

## Chimeneas industriales de ladrillo helicoidales

Gracia López Patiño  
Arturo Martínez Boquera  
Luis de Mazarredo Aznar

La aparición de la máquina de vapor trae aparejada la construcción y desarrollo de una nueva tipología industrial edificatoria, que ha adquirido por sí misma un valor cultural y patrimonial, muy distinto al que fue ideado: las chimeneas de fábrica de ladrillo.

La función primordial, la que se deriva de las fuentes archivísticas, se refiere a cuestiones higienistas, las denuncias de vecinos por malos olores y los humos producidos por la falta de altura de las chimeneas, es decir, la conducción de humos y gases a una altura suficiente que no perjudique a seres vivos. La función consecuente afecta a términos económicos. El aumento de altura de la chimenea favorece el tiro de la misma y por tanto beneficia la combustión, haciendo posible la reducción de la cantidad de combustible necesario para la generación de vapor.

Las primeras chimeneas construidas en el siglo XIX se realizan a imagen y semejanza de modelos ingleses y franceses, debido a la importación de maquinaria y de ingenieros de estos países, avivados por el comercio de exportación-importación.

Es así como encontramos chimeneas con secciones cuadradas, adosadas primero a edificaciones y posteriormente aisladas con mayor porte, que evolucionan mejorando su oposición al empuje del viento convirtiéndose en pináculos de mayor altura y de sección circular y octogonal.

### EJEMPLARES DE CHIMENEAS HELICOIDALES

Para el desconocedor de las mismas todas las chimeneas parecen iguales, un obelisco de esbelto fuste

cuya terminación tiene un ligero ornato antes de dejar salir los humos, que una vez humearon. Sin embargo, cuando analizamos de cerca el elemento, descubrimos que visualmente tiene tres partes bien diferenciadas, base, caña o fuste y corona o remate (López, 2007), siendo las dos primeras variables en cuanto a sección y la última donde mayor variedad podemos encontrar.

El fuste de una chimenea suele ser de sección longitudinal con pendiente constante exterior y resaltes interiores cada cierta distancia, y de sección transversal constante en cuanto a su forma, pero variable en cuanto a dimensión, consecuencia directa de dicha sección longitudinal.

No obstante existe una variante, cuando la sección transversal gira sobre sí misma tomando como centro el eje longitudinal, desplazándose asimismo en vertical sobre dicho eje, convirtiendo el fuste de chimenea en un cuerpo de revolución, de sección variable. El hecho llega a máximas consecuencias cuando además el giro cambia de dirección a mitad de distancia.

No es frecuente encontrar este tipo de chimeneas y difícil descubrir algún tipo de información de las mismas, ya que antiguamente no era preceptivo el permiso municipal cuando la obra se encontraba dentro del recinto de una fábrica.

La razón por la que se construyó este tipo de chimeneas viene determinada a la sazón por el gusto estético del promotor y del constructor, sin menoscabo de las palabras, no referenciadas, de Gaudí que decía que si el humo sube retorciéndose, se le ayudaba en su salida dándole a las chimeneas forma helicoidal

Aún así, se tiene noticia de las siguientes chimeneas, algunas de las cuales ya han sido derribadas, siguiendo el esquema de las tipologías en planta más sencillas hasta las más complicadas.

### De sección circular

El aspecto de estas chimeneas es de un helicoides aunque la realidad es bien distinta. Se trata de chimeneas de sección circular, construidas con piezas en forma de cuña, de tamaño variable según la altura, que posee unas piezas especiales de cerámica que sobresalen de la superficie creada por los ladrillos aplantillados en cuña, piezas cuyo volado comprende una porción de sección circular. La pieza se coloca ocho veces en cada sección, con un pequeño y casi imperceptible desplazamiento horizontal en cada una

de las hiladas. Un mismo constructor Atilano Millás es el creador de estas chimeneas a finales de los años cuarenta y principio de los cincuenta.

La primera de ellas se encuentra en Mora, Toledo, de donde el constructor era oriundo, y corresponde a una antigua fábrica de jabones. En la actualidad la chimenea ha quedado integrada en un conjunto residencial

La segunda pertenece a la bodega de Francisco Isla en Villarta de San Juan, Ciudad Real, y tiene mayores dimensiones que la anterior, de la cual es copia a petición del propietario de la vinatera (Fig. 1).

Ambas chimeneas constan de base circular con arcos rematados en semicírculo, remarcados con la misma pieza que sirve para resaltar el cordón helicoidal. También se utiliza esta pieza para los salientes de la cornisa de la base, por encima del dentellado a sardinel, así como para el remate de la coronación (Fig. 2).



Figura 1  
Chimenea Bodega de Francisco Isla, Villarta de San Juan, Ciudad Real



Figura 2  
Detalle coronación Bodega de Francisco Isla, Villarta de San Juan, Ciudad Real

La dimensión más pequeña del diámetro del fuste en la jabonería implica que el remate de los cordones del fuste se realice en arco casi ojival, mientras que en la bodega se realiza semicircular como en la base.

### De sección cuadrada

Sin menoscabo de que puedan existir o haber existido otras, se han encontrado sólo dos ejemplares de este tipo. Uno de ellos correspondía a la chimenea ya derribada de A. Bianchini y Cía. Ingenieros, en el Poble Nou de Barcelona, y tenemos constancia de ella gracias a una tarjeta postal (Fig. 3).

La segunda, también cercana a Barcelona, en Esparreguera, pertenece a la colonia de Can Sedó que todavía muestra su esplendor (Fig. 4). Su cons-

trucción se atribuye a Amadeu Casals<sup>1</sup> en fecha desconocida, aunque anterior a 1899, donde aparece ya en un plano de esa fecha. La sociedad constituida por Miguel Puig y Compañía se estableció en la cuenca del río Llobregat, donde además existían buenas comunicaciones para suministro y distribución de los productos manufacturados. En 1846 el molino Can Broquetes es adquirido y en 1850 se comienza a trabajar a pleno rendimiento. En 1875 comienza la construcción del canal Cairat, que no se pondrá en funcionamiento hasta la etapa en que un nuevo propietario, Antonio Sedó, se hace con el conjunto adoptando su nombre con el que se conoce actualmente a la colonia. Es en esta etapa cuando culminará el proceso de crecimiento, formación y consolidación, incorporando la primera turbina en 1881.

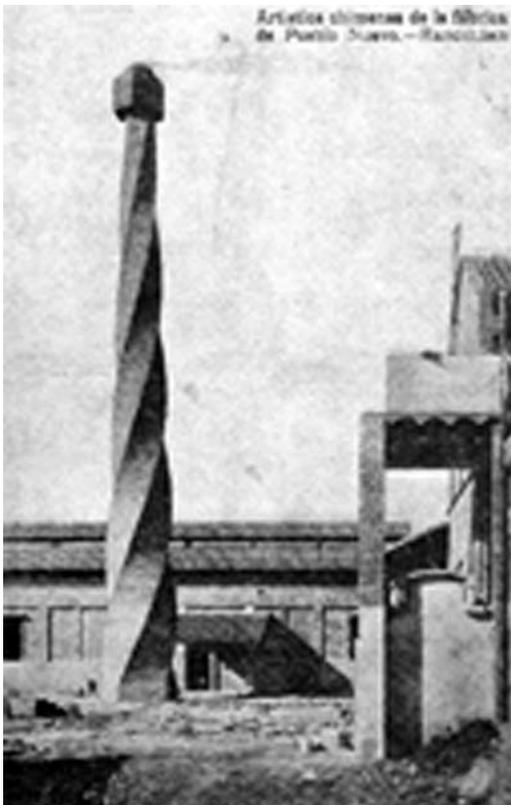


Figura 3  
Chimenea en el Poble Nou de Barcelona. Fuente: <http://www.xtec.es/~xripoll/indus9.htm>



Figura 4  
Chimenea en la colonia Can Sedó, Esparreguera, Barcelona. Autor: David Vicente

### De sección octogonal

La majestuosa chimenea que ha servido de inspiración a Santiago Calatrava para idear alguno de sus más controvertidos edificios como el de Malmö, perteneció a una fábrica de papel cuyo propietario fue Luis Layana Aguilar (Fig. 5). El primer expediente de solicitud de licencia para la construcción de unos almacenes en el camino de Peñarocha junto a la ermita del Ave María en Valencia data de 1903.<sup>2</sup> El maestro de obras por la Academia de San Carlos, Manuel García Sierra y Navarro, en nombre del propietario, repite las solicitudes en 1904 y 1914<sup>3</sup> con el fin de levantar unos cobertizos. En ninguno de los planos de los tres expedientes aparece la chimenea, lo cual puede hacernos dudar de la datación existente en una placa en su base con motivo del centenario de su construcción.



Figura 5  
Chimenea Papelera Layana, Valencia

Se dice que fue el propio Layana quien, basándose en las columnas de la Lonja de Valencia, diseñó la chimenea que evacuaría los humos de su factoría (Fig. 6).

La chimenea consta de una potente base de sección cuadrada con ligera pendiente, provista de podio, que en estos momentos se encuentra escondida bajo una capa de enfoscado que impide su correcta caracterización. Tras la cornisa que remata la misma con modillones escalonados, la transición al fuste viene determinada en curva convirtiendo cuatro lados en ocho. En cada una de las aristas la pieza correspondiente remata la esquina con una porción circular, que a su vez está ranurada diagonalmente en superficie (Fig. 7). Con la colocación de las piezas desplazadas horizontalmente unos milímetros por cada hilada se consigue el efecto de una larga sogá que gira alrededor de la esbelta caña.

De 1913 es la inscripción que aparece en la chimenea de la Sociedad de Albañiles La Constructora de



Figura 6  
Detalle columna de la Lonja de Valencia. Autor: José Luis Flores Tortoza



Figura 7  
Detalle pieza esquina chimenea Papelera Layana, Valencia



Figura 8  
Chimenea La Constructora, Alzira, Valencia

Alzira, que eleva su corona hasta los treinta y dos metros de altura (Fig. 8). Con un fuste que recuerda al de la chimenea de la fábrica de papel de Layana en Valencia, simplifica la pieza de esquina, manteniendo la forma de porción circular, pero alisando sus bordes. La base, provista de podio, también es de sección octogonal, como el fuste, por lo que no existe transición al mismo. El color oscuro de las molduras de la cornisa de la base singulariza ésta y contrasta con la alternancia en rojo y verde en cada uno de los simulados cordones que forman las piezas de esquina en su recorrido helicoidal, a diferencia de la de Layana en Valencia (Fig. 9). La corona actual ha sido sustituida en una restauración y no se poseen fotografías donde apreciar con detalle la correspondencia con el original.

Su constructor, Agustín Goig Palomares, fue el primero de una saga que durante tres generaciones se

dedicó a la construcción de chimeneas industriales de ladrillo (López, 2007), con ejemplos de chimeneas de fuste octogonal repartidos por parte del territorio español e incluso norte de África.

En el Molí de Sanromà en Reus, (Gerona) se encuentra una chimenea que dicen sirvió de modelo a Gaudí para realizar sus chimeneas de La Pedrera.

Emerge de la cubierta de una nave en Villena, un fuste helicoidal, de empresa alcoholera de la que se desconoce su nombre. Las piezas de esquina del fuste son las mismas utilizadas para el resto de chimeneas octogonales.

Quizás la última de las chimeneas helicoidales construida es la correspondiente a la alcoholera de Fábregas Mompeó en Tomelloso, Ciudad Real, construida en abril de 1964 (Fig. 10). El propietario de la bodega para la que sirvió la chimenea, Antonio Fábregas, permitió la arriesgada tarea al joven construc-



Figura 9  
Detalle cornisa base y cordón coloreado chimenea La Constructora

tor Antonio Jareño, que ideó un artilugio metálico giratorio y extensible para afrontar el trabajo. De profusa ornamentación en la base, realizada con ladrillos de distintos coloraciones, es apreciable que el fuste, realizado con ladrillo en dos colores contrastados, no tiene el desarrollo completo que le permitiría encarar los lados de la base con los lados de la corona.

#### De sección octogonal con giros múltiples en sentidos opuestos

La chimenea que ahora protagoniza el espacio de bienvenida de una conocida universidad privada en Alfara del Patriarca, Valencia, perteneció a un antiguo ladrillar llamado de Roc o de José María Grannell. La característica fundamental del monumento que sufrió una restauración que le ha sustituido parte



Figura 10  
Chimenea alcohólica Fábregas Mompeó, Tomelloso, Ciudad Real

de la zona superior del fuste y la corona, es el giro continuado de las secciones transversales alrededor del eje longitudinal (Fig. 11). La base, de sección octogonal corresponde a un raro ejemplo de forma escalonada, más ancha en su encuentro con el suelo. Comparando con la foto original de la chimenea, dedicada a ladrillar, se aprecia la falta de vueltas y altura originales. El trabajo manual se traduce en las mínimas imperfecciones que supone el desplazamiento horizontal y giro del ladrillo de esquina más visible en la arista viva a la que da lugar, que en una chimenea de sección recta longitudinal (Fig. 12).

Cercana en distancia a ésta última se encuentra en el Molino Real de Paterna, Valencia, otra chimenea con ese doble giro realizado una única vez, lo que da como resultado una chimenea que por sus proporciones ya es de menor envergadura, y por su giro más suave (Fig. 13).



Figura 11  
Chimenea tras la restauración, Alfara del Patriarca, Valencia

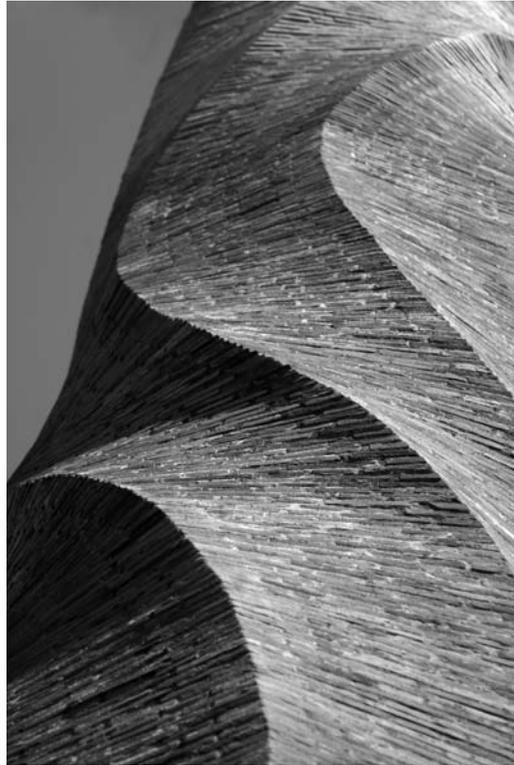


Figura 12  
Detalle del doble giro, Alfara del Patriarca, Valencia

#### DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA, ESTÉTICA Y DIMENSIONAL DE LA CHIMENEA DE LA FÁBRICA DE ANTONIO FÁBREGAS MOMPEÓ

El testimonio de Antonio Jareño, como único superviviente de una familia de constructores de chimeneas, que ha aprendido de la experiencia de otros constructores valencianos procedentes de Alzira, que, desplazados a Tomelloso dejaron su maestría esculpida en el horizonte de la localidad manchega, ha ayudado a reproducir los criterios de diseño y el proceso constructivo de esta colosal y monumental chimenea. Tiene en su haber una producción de más de 20 chimeneas, todas ellas esparcidas en el campo castellano de los alrededores de su localidad natal.

Con una altura de poco más de 40 metros desde la cimentación<sup>4</sup> la dimensión en planta del lado del oc-

tógono del podio de la base es de 1,26 m. por un metro de altura. El cuerpo central de la base disminuye su sección escalonadamente hasta que su dimensión se fija en 1,16 m. de lado.

Los ladrillos multicolores con una forma de molde distinta entre sí, tienen procedencia variada. Para el podio se utilizó un ladrillo con tres perforaciones en tabla, en color rojo, con piezas esquineras macizas, también de color rojo, pero distinto al de las piezas de esquina del resto de la chimenea, de una tonalidad ligeramente más oscura y procedencia valenciana. El cuerpo central de la base y fuste de la chimenea se realizaron en ladrillo extrusionado perforado amarillento procedente de La Roda. La decoración rombaleada de la base y el dentellado a sardinel de la cornisa de la base está realizado con ladrillo perforado en una tonalidad de rojo más anaranjado que las anteriores descritas. La dimensión de los ladrillos es



Figura 13  
Chimenea Molí Real, Paterna, Valencia

de  $24 \times 11 \times 5$  cm, teniendo una ligera variación en el tizón los ladrillos del podio.

La dimensión de la base rondaba los cinco metros de altura y el grueso, según el constructor, dos pies y medio, es decir, unos 60 cm. Hay que reseñar que, según testimonio de otros constructores que han realizado chimeneas de sección octogonal, el grueso de la base puede llegar a medir hasta 4 pies.

La cimentación se fundamenta sobre una resistente piedra tosca, y a base de hormigón, sin armadura, consta de una losa de unos 4 metros de diámetro y pocos centímetros de espesor. Un conducto bajo rasante en dirección norte, de unos 15 metros, comunicaba con la caldera.

El fuste se desarrolla con una sección decreciente con inclinación del 2,5 %. Con la dimensión de la boca superior de la chimenea y la altura que se necesita alcanzar se obtienen las dimensiones de la base.

La corona marca el sello del constructor, que utiliza el mismo modelo en toda su producción. Se trata de un prisma recto octogonal rematado en bulbo. En cada una de las caras aparece un rehundido como decoración, que en el bulbo se recarga con un motivo en cruz.

El interior de la chimenea se ajusta a la misma forma que en el exterior, es decir, también los humos y gases recorrerán esa helicoide, en su ascenso al exterior.

### CONSTRUCCIÓN

La forma de la mayoría de las chimeneas es circular, siendo la cuadrada menos frecuente y la octogonal particular de la zona levantina y su influencia. La sección circular exige ladrillos aplantillados curvos, cuestión que añade una dificultad especial; aunque también se construyen chimeneas circulares con ladrillos rectos, cuando el diámetro es tan grande que lo permite, sin perder la apariencia de curvatura. La forma octogonal precisa de ladrillos aplantillados especiales para las esquinas.

El proceso constructivo se desarrolla con un mínimo de cuatro operarios, aunque cinco es el recomendable: dos al pie de la chimenea, preparando morteros y ladrillos e izándolos con una polea, otro, que se encarga de apilar y suministrar el material en altura, unos dos metros por debajo de los dos últimos, que son los que levantan la fábrica.

El replanteo en la base es función de la altura: la dimensión de referencia suele ser el tamaño del hueco en la parte superior de la chimenea, aproximadamente 80 cm., que permite el trabajo de un operario actuando en su interior. Definido este parámetro y en función de la altura se determinan el resto de dimensiones, siguiendo unas sencillas reglas.

El empleo de andamios para el proceso constructivo está documentado. El caso de nuestra fuente es particular pues utiliza andamios hasta unos tres metros de longitud de fuste, que sumados a la base puede llegar a los 7-8 m. Sin embargo, la manera más habitual es prescindir de ellos, y trabajar desde dentro de la chimenea. En el caso del constructor de la chimenea de Tomelloso, conforme avanzan las paredes de la chimenea se van anclando en las esquinas unas barras de hierro o acero, que sirven como escaleras y apoyo de tableros, que constituyen las plata-

formas sobre las que los operarios trabajan y a su vez el punto de cuelgue de la polea que permite el transporte del material en altura.

Las chimeneas helicoidales se desarrollan igual que las rectas, pero dando a cada hilada de ladrillos un pequeño giro respecto a la hilada inferior, giro que se corresponde con un trabajo manual muy intuitivo

que le introduce una cierta imperfección a la arista viva. Esto hace que no haya diferencia entre estas dos formas de chimenea en cuanto a material empleado y peso; sin embargo, el aspecto formal cambia significativamente.

Para la realización de esta chimenea el constructor dispuso de una plantilla, con la correspondiente medida de la sección a tres metros de altura, teniendo en cuenta la pendiente del 2,5%, fijada por medio de andamiaje, manteniendo el centro de la sección con una plomada. Se unen los vértices del polígono de la base del fuste a los vértices de la plantilla con cables, y se gira la plantilla superior tanto como queramos darle al giro. Después de unos metros se continúa según intuición, de ahí las posibles imperfecciones.

La chimenea se divide verticalmente en tramos de dimensión entre 4 y 5 metros, en función de la altura. Cada tramo tiene un espesor de fi pie de ladrillo menos que el tramo inferior. Siendo el último tramo de fi pie. Así el espesor de la fábrica de la chimenea desde la parte superior hacia abajo sigue los espesores: fi pie, 1 pie, 1,5 pies etc. La disminución se realiza por escalones, en el interior de la chimenea. Este proceso responde sencillamente al concepto mecánico de aumentar el ancho y la sección en la parte inferior por consideraciones de estabilidad y capacidad resistente a las cargas gravitatorias acumuladas.

Esta economía de medios permite sin embargo una gran rapidez de ejecución. Una chimenea de unos 25-30 metros se puede construir entre 30 y 50 días.

#### ESTABILIDAD

Muy pocas chimeneas industriales se construyeron siguiendo un proyecto con sus cálculos correspondientes, si bien es cierto que estas construcciones surgen en época industrial cuando los conceptos de mecánica se empiezan a aplicar en el cálculo práctico de estructuras. Las chimeneas que se proyectaron con la aplicación de cálculos de estabilidad, sirvieron de modelo para muchas otras que se construyeron sin calcular. Los constructores levantaban las chimeneas siguiendo las pautas y reglas aprendidas de sus antecesores.

Las chimeneas tienen una esbeltez (relación alto/ancho) del orden de 10 o mayor. Este valor de la esbeltez parece que actualmente es el límite seguro, pues todas las construcciones en altura, incluidos los

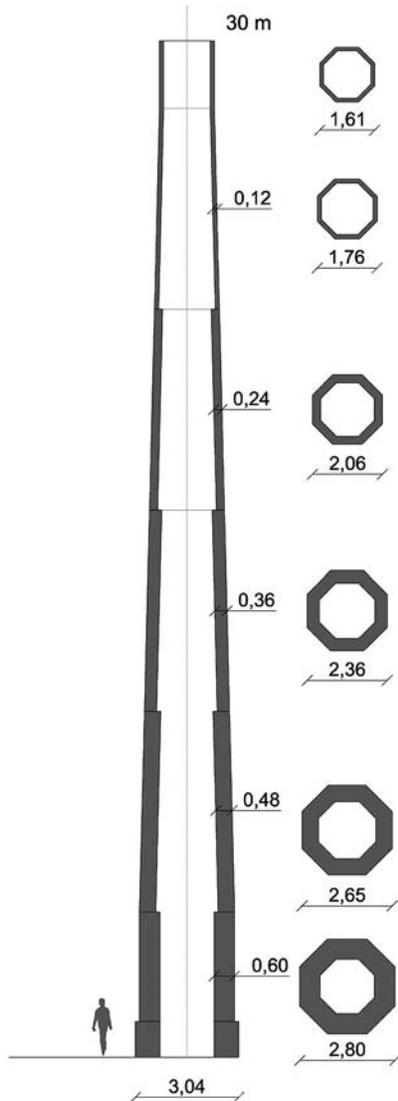


Figura 14  
Sección típica de chimenea

rascacielos, tienden como límite máximo una esbeltez de 10.

Tres aspectos son los que determinan la estabilidad de estas construcciones: La capacidad resistente al propio peso, la estabilidad frente al giro del apoyo y la resistencia al viento.

La esbeltez determina la estabilidad frente al vuelco por giro de la cimentación y frente a la acción del viento.

Las chimeneas rectas y helicoidales se comportan igual frente a cargas gravitatorias y estabilidad al vuelco. Frente a acciones eólicas puede haber ciertas diferencias, pues las de forma helicoidal presentan una variación del ángulo de incidencia del viento con las superficies. Esto puede provocar algún efecto de torsión; aunque se puede considerar muy poco significativo. Para evaluar con precisión la acción del viento sobre una chimenea helicoidal tendría que ser probado en laboratorio con un túnel de viento

### Capacidad resistente al propio peso

Bajo la hipótesis conservadora de considerar la resistencia de la fábrica de ladrillo a compresión de 2 N/mm<sup>2</sup>. y un peso específico de 1800 kp/m<sup>3</sup> se obtiene una altura máxima de chimenea de:

$$h \times 18 \frac{kN}{m^3} = 2000 \times \frac{kN}{m^2}; h = 111m.$$

Resulta evidente que para las chimeneas habituales cuya altura está entre 15 y 30 metros, el problema de estabilidad no es por las cargas gravitatorias de su propio peso.

La chimenea en estudio tiene un peso de 133,40 toneladas, que corresponde a una tensión de compresión en su base de 0,30 N/mm<sup>2</sup>, valor muy inferior a su capacidad resistente; resultando un coeficiente de seguridad superior a 5.

### Capacidad a vuelco

La estabilidad al vuelco de las chimeneas se plantea cuando por descentramiento de carga en la base del soporte, debido a desplomes por defecto constructivo o acciones accidentales, la cimentación gira provocando un desplome global de la chimenea. Sobre la cimentación se aplica la carga descentrada provocan-

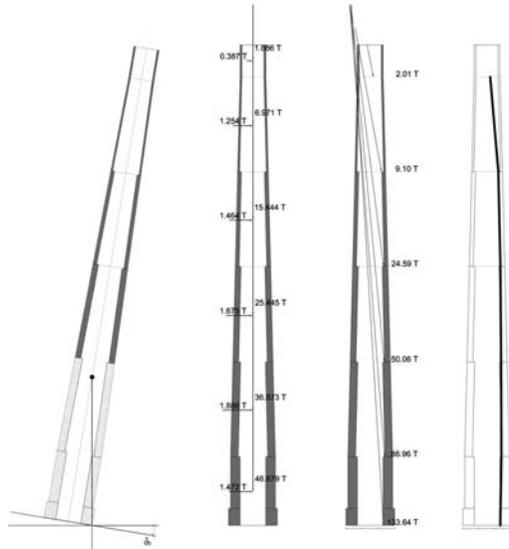


Figura 15  
Estabilidad al vuelco por giro de cimentación y comportamiento de la chimenea frente a la acción del viento

do una distribución de tensiones en el suelo variable. Si el suelo es blando y de baja capacidad portante puede provocar un giro en la cimentación.

El límite de seguridad frente al vuelco se produce cuando la vertical que pasa por el centro de gravedad de la chimenea está en el extremo de la base. Cuando la línea vertical de carga se sale de la base se produce el vuelco.

Aplicando a la chimenea en estudio resulta un ángulo de giro de 9,40° y un desplome del 15%. Esto supone una capacidad resistente del suelo muy baja y una cimentación escasa. Este modo de colapso es muy poco habitual y no se conocen datos documentales de casos de derrumbe por esta causa.

### Resistencia al viento

La acción más determinante que puede cuestionar la seguridad estructural de las chimeneas es, sin ninguna duda, la eólica. La extraordinaria esbeltez de estas construcciones hace que la relación entre carga gravitatoria y carga horizontal provocada por el viento no sea muy elevada, apareciendo flexiones en el fuste de la chimenea.

Para visualizar y entender este comportamiento se ha efectuado un análisis por equilibrio. Del levantamiento que se tiene de la chimenea se ha evaluado su peso y se ha trazado la línea de presiones de la acción combinada peso propio más acción del viento.

Se ha considerado una situación extrema para el viento, tomando la velocidad de viento de 160 km/h. que corresponde a vendaval próximo a huracán. Aplicando el cálculo en equilibrio por estática gráfica se ha trazado la línea de presiones. (Fig. 16).

Analizando el resultado obtenido se observa que la situación está en el límite. La línea de presiones se descentra de las secciones y sale fuera del núcleo central en muchas de ellas. Esto implica que la fábrica de ladrillo está sometida a tracciones, que pueden provocar fisuración horizontal. Las fisuras que aparecen en un arco de fábrica, que forma una estructura estable triarticulada no suelen ser problema para su estabilidad. En cambio las chimeneas son estructuras en voladizo que no pueden formar este «arco triarticulado», no se pueden acodalar, por lo que una vez fisuradas su colapso suele ser inmediato.

Otro aspecto importante que se observa es que en la parte superior de la chimenea las paredes son de fi pié y pesan poco, la línea de presiones se desplaza enseguida hacia el exterior de la sección. Descendiendo por el fuste las paredes aumentan de espesor y por lo tanto el peso; la línea de presiones se mantiene en su posición o incluso se centra. Esto indica que la fractura de la chimenea se suele producir no en la base sino en la parte alta del fuste.

Se pueden documentar algunos casos de colapso de chimeneas ante ráfagas muy fuertes del viento.

## NOTAS

Las fotografías donde no se ha nombrado autor o fuente están realizadas por Gracia López Patiño.

1. La colonia Sedó de Esparreguera. Bienes culturales nº 7. 2007
2. Archivo Municipal de Valencia PU año 1903 caja 10 exp 318
3. Archivo Municipal de Valencia PU año 1904 caja 11 exp 3713 y Archivo Municipal de Valencia PU año 1914 caja 7 exp 9089, respectivamente
4. En estos momentos la rasante del suelo está por encima del nivel de origen

## LISTA DE REFERENCIAS

- Heyman J. 1999. *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*. Instituto Juan de Herrera. ET-SAM.
- López Patiño, G. 2007. «Chimeneas industriales para una generación de constructores valencianos». En *Actas de Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, vol 2. coord. por Miguel Arenillas Parra, Cristina Segura Grañó, Francisco Bueno Hernández, Santiago Huerta Fernández. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Lourenço, P. B. 1996. *Computational strategies for masonry structures*. Tesis de doctorado. Delft, Holanda: Universidad Técnica de Delft.

## Revistas

2007. «La colonia Sedó de Esparreguera». *Bienes culturales* 7. Plan de Patrimonio Industrial. Ministerio de Cultura

## Archivos

- Archivo Municipal de Valencia PU año 1903 caja 10 exp 318.
- Archivo Municipal de Valencia PU año 1904 caja 11 exp 3713.
- Archivo Municipal de Valencia PU año 1914 caja 7 exp 9089.

