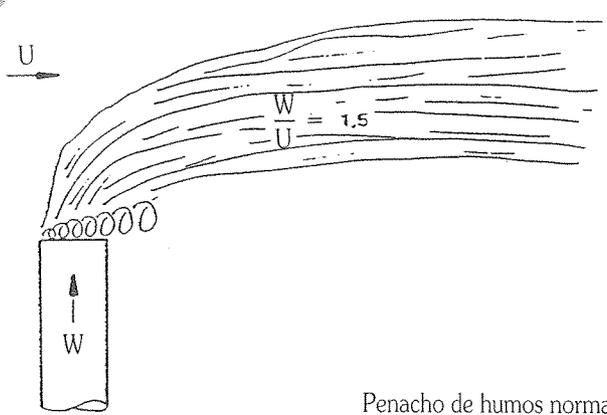
Las chimeneas industriales se diseñan para una vida útil de larga duración, superior a los 25 años.

Una parte importante de la chimenea es el conducto vertical interior de la chimenea a través del cual se evacúan los humos a la atmósfera y que en lo sucesivo denominaremos revestimiento. El material componente del revestimiento está en permanente contacto con los humos y recibe de éstos el ataque químico, térmico y erosivo.

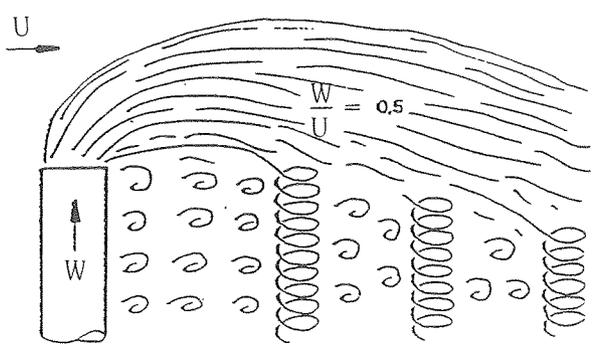
Antiguamente, los humos se evacuaban a elevadas temperaturas, siempre por encima del punto de rocío, por lo que, salvo en zonas especiales, como la embocadura (entrada de humos a la chimenea en su zona inferior) y la boca de chimenea (salida de los humos en coronación de la chimenea), no se presentaban problemas de ataque químico. Consecuentemente el material que se utilizaba para la construcción del revestimiento era más refractario, térmicamente resistente y sin propiedades antiácidas.

La zona más crítica de la chimenea era la de coronación, en la que, debido al contacto brusco de los humos con el aire frío ambiental, se producían condensaciones ácidas en la boca y fuste exterior de la chimenea. Esta situación se aprecia claramente cuando hay fuertes vientos y los humos descienden desde la boca de la chimenea por el exterior del fuste, lo que se conoce como Downwash.

Cuando se iniciaron las instalaciones de desulfuración (hace aproximadamente 15 años) se produjeron modificaciones fundamentales. Los humos que se evacúan a la atmósfera procedentes de estas instalaciones tienen temperaturas por debajo del punto de rocío. Por este motivo hay que contar con una cantidad de condensación en la chimenea, desde su embocadura hasta la boca de salida, es decir a lo largo de todo el revestimiento interior.

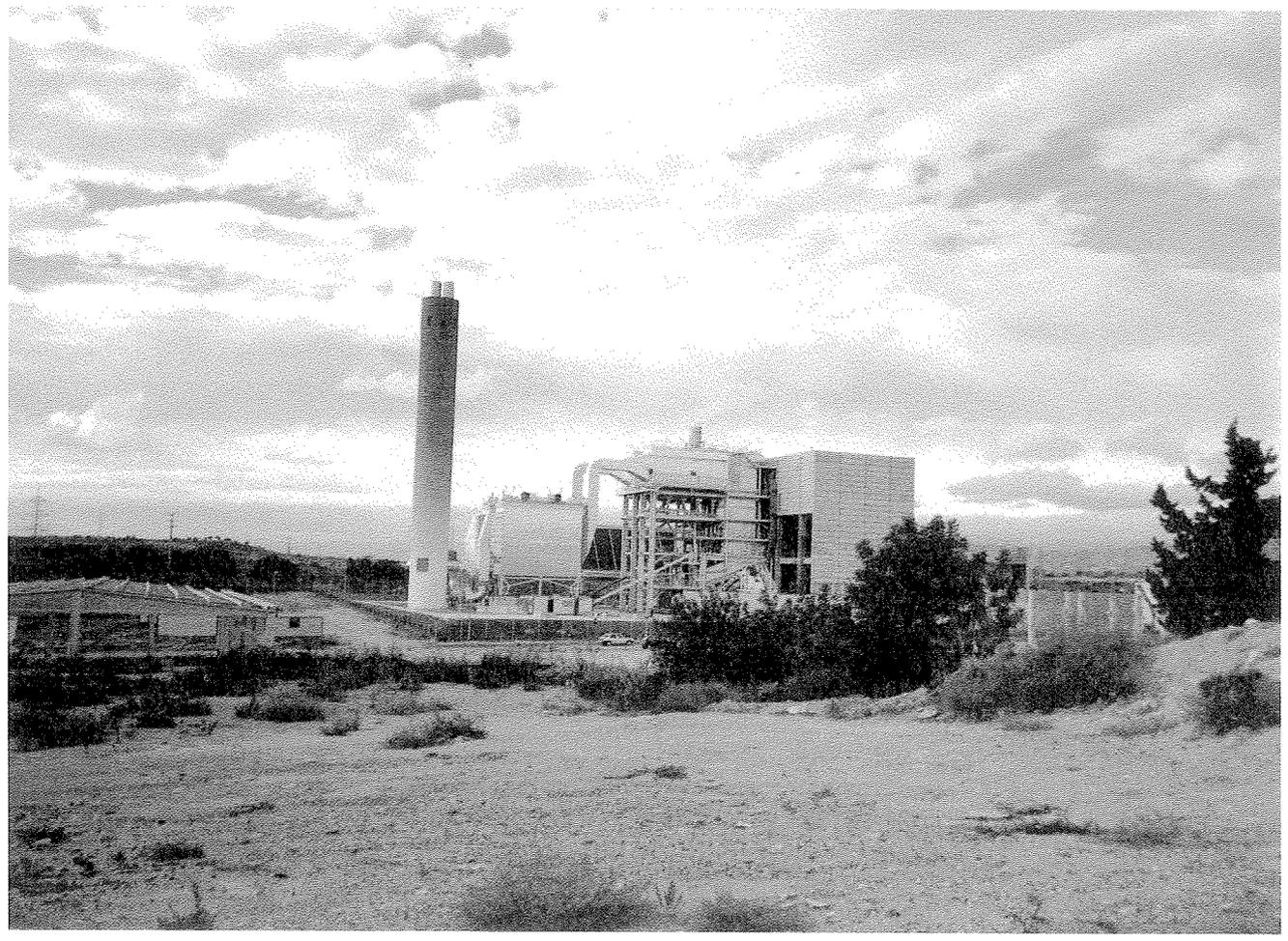


Penacho de humos normal



Penacho de humos con Down-wash

**Típica situación Down-wash**



Ha de tenerse en cuenta que pequeñas cantidades de azufre, medidas en  $\text{mg}/\text{m}^3$  modifican fuertemente el punto de rocío del ácido de los humos.

En estas condiciones las zonas con riesgo de sufrir ataque químico ya no son sólo la embocadura y la boca de salida, sino además las zonas de las juntas entre tramos del revestimiento, las zonas intermedias con posibles entradas de aire frío, etc.

Otro efecto adicional en el funcionamiento de las instalaciones de desulfuración es la formación de peque-

ñas gotas en las paredes del revestimiento, cuya evaporación y la constante formación de nuevas gotitas origina concentraciones ácidas con valores cercanos a pH 1.

Por todo ello, en estos casos de desulfuración, es obligada la utilización de materiales resistentes al ácido en todas las zonas de la chimenea que estén en contacto con los humos que se evacúan.

Independientemente del tipo de chimenea, hay zonas especialmente expuestas al ataque ácido y que requieren un especial cuidado tanto en la elección de los materiales más adecuados como también en su ejecución.

Nos limitamos a considerar cinco zonas expuestas a diferentes ataques del ácido, según el tipo de combustión, método y calidad del lavado de los humos, tipo de instalación, situación del by-pass, temperatura de los gases de escape, etc.

La relación muestra también las diferentes causas que han producido el ataque ácido en las zonas críticas.

## Tomar decisiones

Para hacer frente a las exigencias debidas a los procesos de desulfuración, los constructores de chimeneas cuentan con nuevos materiales y componentes antiácidos que ya se están utilizando.

Tal como ya se indicó al principio, hasta hace 15 años era suficiente la utilización de mortero antiácido y materiales de recubrimiento superficial resistentes al ácido, para protegerles contra el ataque de la condensación ácida, especialmente en la boca de salida de las chimeneas que evacuaban gases calientes.

Más tarde, con el funcionamiento de las instalaciones de desulfuración, fueron necesarias medidas especiales de protección

contra el ácido también para las otras zonas de la chimenea que están en contacto con los humos. Las valoraciones precisas del análisis de los humos, las cuestiones relacionadas con situaciones de funcionamiento normal y en *by pass*, las temperaturas mínimas y máximas de los humos y otros temas

semejantes, forman la base para la correcta elección del material a utilizar.

No obstante, también se deben tener en cuenta las repercusiones económicas porque no siempre es correcto emplear el material más antiácido y más caro. Solamente la experiencia y el conocimiento acerca del funcionamiento y destino de la chimenea deberán conducirnos a la correcta elección de los materiales a utilizar.

### Materiales antiácidos en la construcción de chimeneas\*

#### Zona 1.- Boca

- Material cerámico S4, recubido con masillas resistentes al ácido. (DIN 1057).

- Aleaciones de aceros Ni-Cr-Mo, aceros de Ni-Fe-Cr (por ejemplo Halloy o Hastelloy).

- Materiales GFK (masillas con fibra de vidrio).

- Construcciones metálicas provistas de recubrimientos antiácidos.

- Sistemas de recubrimiento para la protección de la placa superior de hormigón y del exterior del fuste de la chimenea.

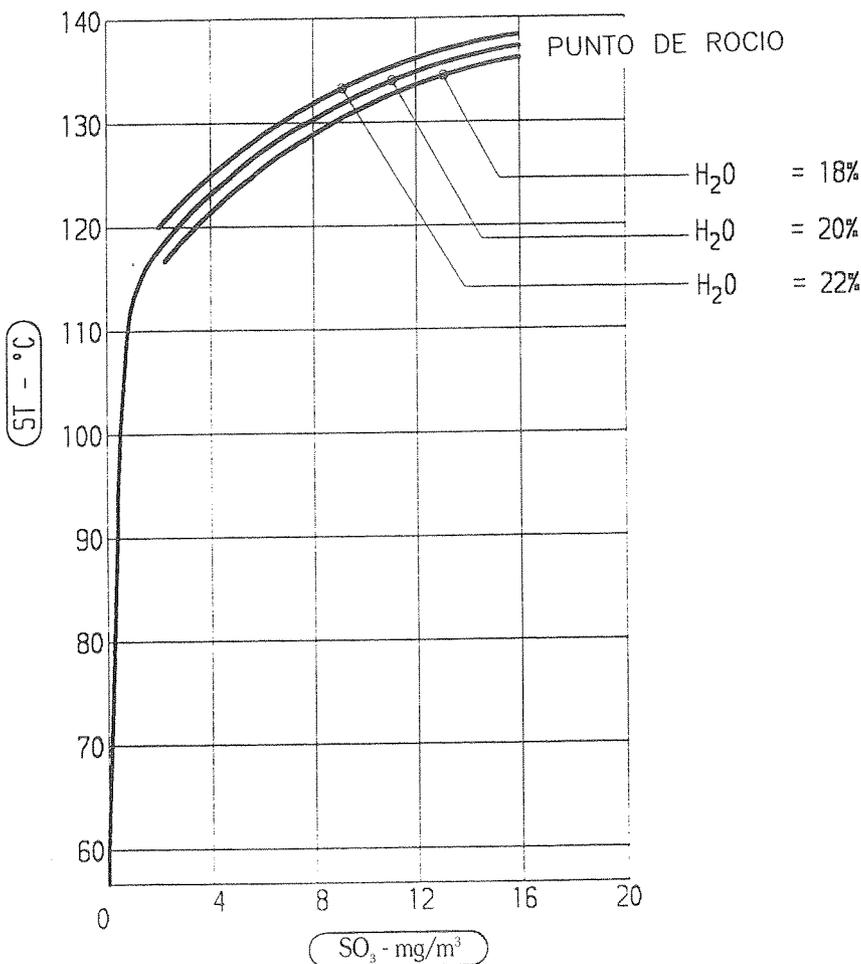
#### Zona 2.- Revestimiento interior en la zona de la boca

- Revestimiento cerámico antiácido S4 recubido con mortero o masillas antiácidas. (DIN 1057).

- Aleaciones de aceros Ni-Cr-Mo, aceros de Ni-Fe-Cr (por ejemplo Halloy o Hastelloy).

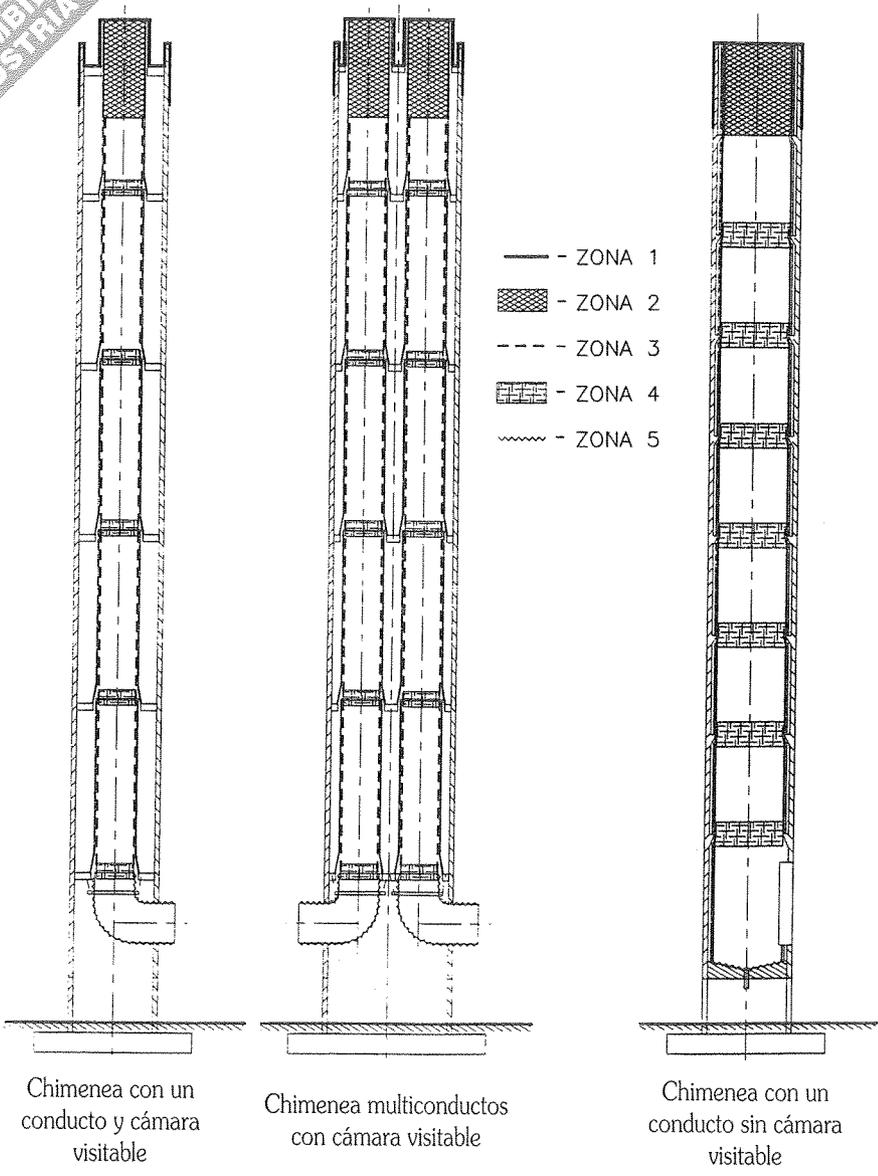
### Zonas especialmente críticas

Zona	Denominación	Criterios a considerar
1	Boca de la chimenea. Superficie exterior del fuste.	Cantidad de ácido procedente del <i>Downwash</i> .
2	Revestimiento interior en la zona de la boca.	Condensación ácida a la entrada de aire frío <i>Downwash</i> .
3	Revestimiento interior. Desde embocadura hasta la boca de salida.	Posible concentración en exceso.
4	Juntas entre tramos del revestimiento. Apoyos del revestimiento.	Entrada falsa de aire frío. Puentes fríos.
5	Tolva de evacuación de condensados.	Acumulación de condensados.



### Punto de rocío en función de la concentración de $SO_3$ en los humos

\* Solamente podemos hacer una relación parcial de los materiales disponibles como ejemplos de las diferentes marcas de materiales



**Zonas especialmente expuestas al peligro de ataque ácido en la chimenea**

CONDUCTO INTERNO DE 8.00 M. DE DIAMETRO

				SUPERFICIE m <sup>2</sup>	ESTADO	EVACUACION DEL CONDENSADO	CHOQUE TÉRMICO	ESTADO DE CORROSION	POSIBILIDAD DE EVACUACION	COSTE MILES DE MARCOS
Acero	1	∅ 8.00 t=3mm.	1.4529 180 to	7.500	0	-	++	+	++	7.600
Acero	2	∅ 8.00 t=3mm.	2.4605 180 to	7.500	++	-	++	++	++	14.000
Masilla con fibra de vidrio	3	∅ 8.00 t=5mm <sub>1/2</sub>	Entrada Acero	7.500	0	-	-	++	-	8.000
Borosilicato	4	∅ 8.00 t=38mm <sub>1/2</sub>	Borosilicato	7.500	+	-	+	++	-	7.000
Cerámico	5	∅ 8.00 t=100mm <sub>1/2</sub>	Calidad S4	7.500	++	+	++	++	0	6.000

++ MUY BIEN + BIEN 0 SATISFACTORIO - MAL

**Tabla de decisiones como base para la elección del material**

- Materiales GFK (masillas con fibras de vidrio).

- Construcciones de acero provistas de recubrimientos antiácidos.

- Recubrimientos de borosilicato (Pennguard) sobre diversas construcciones soporte.

**Zona 3.- Revestimiento interior desde embocadura hasta la boca de salida**

- Material cerámico antiácido S4 recibido con mortero antiácido. (DIN 1057).

- Aleaciones de aceros Ni-Cr-Mo, aceros de Ni-Fe-Cr.

- Estos materiales se pueden ejecutar como Wallpaper, Cladding o material entero.

- Materiales GFK (masillas con fibras de vidrio).

- Materiales de borosilicato (Penn-guard).

- Acero al carbono con recubrimiento antiácido.

**Zona 4.- Juntas entre tramos del revestimiento. Apoyos del revestimiento**

- Protección de plomo.

- Compensadores de material fluor-elastómero.

- Aleaciones de aceros Ni-Cr-Mo, aceros de Ni-Fe-Cr para tubos toma de muestras, sensores, mirillas, etc.

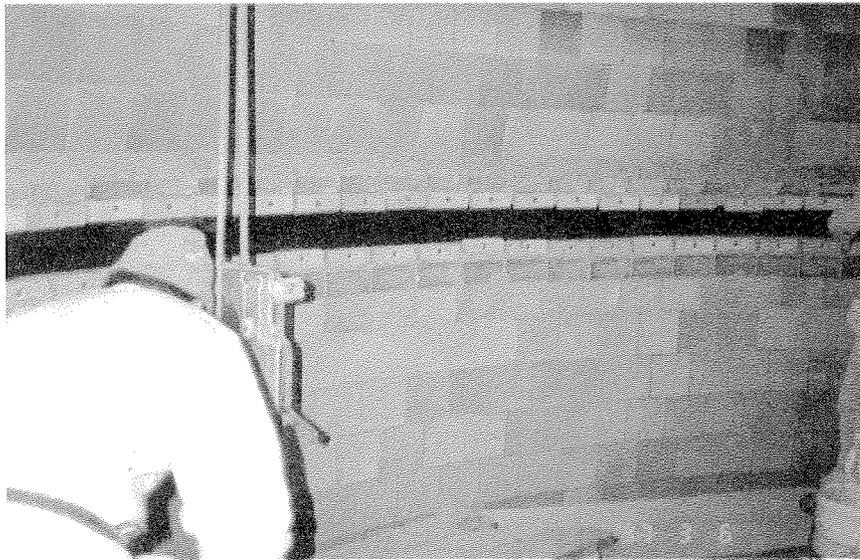
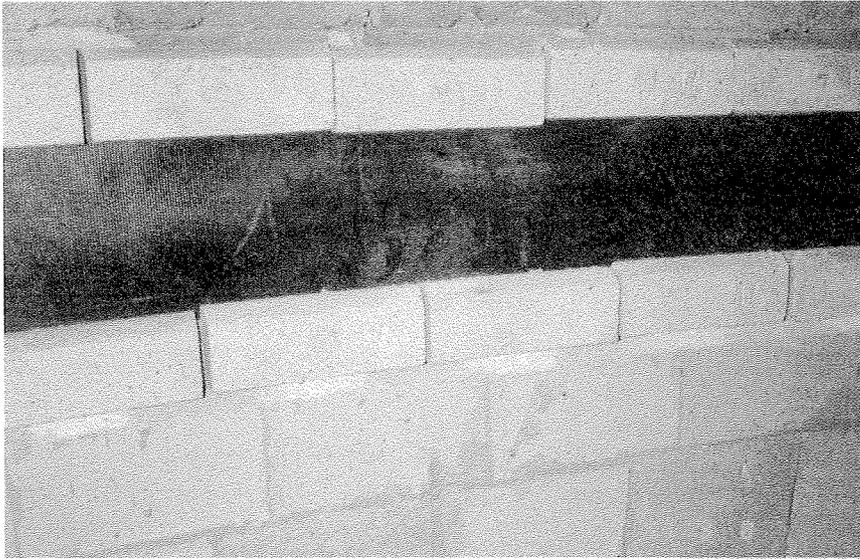
**Zona 5.- Tolva de evacuación de condensados**

- Aleaciones de aceros Ni-Cr-Mo, aceros de Ni-Fe-Cr.

- Materiales GFK (masillas con fibras de vidrio).

- Plástico.

- Acero al carbono con recubrimientos antiácidos o cerámicos.



## Conclusiones

En general, hay que considerar lo siguiente:

- Cuando más bajas sean las temperaturas de los humos, más crítica es la elección de los materiales antiácidos.

- En el caso de una desulfuración de los humos por vía húmeda, la temperatura del recalentamiento de los humos y las situaciones bypass son factores decisivos para elegir el material antiácido.

- En los procesos primarios de limpieza de humos, hay que hacer la selección según el tipo de combustible y teniendo en cuenta las temperaturas mínimas y máximas de los humos.

- Para la elección de la solución más económica también es decisiva la disponibilidad deseada de la instalación.

Hay que mencionar que todo el sistema de evacuación de humos de la chimenea debe estar diseñado de forma meditada y detallada para asegurarse que también en los puntos críticos, como son apoyos, zonas de juntas, elementos de dilatación, accesorios, etc, se eviten sobretensiones en los materiales y puentes fríos. Solamente así se podrá conseguir que no se produzcan enfriamientos de humos no controlados y se minimicen las cantidades de condensados.

Un caso especialmente crítico, con gran cantidad de condensados y alta concentración de ácido, se da cuando los humos procedentes de varias calderas se evacúan por un único conducto central juntándose en el revestimiento de la chimenea humos desulfurados y no desulfurados.

En estos casos no existen posibilidades de compromiso para la utilización de materiales antiácidos en la chimenea. Solamente se puede decidir utilizar materiales de la máxima resistencia al ácido con objeto de garantizar la disponibilidad de la instalación. ■