

Julio 2012

TÍTULO

Cálculo, diseño e instalación de chimeneas modulares

Calculation, design and installation of system chimneys.

Norme de calcul, conception et mise en oeuvre pour conduits de fumée modulaires.

CORRESPONDENCIA

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 123001:2009.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 123 *Chimeneas* cuya Secretaría desempeña AFECH.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 27006:2012

© AENOR 2012
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

75 Páginas

ÍNDICE

| | Página |
|--|---|
| 1 | OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN..... 5 |
| 2 | NORMAS PARA CONSULTA..... 5 |
| 3 | DEFINICIONES..... 6 |
| 4 | ELECCIÓN DE LA CHIMENEA: DESIGNACIÓN 11 |
| 4.1 | Generalidades 11 |
| 4.2 | Requisitos generales 11 |
| 4.3 | Requisitos específicos 14 |
| 4.4 | Resistencia a la corrosión ambiental de chimeneas metálicas y con conducto interior de plástico 24 |
| 5 | DISEÑO 25 |
| 5.1 | Generalidades 25 |
| 5.2 | Cálculo de la sección..... 25 |
| 5.3 | Instalación exterior 26 |
| 5.4 | Instalación interior 27 |
| 5.5 | Chimeneas individuales (un solo aparato)..... 28 |
| 5.6 | Chimeneas colectivas (más de un aparato)..... 31 |
| 5.7 | Preinstalación de chimeneas en edificios de nueva construcción 38 |
| 6 | REMATE DE LA CHIMENEA 40 |
| 6.1 | Diseño 40 |
| 6.2 | Distancias 40 |
| 7 | MEDICIÓN, INSPECCIÓN Y LIMPIEZA..... 44 |
| 8 | PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO 44 |
| 9 | SUPORTACIÓN DE LA CHIMENEA 45 |
| 10 | PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN 45 |
| 11 | PLACA DE LA CHIMENEA..... 46 |
| 12 | MANTENIMIENTO..... 47 |
| ANEXO A (Normativo) CÁLCULO Y DISEÑO DE CHIMENEAS COLECTIVAS CON CONDUCTO SECUNDARIO PARA GENERADORES TIPO B, ATMOSFÉRICOS 48 | |
| A.1 | Símbolos y definiciones 48 |
| A.2 | Datos de proyecto 48 |
| A.3 | Caudal de los productos de la combustión 49 |
| A.4 | Temperaturas de los productos de la combustión 51 |
| A.5 | Procedimiento de cálculo 55 |
| ANEXO B (Informativo) CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES 65 | |
| B.1 | Combustibles gaseosos 65 |
| B.2 | Combustibles líquidos 65 |
| B.3 | Combustibles sólidos 65 |

| | | |
|--|--|-----------|
| ANEXO C (Informativo) DATOS DE FUNCIONAMIENTO | | |
| DE LOS GENERADORES DE CALOR..... | | 66 |
| C.1 | Rendimiento (%) | 66 |
| C.2 | Contenido en volumen de CO₂ en los humos (%) y relación CO₂ máx./CO₂..... | 66 |
| C.3 | Coefficiente corrector c_c del exceso de aire..... | 66 |
| C.4 | Temperatura de los humos en salida de generador | 66 |
| C.5 | Depresión en hogares de generadores de calor | 67 |
| C.6 | Calor específico de los humos a presión constante | 67 |
| C.7 | Temperatura de rocío del vapor de agua | 68 |
| C.8 | Temperatura de rocío ácido | 68 |
| ANEXO D (Informativo) COEFICIENTES ξ DE PÉRDIDAS LOCALIZADAS..... | | 69 |
| D.1 | Curvas continuas a 90° | 69 |
| D.2 | Curvas de gajos a 90° de sección circular..... | 69 |
| D.3 | Cambios de dirección (sección circular o rectangular) | 70 |
| D.4 | Ramales (Tes) con flujo convergente (diámetro iguales) | 70 |
| D.5 | Variaciones de sección..... | 71 |
| D.6 | Terminaciones..... | 72 |
| D.7 | Rugosidades medias ficticias de materiales empleados en la fabricación o construcción de chimeneas (dependen de la calidad del acabado) | 72 |
| ANEXO E (Informativo) TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR | | 73 |
| ANEXO F (Normativo) CÁLCULO DE LA RESISTENCIA TÉRMICA DE LA CHIMENEA | | 74 |
| ANEXO G (Informativo) TABLA DE SELECCIÓN DEL TIPO DE PRESIÓN DE LA CHIMENEA | | 75 |

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de esta norma es establecer los criterios para el cálculo, el diseño y la instalación de chimeneas modulares para la evacuación de los productos de la combustión.

El campo de aplicación de esta norma son las instalaciones de todo tipo de chimeneas metálicas o de plástico, excepto las autoportantes, destinadas a la evacuación de gases de aparatos de combustión que formen parte de las instalaciones en los edificios, como son, entre otros: calderas, calentadores de agua caliente sanitaria, chimeneas de salón, estufas e insertables, equipos de cogeneración y micro-cogeneración, bombas de calor a gas, grupos electrógenos, bombas diesel contra incendios, hornos, y cocinas industriales a gas (potencia instalada superior a 20 kW).

Los criterios aplicables a chimeneas autoportantes vienen recogidos en la Norma UNE 123003 “Cálculo, diseño e instalación de chimeneas autoportantes”.

Las chimeneas conectadas a generadores que empleen combustibles diferentes a los recogidos en la tabla 1 están excluidas del campo de aplicación de esta norma, únicamente en lo que se refiere a la resistencia a la corrosión de su pared interior. El resto de requisitos especificados en la norma son, por tanto, de aplicación también a estas chimeneas. Entre los combustibles no contemplados en la tabla 1, se incluyen la madera adulterada o reciclada, los cereales, el biogás o el fuelóleo. La escasa homogeneidad de estos combustibles, unida a las extraordinarias propiedades corrosivas de los gases de combustión que generalmente producen, justifican un tratamiento específico, que ha de estudiarse para cada caso en particular.

En el anexo A se incluye el cálculo de chimeneas colectivas con conducto secundario en configuración multientrada que dan servicio a más de un generador atmosférico (tipo B), al no estar contemplado ningún método de cálculo para este tipo de instalaciones en la Norma UNE-EN 13384-2.

Esta norma es de aplicación, sin perjuicio de la existencia de otras normas o reglamentaciones específicas, a instalaciones de carácter industrial que regulan, entre otros, aspectos de tipo medioambiental, como por ejemplo la adecuada dispersión de los productos de la combustión en la atmósfera.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Los documentos que se citan a continuación son indispensables para la aplicación de esta norma. Únicamente es aplicable la edición de aquellos documentos que aparecen con fecha de publicación. Por el contrario, se aplicará la última edición (incluyendo cualquier modificación que existiera) de aquellos documentos que se encuentran referenciados sin fecha.

UNE-EN 1443 *Chimeneas. Requisitos generales.*

UNE-EN 1652 *Cobre y aleaciones de cobre. Chapas, bandas y discos para usos generales.*

UNE-EN 1856-1 *Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares.*

UNE-EN 1856-2 *Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2: Conductos interiores y conductos de unión metálicos.*

UNE-EN 13084-1 *Chimeneas autoportantes. Parte 1: Requisitos generales.*

UNE-EN 13384-1 *Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.*

UNE-EN 13384-2 *Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y fluido-dinámicos. Parte 2: Chimeneas que prestan servicio a más de un generador de calor.*

UNE-EN 14471 *Chimeneas. Chimeneas modulares con conductos interiores de plástico. Requisitos y métodos de ensayo.*

UNE-CEN/TR 1749 IN *Esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de la combustión (tipos).*

3 DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1 chimenea:

Estructura compuesta de una o varias paredes que encierran uno o varios pasos de gases que evacuan los productos de la combustión desde la salida del aparato que los genera hasta la cubierta del edificio. Esta estructura se compone habitualmente de un tramo horizontal o conducto de unión y de un tramo vertical.

3.2 chimenea individual:

Chimenea que presta servicio a un solo aparato.

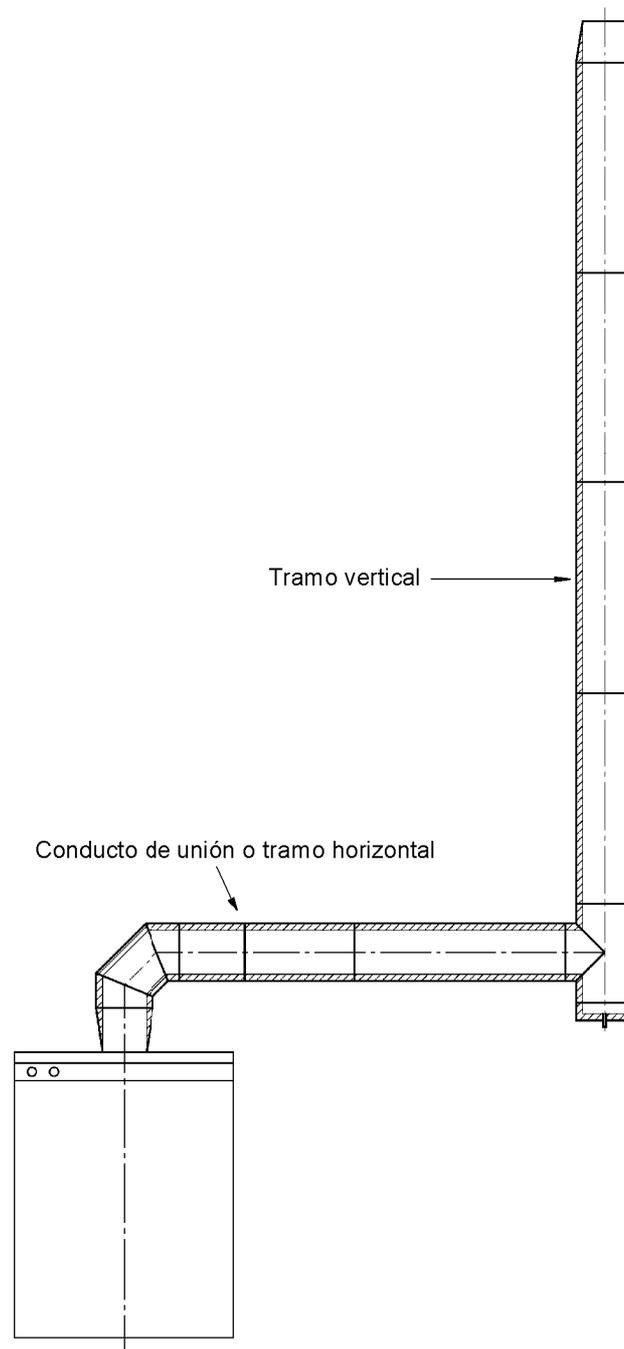


Figura 1 – Chimenea individual

3.3 chimenea colectiva:

Chimenea que presta servicio a más de un aparato.

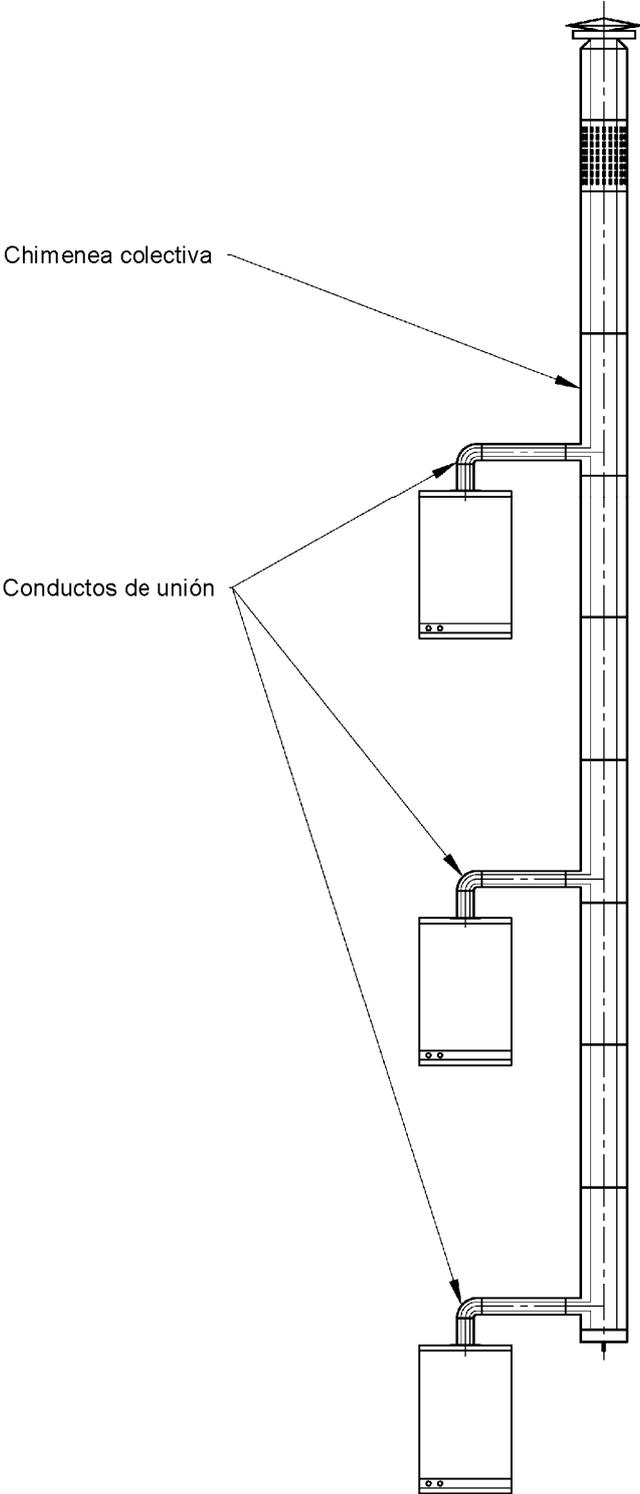


Figura 2 – Chimenea colectiva multientrada

3.4 chimenea concéntrica:

Chimenea compuesta de dos conductos concéntricos, en la cual el conducto interior se emplea para la evacuación de los gases de combustión, y el exterior para el suministro de aire de combustión de calderas estancas. Cuando el conducto interior es de doble pared con aislamiento intermedio, la chimenea se denomina de triple pared. Si dicho conducto es de pared simple la chimenea se denomina de dos paredes.

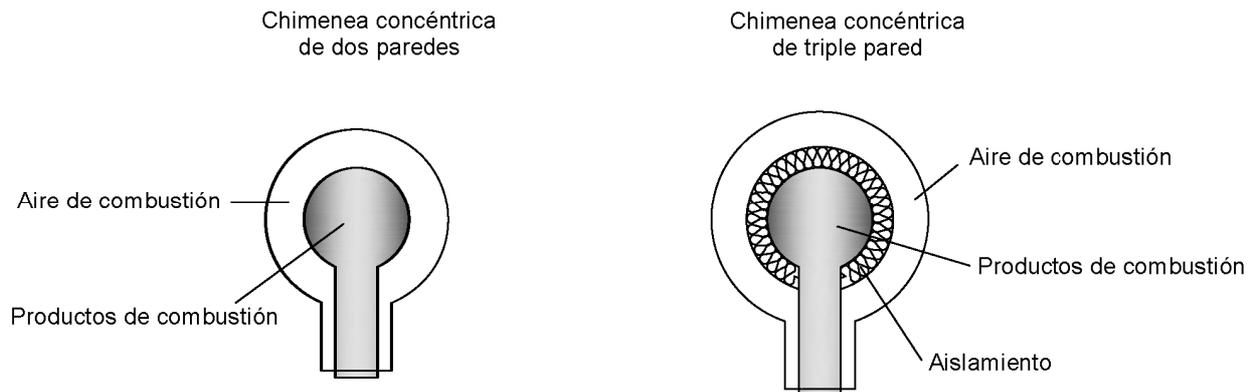


Figura 3 – Chimenea concéntrica de dos paredes y chimenea concéntrica de triple pared

3.5 Conducto de unión:

En chimeneas individuales equivale al tramo horizontal de la chimenea. En chimeneas colectivas en configuración multientrada es el conducto de evacuación de gases que conecta la salida del aparato con la chimenea colectiva. En chimeneas colectivas de configuración en cascada es el conducto de evacuación de gases que conecta la salida del aparato con el tramo horizontal de la chimenea colectiva o colector.

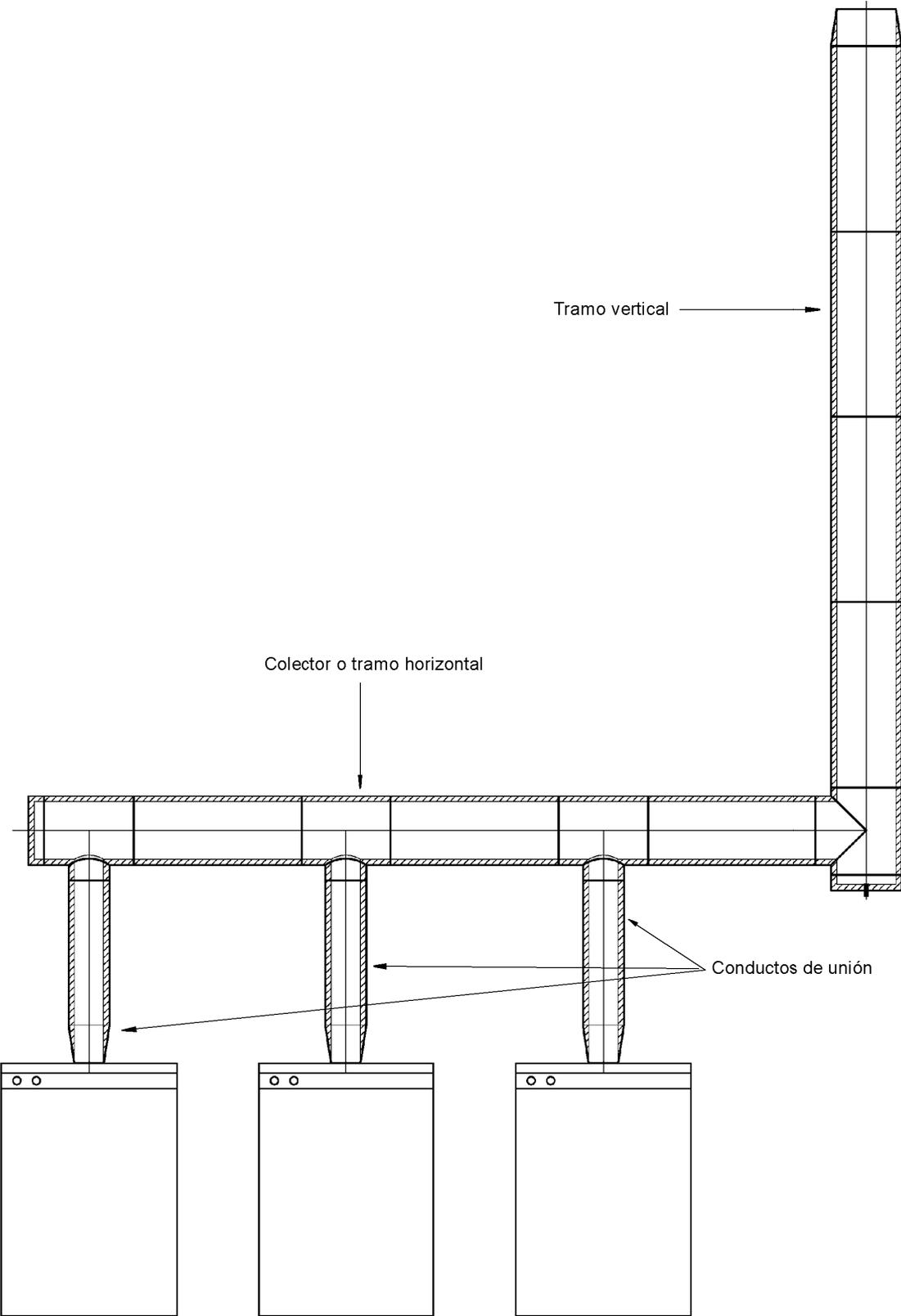


Figura 4 – Chimenea colectiva en cascada

4 ELECCIÓN DE LA CHIMENEA: DESIGNACIÓN

4.1 Generalidades

Todas las chimeneas, independientemente del material de su pared interior, se designan conforme a la Norma UNE-EN 1443 “*Chimeneas. Requisitos generales*”.

Por otra parte, las chimeneas metálicas tienen una designación específica según las Normas UNE-EN 1856-1 “*Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares*” y UNE-EN 1856-2 “*Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2: Conductos interiores y conductos de unión metálicos*”.

Las chimeneas de plástico tienen asimismo una designación propia según la Norma UNE-EN 14471 “*Chimeneas modulares con conductos interiores de plástico. Requisitos y métodos de ensayo*”.

4.2 Requisitos generales

4.2.1 Designación según la Norma UNE-EN 1443

Las chimeneas se designan según la Norma UNE-EN 1443 tal y como se muestra en el ejemplo siguiente:

| Chimenea | EN 1443 | T450 | N1 | D | 3 | G75 |
|--|---------|------|----|---|---|-----|
| Número de la norma | EN 1443 | | | | | |
| Nivel de temperatura | | T450 | | | | |
| Tipo de presión | | | N1 | | | |
| Resistencia a los condensados | | | | D | | |
| Resistencia a la corrosión | | | | | 3 | |
| Resistencia al fuego de hollín, seguida de la distancia mínima a los materiales combustibles | | | | | | G75 |

4.2.1.1 Nivel de temperatura

El nivel de temperatura de la chimenea elegida debe ser igual o superior a la temperatura de los gases de combustión del aparato, funcionando éste a su potencia nominal.

Los niveles de temperatura existentes son:

$$T600 > T450 > T400 > T300 > T250 > T200 > T160 > T140 > T120 > T100 > T080.$$

La temperatura de gases empleada en los ensayos térmicos de las chimeneas es superior al nivel de temperatura declarado por el fabricante. Esta diferencia proporciona un margen de seguridad al producto frente a una anomalía en el funcionamiento del aparato, que podría derivar en una temperatura de gases de combustión superior a la declarada por el fabricante del mismo. Este margen de seguridad es de + 20 °C hasta T100; + 30 °C desde T120 hasta T160; + 50 °C desde T200 hasta T300; y + 100 °C desde T400 hasta T600.

Sin embargo, al establecer el nivel de temperatura mínimo de la chimenea, puede ser necesario contar con un margen de seguridad adicional si se prevén fluctuaciones de consideración en la temperatura de los gases de combustión durante el funcionamiento normal del aparato. Éste es el caso, por ejemplo, de algunos aparatos que emplean combustible sólido, para los cuales se recomienda, en general, que el nivel de temperatura de la chimenea supere en al menos 50 °C la temperatura de los gases de combustión a potencia nominal declarada por el fabricante del aparato.

4.2.1.2 Tipo de presión

Los tipos de presión constituyen una medida de la estanquidad a los gases de las chimeneas, existiendo los siguientes niveles o clases:

$N1 > N2$, para chimeneas con presión negativa (tiro natural);

$P1 > P2$, para chimeneas con presión positiva (hasta 200 Pa);

$H1 > H2$, para chimeneas con alta presión positiva (hasta 5 000 Pa).

En el anexo G se incluye, a modo informativo, una guía para la selección del tipo de presión de la chimenea en función de la aplicación, y que recoge básicamente la casuística que a continuación se detalla.

4.2.1.2.1 Chimeneas individuales (un solo aparato)

4.2.1.2.1.1 Caso general

Si la chimenea se dimensiona para funcionamiento con presión negativa (tiro natural) de acuerdo con la Norma UNE-EN 13384-1, el tipo de presión debe ser, al menos, N1.

Si la chimenea se dimensiona para funcionamiento con presión positiva (tiro forzado) de acuerdo con la Norma UNE-EN 13384-1:

- el tipo de presión del tramo horizontal o conducto de unión debe ser P1 o H1 cuando la presión calculada en la boca de salida de los gases de combustión del aparato no supere los 200 Pa, y H1 cuando dicha presión sea superior a 200 Pa;
- cuando el tramo vertical de la chimenea discurra por el interior del edificio, el tipo de presión de dicho tramo debe ser al menos N1 cuando la presión calculada en el punto de conexión con el tramo horizontal o conducto de unión sea negativa; P1 o H1 cuando dicha presión sea positiva e inferior o igual a 200 Pa; y H1 cuando sea superior a 200 Pa;
- cuando el tramo vertical de la chimenea discurra por el exterior del edificio, el tipo de presión de dicho tramo debe ser al menos N1 cuando la presión calculada en el punto de conexión con el tramo horizontal o conducto de unión sea negativa; P1, P2, H1 o H2 cuando dicha presión sea positiva e inferior o igual a 200 Pa; y H1 o H2 cuando sea superior a 200 Pa.

NOTA En todos aquellos casos en los que se requiera un tipo de presión mínima N1, se considerarán válidas las clases de presión P1 o P2, y H1 o H2, correspondientes a chimeneas con presión positiva y alta presión positiva, respectivamente.

4.2.1.2.1.2 Chimeneas individuales conectadas a calderas de condensación

Debido al elevado riesgo de fuga de condensados que existe en las instalaciones con calderas de condensación, especialmente en los tramos horizontales de las chimeneas conectadas a ellas, los requisitos de estanquidad son más exigentes en comparación con los establecidos para el caso general.

Independientemente del método de cálculo empleado según la Norma UNE-EN 13384-1 (tiro natural o forzado), el tipo de presión del tramo horizontal o conducto de unión de la chimenea debe ser P1 o H1 cuando la presión calculada en la boca de salida de los gases de combustión de la caldera de condensación no supere los 200 Pa; y H1 cuando sea superior a 200 Pa.

Para el tramo vertical de chimenea es de aplicación el caso general.

4.2.1.2.2 Chimeneas colectivas (varios aparatos)

4.2.1.2.2.1 Caso general

Si la chimenea se dimensiona de acuerdo con la Norma UNE-EN 13384-2:

- el tipo de presión de los conductos de unión debe ser al menos N1 cuando la presión calculada en la boca de salida de los gases de combustión de los aparatos sea negativa; P1 o H1 cuando dicha presión sea positiva e inferior o igual a 200 Pa; y H1 cuando sea superior a 200 Pa;
- el tipo de presión de la chimenea colectiva debe ser al menos N1 cuando ésta se dimensione para trabajar con presión negativa (tiro natural); P1 o H1 cuando se dimensione con presión positiva, y ésta sea inferior o igual a 200 Pa; y H1 cuando dicha presión sea superior a 200 Pa.

Si la chimenea se dimensiona de acuerdo con el anexo A de esta norma (chimeneas colectivas con conducto secundario en configuración multientrada, que prestan servicio a generadores atmosféricos tipo B), el tipo de presión de la chimenea colectiva y de los conductos de unión debe ser, al menos, N1.

4.2.1.2.2.2 Chimeneas colectivas para calderas de baja temperatura o de condensación

En instalaciones colectivas con calderas de baja temperatura o de condensación, el riesgo de fuga de condensados se produce especialmente en las configuraciones en cascada, concretamente en el tramo horizontal de la chimenea colectiva o colector, debido a la baja velocidad de evacuación de los gases de combustión, que favorece la formación de condensados. En el caso de calderas de condensación, el riesgo de fuga es también elevado en los conductos de unión.

Cuando se emplean calderas de condensación, el tipo de presión de los conductos de unión debe ser P1 o H1 si la presión calculada en la boca de salida de los gases de combustión de los aparatos es inferior o igual a 200 Pa; y H1 si es superior a 200 Pa.

Cuando las calderas son de baja temperatura, el tipo de presión mínimo de los conductos de unión debe ser el mismo que el establecido para el caso general.

En las chimeneas colectivas dimensionadas para trabajar con presión negativa (tiro natural), y conectadas a calderas de baja temperatura o condensación, el tipo de presión debe ser:

- en instalaciones en cascada, P1 o H1 en el tramo horizontal o colector, y al menos N1 en el tramo vertical;
- en instalaciones multientrada, el mismo que el establecido para el caso general, es decir N1.

En chimeneas colectivas dimensionadas para trabajar en sobrepresión es de aplicación el caso general.

4.2.1.3 Resistencia a los condensados

Las clases de resistencia a los condensados son:

W (resistente) o D (no resistente).

En condiciones de trabajo húmedas (con presencia de condensados en el interior de la chimenea), la resistencia a los condensados debe ser W.

NOTA La clase W no garantiza por sí sola la ausencia de fugas de condensados en instalaciones con calderas de condensación, especialmente en los tramos horizontales o cuando el dimensionado se calcula con presión positiva (tiro forzado). Deben respetarse con especial cuidado las indicaciones del fabricante de la chimenea para este tipo de instalaciones.

4.2.1.4 Resistencia a la corrosión

La Norma UNE-EN 1443 define 3 clases de resistencia a la corrosión, clases 1, 2 y 3, en función de la capacidad de la pared interior de la chimenea para resistir el ataque corrosivo de los gases de combustión. La máxima resistencia a la corrosión se corresponde con la clase 3, y ésta va decreciendo, siendo la clase 1 la que presenta menor resistencia.

A su vez, los combustibles se agrupan en 3 tipos, tal y como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1 – Tipos de combustibles

| Combustibles | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 |
|--|---|---|---|
| Gaseosos | Gas natural | | |
| Líquidos | Queroseno: contenido en azufre $\leq 50 \text{ mg/m}^3$ | Gasóleo: contenido en azufre $\leq 0,2\%$ en masa Queroseno: contenido en azufre $> 50 \text{ mg/m}^3$ | Gasóleo: contenido en azufre $> 0,2\%$ en masa |
| Sólidos | | | Madera natural para hogares abiertos ¹⁾ Madera natural para hogares cerrados, estufas y calderas (leña, pellets, entre otros) |
| | | | Carbón |
| | | | Turba |
| 1) A los efectos de esta norma la madera para hogares abiertos se considera como combustible tipo 3, aunque la Norma UNE-EN 1443 la considera como combustible tipo 2. | | | |

En general, la clase de corrosión 1 es la mínima exigible para combustibles de tipo 1, la clase 2 para combustibles de tipo 2, y la clase 3 para combustibles de tipo 3, de acuerdo con lo establecido en la norma.

4.2.1.5 Resistencia al fuego de hollín

Las clases de resistencia al fuego de hollín son:

G (resistente) u O (no resistente).

Con aparatos que empleen combustible sólido, la clase de resistencia al fuego de hollín de la chimenea debe ser G.

4.3 Requisitos específicos

4.3.1 Chimeneas metálicas. Designación según las Normas UNE-EN 1856-1 y UNE-EN 1856-2

Las chimeneas designadas conforme a la Norma UNE-EN 1856-1 pueden emplearse en las instalaciones como tramo vertical, tramo horizontal, conducto de unión, y conducto interior para entubamiento.

Las chimeneas designadas conforme a la Norma UNE-EN 1856-2 pueden emplearse exclusivamente como conducto de unión o como conducto interior para entubamiento, según corresponda.

4.3.1.1 Chimeneas modulares metálicas

Todas las chimeneas modulares metálicas se designan conforme a la Norma UNE-EN 1856-1 según se muestra en el ejemplo siguiente:

| Chimenea | EN 1856-1 | T450 | N1 | W | Vm-L20040 | G50 |
|--|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| Número de la norma | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Nivel de temperatura | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Tipo de presión | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Resistencia a los condensados | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Resistencia a la corrosión, seguida de la especificación del material interior | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Resistencia al fuego de hollín, seguida de la distancia mínima a los materiales combustibles | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

4.3.1.2 Conductos interiores metálicos para entubamiento, rígidos o flexibles

Los conductos interiores metálicos para entubamiento deben ser rígidos. Como excepción, en renovación de chimeneas de obra existentes, cuando éstas presenten desvíos respecto a la vertical, se admite el empleo de conducto flexible si la geometría de dichos desvíos imposibilita la realización del entubamiento mediante conducto rígido.

Los conductos interiores metálicos para entubamiento, rígidos o flexibles, se designan conforme a la Norma UNE-EN 1856-2 según se muestra en el ejemplo siguiente:

| Chimenea | EN 1856-2 | T120 | P1 | W | V2-L50040 | O |
|--|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| Número de la norma | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Nivel de temperatura | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Tipo de presión | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Resistencia a los condensados | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Resistencia a la corrosión, seguida de la especificación del material interior | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Resistencia al fuego de hollín | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

4.3.1.3 Conductos de unión metálicos rígidos

Los conductos de unión metálicos rígidos se designan conforme a la Norma UNE-EN 1856-2 según se muestra en el ejemplo siguiente:

| Chimenea | EN 1856-2 | T400 | N1 | D | Vm-L40050 | G400 M |
|---|-----------|------|----|---|-----------|--------|
| Número de la norma | | | | | | |
| Nivel de temperatura | | | | | | |
| Tipo de presión | | | | | | |
| Resistencia a los condensados | | | | | | |
| Resistencia a la corrosión, seguida de la especificación del material interior | | | | | | |
| Resistencia al fuego de hollín, seguida de la distancia mínima a los materiales combustibles, y M: si se mide la distancia durante el ensayo, o NM: si no se mide | | | | | | |

No se permite la utilización de conductos flexibles como conductos de unión, y la Norma UNE-EN 1856-2 los excluye de su ámbito de aplicación.

4.3.1.4 Resistencia a la corrosión de chimeneas metálicas

4.3.1.4.1 Clases de resistencia a la corrosión

Existen dos posibilidades para designar una chimenea metálica en función de su resistencia a la corrosión:

- V1, V2 o V3, cuando el fabricante ha superado alguno de los tres ensayos de corrosión existentes;
- Vm, cuando el fabricante no ha realizado ningún ensayo de corrosión.

Las clases de resistencia a la corrosión de las chimeneas metálicas, V1, V2 y V3 garantizan, gracias a la superación del ensayo de corrosión correspondiente, que el proceso de producción del fabricante de la chimenea no deteriora significativamente las características de resistencia a la corrosión del material base empleado. Por ello, es siempre recomendable que la chimenea metálica seleccionada haya superado el ensayo de corrosión adecuado a cada aplicación, tal y como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 – Clases de resistencia a la corrosión recomendadas en función de la aplicación

| Condiciones de trabajo | Tipo de combustible 1 | Tipo de combustible 2 | Tipo de combustible 3 |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Secas (clase D) | V1, V2, V3 | V2, V3 | V2, V3 |
| Húmedas (clase W) | V1, V2 | V2 | - |

4.3.1.4.2 Material de la pared interior

La designación de la chimenea debe incluir, además de la clase de resistencia a la corrosión, la especificación del material de la pared interior de acuerdo con las Normas UNE-EN 1856-1 o UNE-EN 1856-2, según el caso.

En la tabla 3 se definen los materiales que son admisibles para su empleo como pared interior de las chimeneas metálicas, los cuales han sido agrupados en 4 clases denominadas MI3, MI2, MI1 y MI0, y que engloban las combinaciones de material y espesor mínimo que presentan características equiparables de resistencia a la corrosión. La idoneidad de estos materiales como pared interior de chimeneas ha sido contrastada mediante su uso durante años en multitud de instalaciones con resultados satisfactorios.

La máxima resistencia a la corrosión se corresponde con la clase MI3, y ésta va decreciendo a medida que la clase de material es menor, siendo MI0 la que agrupa a los materiales con menor resistencia a la corrosión de entre todos los admitidos.

Tabla 3 – Clases de material interior

| Clase de material según la Norma UNE 123001:2012 | Tipo de material admisible | Denominación | | Espesor mínimo rígido (flexible) | Designación del material según la Norma UNE-EN 1856 |
|--|---|--------------|----------------|----------------------------------|---|
| | | AISI | Europea | | |
| MI3 | Acero inoxidable | 904L | 1.4539 | 0,40 (0,10) | L70040 (L70010) |
| MI2 | Acero inoxidable | 316L | 1.4432 | 0,40 (0,10) | L60040 (L60010) |
| | Acero inoxidable | 316L | 1.4404 | 0,40 (0,10) | L50040 (L50010) |
| | Acero inoxidable | 316Ti | 1.4571 | 0,40 (0,10) | L50040 (L50010) |
| | Acero inoxidable | 316 | 1.4401 | 0,40 (0,10) | L40040 (L40010) |
| | Acero vitrificado por ambas caras ¹⁾ | – | – | 0,80 ²⁾ | L80080 |
| MI1 | Acero inoxidable | 444 | 1.4521 | 0,40 | L99040 |
| | Acero inoxidable | 304L | 1.4307 | 0,40 | L30040 |
| | Acero inoxidable | 304 | 1.4301 | 0,40 | L20040 |
| MI0 | Aluminio | – | EN AW – 6060 | 0,80 | L13080 |
| | Aluminio | – | EN AW – 1200 A | 0,80 | L11080 |
| | Aluminio | – | EN AW – 4047 A | 0,80 | L10080 |

1) Para funcionamiento en seco, sin condensaciones en el interior de la chimenea (D).
2) El espesor mínimo del acero vitrificado comprende el espesor del acero base más el recubrimiento de esmalte vítreo por ambas caras.

Los conductos interiores metálicos para entubamiento flexibles deben ser de doble capa, siendo lisa internamente su capa interior. Las dos capas del conducto deben tener el espesor mínimo establecido en la tabla anterior.

En las tablas 4 y 5 se relacionan las clases de material mínimas en función del tipo de combustible (véase 4.2.1.4), de la chimenea y del aparato empleado:

Tabla 4 – Clases mínimas de material interior en función de la aplicación. Chimeneas y conductos rígidos

| Chimeneas, conductos interiores rígidos y conductos de unión rígidos | Tipo de combustible 1 | Tipo de combustible 2 | Tipo de combustible 3 |
|---|---|------------------------------|--|
| Caldera genérica estándar | MI1 | MI1 | MI2 |
| Caldera genérica de baja temperatura | MI1 | MI2 | MI2 (chimenea aislada ¹⁾) |
| Caldera genérica de condensación | MI2 | MI2 | |
| Caldera estanca (tipo C) ²⁾ o atmosférica (tipo B) ²⁾ , de combustible gas, estándar o de baja temperatura, y potencia útil ≤ 70 kW | MI0 (conducto de unión o chimenea individual) MI1 (chimenea colectiva) | | |
| Chimenea de salón, estufa o insertable | MI1 | | MI2 |
| Grupo electrógeno, turbina o bomba contra incendios | MI1 | MI1 | |
| Grupo electrógeno con recuperador de calor (CHP), o equipo de micro-cogeneración | MI2 | MI2 | |
| Cocina industrial (potencia instalada > 20 kW) | MI1 | | |
| <p>1) Con el fin de limitar la formación de condensados, los cuales pueden resultar particularmente agresivos con algunos combustibles pertenecientes a este grupo, como por ejemplo algunos tipos de pellets, la chimenea debe estar convenientemente aislada. El valor mínimo de la resistencia térmica de la chimenea, calculado según el anexo F, debe ser de $0,4 \text{ m}^2\text{-K/W}$.</p> <p>2) Clasificación de aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de combustión (tipos), según el Informe UNE-CEN/TR 1749 IN.</p> | | | |

Tabla 5 – Clases mínimas de material interior en función de la aplicación. Conductos flexibles

| Conductos interiores flexibles | Tipo de combustible 1 | Tipo de combustible 2 | Tipo de combustible 3 |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Caldera genérica estándar | MI2 | MI2 | MI3 |
| Caldera genérica de baja temperatura | MI2 | MI3 | |
| Caldera genérica de condensación | MI3 | | |
| Chimenea de salón, estufa o insertable | MI2 | | MI3 |

4.3.1.5 Distancia a los materiales combustibles en conductos de unión

La distancia a los materiales combustibles de los conductos de unión metálicos de pared simple, conformes con la Norma UNE-EN 1856-2, y que estén conectados a chimeneas de salón, estufas e insertables de biomasa, debe ser, al menos, la equivalente a tres veces su diámetro nominal, pero nunca inferior a 375 mm.

Esta distancia puede reducirse a 1,5 veces el diámetro nominal, pero a no menos de 200 mm, si se emplea una protección adecuada contra la radiación por medio de un panel de material incombustible, situado entre el conducto de unión y los materiales combustibles adyacentes, de forma que se cree un espacio de aire ventilado entre dicho panel y los materiales combustibles a los que protege.

4.3.1.6 Tablas de selección de chimeneas metálicas

Con el fin de facilitar la elección de la chimenea metálica adecuada en función del tipo de aplicación, se incluyen a continuación unas tablas de selección rápida, que recogen las designaciones mínimas que cumplen los criterios establecidos en los puntos anteriores, para las aplicaciones más habituales.

Tal y como se estableció en el apartado anterior, las clases V1, V2 y V3 son recomendables aunque no obligatorias. Dichas clases aparecen en las tablas a modo informativo, indicando la clase mínima adecuada de entre las 3 existentes en función de la aplicación. La chimenea seguirá siendo válida si tiene clase de resistencia a la corrosión Vm en lugar de la indicada en las tablas, siempre y cuando cumpla el resto de características de la designación.

Los niveles de temperatura establecidos en las tablas constituyen a su vez un valor de referencia para aquellos casos en los que no se dispone del dato facilitado por el fabricante del aparato, que prevalecerá siempre sobre lo indicado en las tablas.

Las clases de material MI0, MI1, MI2 y MI3 son sustituidas en las designaciones empleadas por el fabricante de la chimenea, por la especificación según la Norma UNE-EN 1856 del material real empleado, de acuerdo con lo establecido en las tablas 4 y 5, respectivamente.

Ejemplo Una chimenea designada por el fabricante como EN 1856-1 T160 P1 W Vm-L40050 O30 cumple con la designación mínima T120 P1 W V1-MI2 O especificada en la tabla para calderas de condensación de gas. En este caso, el material empleado por el fabricante (L40050, equivalente a AISI 316 ó 1.4401 de espesor 0,5 mm) es de clase MI2 según lo establecido en la tabla 4, por lo que se considera válido.

Tabla 6 – Designaciones según aplicación. Combustible tipo 1. Chimeneas individuales y colectivas

| Tipo de combustible 1 | Chimeneas individuales | Chimeneas colectivas multientrada ¹⁾ | Chimeneas colectivas en cascada ¹⁾ |
|---|------------------------|---|---|
| | UNE-EN 1856-1 | UNE-EN 1856-1 | UNE-EN 1856-1 |
| Caldera genérica estándar | T250 N1 D V1-MI1 O | T250 N1 D V1-MI1 O | T250 N1 D V1-MI1 O |
| Caldera genérica de baja temperatura | T160 N1 W V1-MI1 O | T160 N1 W V1-MI1 O | T160 P1 ²⁾ W V1-MI1 O |
| Caldera genérica de condensación | T120 P1 W V1-MI2 O | T120 P1 W V1-MI2 O | T120 P1 W V1-MI2 O |
| Caldera estanca (tipo C), estándar o baja temperatura, y $P_n \leq 70$ Kw | T160 P1 W V1-MI0 O | T160 N1 W V1-MI1 O | T160 P1 ²⁾ W V1-MI1 O |
| Caldera estanca (tipo C), de condensación, y $P_n \leq 70$ Kw | T120 P1 W V1-MI2 O | T120 P1 W V1-MI2 O | T120 P1 W V1-MI2 O |
| Chimenea de salón, estufa o insertable genérico | T450 N1 D V1-MI1 O | | |
| Grupo electrógeno, turbina o bomba contra incendios | T600 H1 D V1-MI1 O | | |
| Grupo electrógeno con recuperador de calor (CHP), o equipo de microgeneración | T160 H1 W V1-MI2 O | | |

1) El dimensionado de las chimeneas colectivas se ha considerado en depresión para calderas estándar y de baja temperatura, y en sobrepresión para calderas de condensación.
2) El tramo vertical de la chimenea colectiva en estos casos puede ser de clase N1, de acuerdo con lo establecido en el punto 4.2.1.2.2.2.

Tabla 7 – Designaciones según aplicación. Combustible tipo 1. Conductos de unión y conductos para entubamiento

| Tipo de combustible 1 | Conductos de unión rígidos | Conductos interiores para entubamiento rígidos | Conductos interiores para entubamiento flexibles |
|---|----------------------------|--|--|
| | UNE-EN 1856-2 | UNE-EN 1856-2 | UNE-EN 1856-2 |
| Caldera genérica estándar | T250 N1 D V1-MI1 O | T250 N1 D V1-MI1 O | T250 N1 D V1-MI2 O |
| Caldera genérica de baja temperatura | T160 N1 W V1-MI1 O | T160 N1 W V1-MI1 O | T160 N1 W V1-MI2 O |
| Caldera genérica de condensación | T120 P1 W V1-MI2 O | T120 P1 W V1-MI2 O | T120 P1 W V1-MI3 O |
| Caldera estanca (tipo C), estándar o baja temperatura, y $P_n \leq 70$ Kw | T160 P1 W V1-MI0 O | T160 P1 W V1-MI0 O | T160 P1 W V1-MI2 O |
| Caldera estanca (tipo C), de condensación, y $P_n \leq 70$ Kw | T120 P1 W V1-MI2 O | T120 P1 W V1-MI2 O | T120 P1 W V1-MI3 O |
| Chimenea de salón, estufa o insertable genérico | T450 N1 D V1-MI1 O | T450 N1 D V1-MI1 O | T450 N1 D V1-MI2 O |
| Grupo electrógeno, turbina o bomba contra incendios | | T600 H1 D V1-MI1 O | |
| Grupo electrógeno con recuperador de calor (CHP), o equipo de microgeneración | | T160 H1 W V1-MI2 O | |

Tabla 8 – Designaciones según aplicación. Combustible tipo 2. Chimeneas individuales y colectivas

| Tipo de combustible 2 | Chimeneas individuales | Chimeneas colectivas multientrada | Chimeneas colectivas en cascada |
|---|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | UNE-EN 1856-1 | UNE-EN 1856-1 | UNE-EN 1856-1 |
| Caldera genérica estándar | T300 N1 D V2-MI1 O | T300 N1 D V2-MI1 O | T300 N1 D V2-MI1 O |
| Caldera genérica de baja temperatura | T200 N1 W V2-MI2 O | T200 N1 W V2-MI2 O | T200 P1 ¹⁾ W V2-MI2 O |
| Caldera genérica de condensación | T120 P1 W V2-MI2 O | T120 N1 W V2-MI2 O | T120 P1 ¹⁾ W V2-MI2 O |
| Grupo electrógeno, turbina o bomba contra incendios | T600 H1 D V2-MI1 O | | |

1) El tramo vertical de la chimenea colectiva en estos casos puede ser de clase N1, de acuerdo con lo establecido en el punto 4.2.1.2.2.2.

Tabla 9 – Designaciones según aplicación. Combustible tipo 2. Conductos de unión y conductos para entubamiento

| Tipo de combustible 2 | Conductos de unión rígidos | Conductos interiores para entubamiento rígidos | Conductos interiores para entubamiento flexibles |
|---|----------------------------|--|--|
| | UNE-EN 1856-2 | UNE-EN 1856-2 | UNE-EN 1856-2 |
| Caldera genérica estándar | T300 N1 D V2-MI1 O | T300 N1 D V2-MI1 O | T300 N1 D V2-MI2 O |
| Caldera genérica de baja temperatura | T200 N1 W V2-MI2 O | T200 N1 W V2-MI2 O | T200 N1 W V2-MI3 O |
| Caldera genérica de condensación | T120 P1 W V2-MI2 O | T120 P1 W V2-MI2 O | |
| Grupo electrógeno, turbina o bomba contra incendios | | T600 H1 D V2-MI1 O | |

Tabla 10 – Designaciones según aplicación. Combustible tipo 3. Chimeneas individuales y colectivas

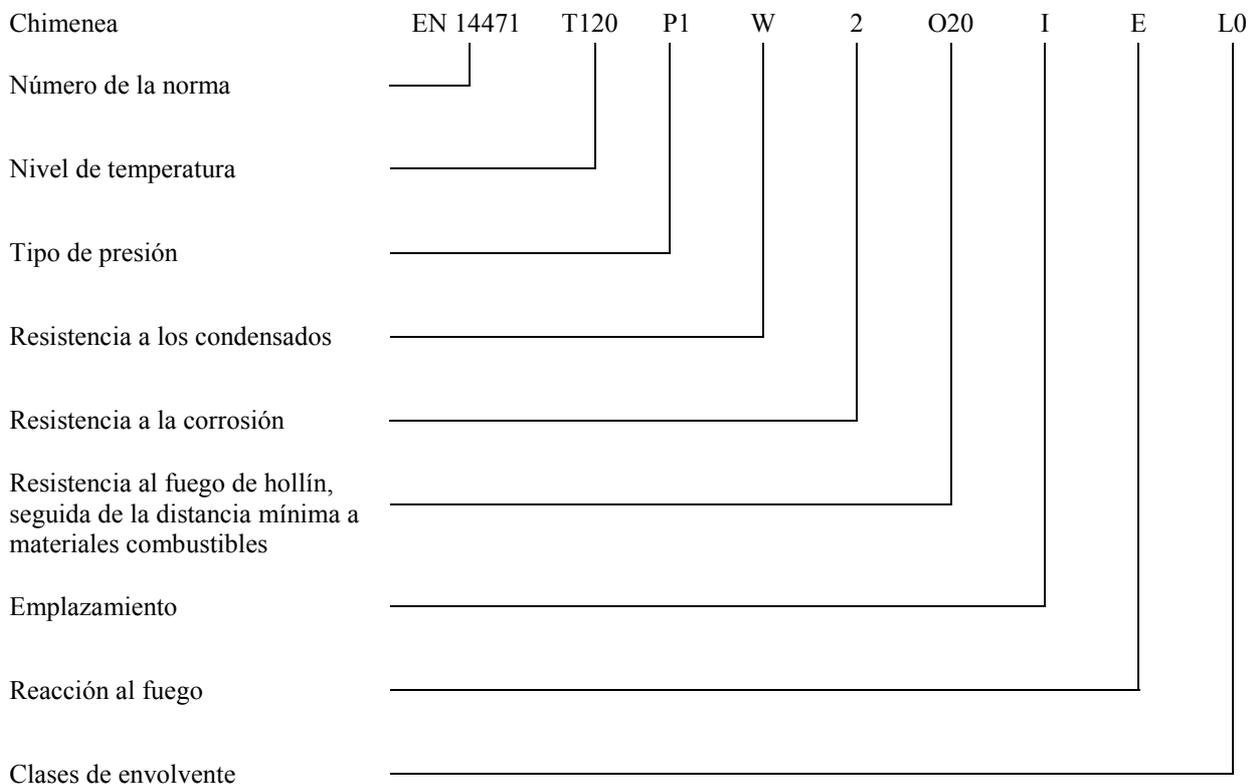
| Tipo de combustible 3 | Chimeneas individuales | Chimeneas colectivas multientrada | Chimeneas colectivas en cascada |
|---|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| | UNE-EN 1856-1 | UNE-EN 1856-1 | UNE-EN 1856-1 |
| Caldera genérica | T450 N1 D V3-MI2 G | | |
| Caldera genérica de baja temperatura | T200 N1 W V2-MI2 G | | |
| Chimeneas de salón abiertas | T400 N1 D V3-MI2 G | | |
| Chimeneas de salón cerradas, estufas o insertables, de leña | T450 N1 D V3-MI2 G | | |
| Chimeneas de salón, estufas o insertables, de pellets | T200 N1 D V3-MI2 G | | |

Tabla 11 – Designaciones según aplicación. Combustible tipo 3. Conductos de unión y conductos para entubamiento

| Tipo de combustible 3 | Conductos de unión rígidos | Conductos interiores para entubamiento rígidos | Conductos interiores para entubamiento flexibles |
|---|----------------------------|--|--|
| | UNE-EN 1856-2 | UNE-EN 1856-2 | UNE-EN 1856-2 |
| Caldera genérica | T450 N1 D V3-MI2 G | T450 N1 D V3-MI2 G | T450 N1 D V3-MI3 G |
| Caldera genérica de baja temperatura | | | |
| Chimeneas de salón abiertas | T400 N1 D V3-MI2 G | T400 N1 D V3-MI2 G | T400 N1 D V3-MI3 G |
| Chimeneas de salón cerradas, estufas o insertables, de leña | T450 N1 D V3-MI2 G | T450 N1 D V3-MI2 G | T450 N1 D V3-MI3 G |
| Chimeneas de salón, estufas o insertables, de pellets | T200 N1 D V3-MI2 G | T200 N1 D V3-MI2 G | T200 N1 D V3-MI3 G |

4.3.2 Requisitos específicos para chimeneas de plástico. Designación según la Norma UNE-EN 14471

Todas las chimeneas modulares con conducto interior de plástico se designan conforme a la Norma UNE-EN 14471 según se muestra en el ejemplo siguiente:



Los conductos de plástico para entubamiento deben ser rígidos. Como excepción, en renovación de chimeneas de obra existentes, cuando éstas presenten desvíos respecto a la vertical, se admite el empleo de conducto flexible si la geometría de dichos desvíos imposibilita la realización del entubamiento mediante conducto rígido.

No se permite la utilización de conductos flexibles como tramos horizontales o conductos de unión.

4.3.2.1 Resistencia a la corrosión de chimeneas de plástico

Existen dos clases de resistencia a la corrosión para las chimeneas de plástico: clase 1 y clase 2. Las chimeneas de clase 2 presentan una mayor resistencia a la corrosión que las de clase 1.

La clase de corrosión 1 es la mínima exigible para combustibles de tipo 1, y la clase 2 para combustibles de tipo 2.

4.3.2.2 Emplazamiento

Las clases de emplazamiento existentes son:

I (instalación interior) o E (instalación interior o exterior).

Las chimeneas instaladas por el exterior del edificio deben tener una clase de emplazamiento E.

4.3.2.3 Reacción al fuego y clase de envolvente

Las clases de reacción al fuego existentes son:

A1 (no contribución al fuego, incombustible) > A2 (no contribución al fuego, incombustible) > B (contribución muy limitada al fuego) > C (contribución limitada al fuego) > D (contribución no despreciable al fuego) > E (malas propiedades de reacción al fuego) > F (sin criterio de prestaciones).

Las clases de envolvente existentes son:

L0 (con envolvente incombustible), L (sin envolvente) y L1 (con envolvente combustible).

Las chimeneas de plástico que discurran por el interior de locales habitables o salas de máquinas deben ser de clase L0 (con envolvente incombustible).

Las chimeneas de plástico de clase L o L1, es decir, sin envolvente (pared simple) o con envolvente combustible, que discurran por el interior del edificio, deben disponer de un cerramiento de material incombustible (clase mínima de reacción al fuego A2-s1,d0), en el que pueden ir acompañadas exclusivamente de otras chimeneas con un nivel de temperatura igual o inferior al suyo.

Todas las chimeneas con conducto interior de plástico que vayan instaladas por el exterior del edificio deben ser clase L0, es decir con envolvente incombustible, debiéndose cumplir además los requisitos que se establecen en el apartado 4.3.3.

La clase mínima de reacción al fuego de las chimeneas de plástico debe ser:

- E (malas propiedades de reacción al fuego) para chimeneas de clase L0 (con envolvente incombustible);
- B-s1,d0 para chimeneas de clase L o L1, es decir, sin envolvente (pared simple) o con envolvente combustible.

4.3.2.4 Tablas de selección de chimeneas de plástico

Con el fin de facilitar la elección de las chimeneas de plástico adecuadas para las aplicaciones más habituales, se incluyen a continuación unas tablas de selección rápida, que recogen las designaciones mínimas que cumplen los criterios establecidos en los puntos anteriores.

Tabla 12 – Designaciones según aplicación. Combustible tipo 1

| Tipo de combustible 1 | Instalación interior, en locales habitables o salas de máquinas | Instalación interior, con cerramiento incombustible (en patinillo o galería de obra, por ejemplo) | Instalación exterior |
|----------------------------------|---|---|----------------------|
| Caldera genérica de condensación | T120 P1 W 1 O I E L0 | T120 P1 W 1 O I E L0 T120 P1 W 1 O I B L1 T120 P1 W 1 O I B L | T120 P1 W 1 O E E L0 |

Tabla 13 – Designaciones según aplicación. Combustible tipo 2

| Tipo de combustible 2 | Instalación interior, en locales habitables o salas de máquinas | Instalación interior, con cerramiento incombustible (en patinillo o galería de obra, por ejemplo) | Instalación exterior |
|----------------------------------|---|---|----------------------|
| Caldera genérica de condensación | T120 P1 W 2 O I E L0 | T120 P1 W 2 O I E L0 T120 P1 W 2 O I B L1 T120 P1 W 2 O I B L | T120 P1 W 2 O E E L0 |

4.4 Resistencia a la corrosión ambiental de chimeneas metálicas y con conducto interior de plástico

La resistencia a la corrosión ambiental, a pesar de no estar presente como característica en la designación de las chimeneas, constituye un factor determinante en la durabilidad de la instalación.

A continuación se definen los materiales que son admisibles para su empleo como pared exterior de las chimeneas metálicas y de las chimeneas con conducto interior de plástico. Estos materiales han sido agrupados en 4 clases denominadas ME3, ME2, ME1, ME0+ y ME0, y que engloban las combinaciones de material y espesor mínimo que presentan características equiparables de resistencia a la corrosión ambiental. La idoneidad de estos materiales como pared exterior de chimeneas ha sido contrastada mediante su uso durante años en multitud de instalaciones con resultados satisfactorios.

La máxima resistencia a la corrosión se corresponde con la clase ME3 y ésta va decreciendo a medida que la clase de material es menor, siendo ME0 la que agrupa a los materiales con menor resistencia a la corrosión ambiental de entre todos los admitidos.

Tabla 14 – Clases de material exterior

| Clase de material según la Norma UNE 123001:2012 | Tipo de material | Denominación | | Espesor mínimo rígido |
|--|-------------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|
| | | AISI | Europea | |
| ME3 | Acero inoxidable | 904L | 1.4539 | 0,40 |
| ME2 | Acero inoxidable | 316L | 1.4432 | 0,40 |
| | Acero inoxidable | 316L | 1.4404 | 0,40 |
| | Acero inoxidable | 316Ti | 1.4571 | 0,40 |
| | Acero inoxidable | 316 | 1.4401 | 0,40 |
| ME1 | Acero inoxidable | 444 | 1.4521 | 0,40 |
| | Acero inoxidable | 304L | 1.4307 | 0,40 |
| | Acero inoxidable | 304 | 1.4301 | 0,40 |
| | ME0/ME0+ lacado ¹⁾ | – | – | 0,40 ²⁾ |
| | Cobre | – | Según Norma UNE-EN 1652 | 0,50 |
| ME0+ | Acero inoxidable | 430Ti | 1.4510 | 0,40 |
| | Acero inoxidable | 430 | 1.4016 | 0,40 |
| ME0 | Aluminio | – | EN AW – 6060 | 0,80 |
| | Aluminio | – | EN AW – 1200 A | 0,80 |
| | Aluminio | – | EN AW – 4047 | 0,80 |
| | Acero aluminizado | – | 1.0226 AS120 | 0,40 |
| | Aluzinc | – | 1.0226 AZ150 | 0,40 |
| | Acero galvanizado | – | 1.0226 Z275 | 0,40 |

1) Características mínimas del lacado: Pintura en polvo, con alta resistencia a la intemperie y máxima solidez a la luz. Espesor mínimo 60 µ.
2) El espesor mínimo se refiere únicamente al acero base, sin contar el recubrimiento del lacado.

En la tabla 15 se relacionan las clases mínimas de material exterior en función de las condiciones ambientales del entorno:

Tabla 15 – Clases mínimas de material exterior en función de las condiciones del entorno

| Condiciones del entorno | Clase de material exterior según la Norma UNE 123001:2012 |
|--|---|
| Instalación interior en ambiente no contaminado (locales habitables, patinillos, galerías de obra,...) | ME0 |
| Instalación interior en locales técnicos (salas de máquinas, cocinas industriales,...) | ME0+ |
| Instalación en patio de ventilación interior | ME1 |
| Instalación exterior en zona alejada de la costa y poco contaminada | ME1 |
| Instalación exterior en zona costera o en zona industrial con ambiente contaminado | ME2 |
| Instalación interior y ambiente contaminado, con presencia de Cl u otros agentes corrosivos (piscinas, lavanderías,...) | ME2 |
| Instalación en ambientes especialmente agresivos o particularmente sensibles a corrosión (plataformas marítimas, barcos, laboratorios químicos...) | ME3 |

5 DISEÑO

5.1 Generalidades

Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones se debe producir, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

5.2 Cálculo de la sección

El cálculo de la sección de las chimeneas debe realizarse de acuerdo con lo establecido en las normas siguientes:

- UNE-EN 13384-1 para chimeneas individuales (conectadas a un solo aparato);
- UNE-EN 13384-2 para chimeneas colectivas (conectadas a más de un aparato), excepto las chimeneas colectivas con conducto secundario en configuración multientrada que prestan servicio a más de un generador atmosférico (tipo B), para las cuales se debe aplicar el anexo A de esta norma.

Las chimeneas colectivas multientrada que presten servicio a calderas estancas (tipo C) de condensación, que empleen combustible tipo 1 y cuya potencia útil sea inferior o igual a 70 kW, pueden dimensionarse para funcionar con presión positiva interior según el procedimiento descrito en la Norma UNE-EN 13384-2, siempre y cuando se cumplan los siguientes condicionantes:

- el fabricante de la caldera debe indicar que ésta es apta para conectarse a un sistema colectivo multientrada en sobrepresión;
- cada una de las calderas debe incorporar una válvula antirretorno que impida, en situación apagada, el paso de los gases de combustión provenientes de las calderas en funcionamiento, desde la chimenea hacia la propia caldera apagada. Esta válvula debe ser suministrada por el fabricante de la caldera, o en su defecto, estar validada por él;

- cada una de las conexiones debe incorporar, en un sitio visible, una etiqueta o placa con las siguientes indicaciones:
 - descripción del sistema: Chimenea colectiva en sobrepresión,
 - fabricante y modelo de la chimenea,
 - diámetro y materiales de la chimenea, y diámetro de las conexiones,
 - tipología y potencia máxima de las calderas a conectar,
 - datos del instalador, y fecha de instalación,
- las conexiones a la chimenea no deben quedar abiertas en ningún caso. Para ello, las conexiones sin caldera, sea una situación provisional o definitiva, deben incorporar una tapa estanca, que evite las fugas de gases provenientes de las calderas en funcionamiento hacia el exterior.

Las chimeneas colectivas en cascada que presten servicio a calderas de condensación con combustible tipo 1, pueden dimensionarse para funcionar con presión positiva interior según el procedimiento descrito en la Norma UNE-EN 13384-2, siempre y cuando se cumplan los condicionantes anteriores, con las siguientes salvedades:

- el fabricante de la caldera debe indicar que ésta es apta para conectarse a un sistema colectivo en cascada y sobrepresión;
- puede prescindirse de las válvulas antirretorno si se comprueba mediante cálculo que no existe sobrepresión en el interior de la chimenea cuando una de las calderas esté en situación apagada, y el resto funcionando a potencia máxima, en todas las combinaciones posibles;
- la etiqueta o placa de instalación puede ser única para cada chimenea, siempre que esté ubicada en una zona visible y próxima a las conexiones de las calderas.

5.3 Instalación exterior

5.3.1 Generalidades

Las chimeneas que discurran por el exterior del edificio deben estar convenientemente aisladas, o ventiladas en el caso de chimeneas concéntricas.

La temperatura de la pared exterior no debe superar los 70 °C en condiciones normales de funcionamiento.

El valor mínimo de la resistencia térmica de las chimeneas aisladas, calculado según el anexo F, debe ser de 0,4 m²·K/W.

Las chimeneas concéntricas pueden ser de dos paredes si la temperatura de los gases de combustión a potencia nominal es igual o inferior a 160 °C, el combustible empleado es tipo 1 y la potencia total conectada es inferior a 400 kW.

Las chimeneas deben estar provistas de una envolvente metálica exterior que rodee al conducto interior, que cumpla con los requisitos mínimos de resistencia a la corrosión ambiental establecidos en el apartado 4.4 y que aporte la estabilidad mecánica al conjunto.

En caso de reforma de instalaciones existentes, cuando los antiguos generadores se sustituyan por calderas de condensación estancas (tipo C), que empleen combustible tipo 1 y cuya potencia útil sea inferior o igual a 70 kW, las chimeneas metálicas, sean individuales o colectivas, pueden ser de pared simple, siempre que discurran por patio interior de ventilación, no exista riesgo de contacto humano accidental, y la potencia total conectada (en el caso de chimeneas colectivas) sea inferior a 400 kW.

5.3.2 Consideraciones particulares sobre chimeneas de plástico

Los terminales de las chimeneas con conducto interior de plástico pueden presentar algunos componentes externos fabricados en dicho material, los cuales quedarán expuestos a la luz solar durante la vida útil de la chimenea. Por este motivo, dichos componentes fabricados en plástico deben ser resistentes a los rayos ultravioleta, con el fin de garantizar la seguridad y durabilidad de la instalación.

5.4 Instalación interior

5.4.1 Instalación interior en locales habitables

Las chimeneas que discurran por locales habitables deben estar convenientemente aisladas. El valor mínimo de la resistencia térmica de las chimeneas aisladas, calculado según el anexo F, debe ser de $0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Los conductos de unión y las chimeneas individuales conectadas a calderas estancas (tipo C) o a calderas atmosféricas (tipo B) estándar, de baja temperatura o condensación, de potencia nominal inferior o igual a 70 kW, y que empleen combustible tipo 1, pueden ser de pared simple o concéntricas de dos paredes. En el caso de chimeneas de plástico, deben tenerse en consideración las limitaciones del apartado 4.3.2.3.

Los conductos de unión de las chimeneas de salón, estufas e insertables pueden ser de pared simple, única y exclusivamente en el tramo que discurra por el local donde se ubica el generador (salón o sala de estar, mayoritariamente), con la finalidad de radiar calor al ambiente. En estos casos debe prestarse especial atención al cumplimiento de la distancia mínima a los materiales combustibles indicada por el fabricante del conducto, dada la elevada temperatura de los gases de combustión en este tipo de instalaciones, así como el riesgo de producirse un incendio de hollín interior.

La superficie exterior de los tramos de chimenea que discurran por el interior de locales habitables, no puede exceder en ninguno de los casos anteriores los 50 °C de temperatura cuando exista riesgo de contacto humano accidental, salvo que dichos tramos estén protegidos por un cerramiento adecuado, de forma que la temperatura superficial exterior en dicho cerramiento sea inferior o igual a 50 °C. Este requisito no es de aplicación a los conductos de unión en pared simple de las chimeneas de salón, estufas e insertables, por desempeñar dichos conductos la función de elemento radiador de calor.

Las chimeneas que discurran por locales habitables no pueden trabajar con presión positiva interior (sobrepresión), salvo cuando dispongan de un cerramiento ventilado adecuado, o cuando se trate de chimeneas concéntricas, por encontrarse el conducto interior ventilado. La sobrepresión interior no debe superar en ningún caso los 200 Pa.

5.4.2 Instalación interior en salas de máquinas

Las chimeneas que discurran por el interior de salas de máquinas deben estar convenientemente aisladas. El valor mínimo de la resistencia térmica de las chimeneas aisladas, calculado según el anexo F, debe ser de $0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Las chimeneas conectadas a calderas de condensación de combustible tipo 1 pueden ser de pared simple cuando la potencia total conectada no supere los 400 kW.

Los conductos de unión y las chimeneas individuales conectadas a calderas estancas (tipo C) o a calderas atmosféricas (tipo B), estándar o de baja temperatura, de potencia nominal inferior o igual a 70 kW y que empleen combustible tipo 1, pueden ser de pared simple.

Las chimeneas concéntricas pueden ser de dos paredes si la temperatura de gases de combustión a potencia nominal es igual o inferior a 160 °C, el combustible empleado es tipo 1 y la potencia total conectada es inferior a 400 kW.

La superficie exterior de los tramos de chimenea que discurran por el interior de las salas de máquinas no debe exceder en ninguno de los casos anteriores los 70 °C de temperatura cuando exista riesgo de contacto humano accidental, salvo que dichos tramos estén protegidos por un cerramiento adecuado, de forma que la temperatura superficial exterior en dicho cerramiento sea inferior o igual a 70 °C.

Las chimeneas que discurran por salas de máquinas pueden trabajar con presión positiva interior (sobrepresión), que no debe superar los 5 000 Pa.

5.4.3 Instalación interior en patinillos o galerías de obra

Las chimeneas que discurran por el interior de patinillos o galerías de obra deben estar convenientemente aisladas. El valor mínimo de la resistencia térmica de las chimeneas aisladas, calculado según el anexo F, debe ser de $0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Las chimeneas pueden ser de pared simple si la temperatura de gases de combustión a potencia nominal es igual o inferior a $160 \text{ }^\circ\text{C}$, el combustible empleado es tipo 1 y la potencia total conectada es inferior a 400 kW , siempre que no compartan el patinillo o galería con otro tipo de instalaciones que no sean chimeneas.

Las chimeneas concéntricas pueden ser de dos paredes si la temperatura de gases de combustión a potencia nominal es igual o inferior a $160 \text{ }^\circ\text{C}$, el combustible empleado es tipo 1 y la potencia total conectada es inferior a 400 kW , aunque vayan acompañadas de otro tipo de instalaciones que no sean chimeneas, pero siempre respetando la distancia mínima a los materiales combustibles establecida en su designación, y sin perjuicio del cumplimiento de la normativa específica aplicable a dichas instalaciones.

En todos los casos se debe verificar que, en condiciones normales de funcionamiento y a temperatura ambiente, la temperatura de la pared de los locales colindantes al patinillo o galería no es superior en 5° a la temperatura ambiente del proyecto del local, y en cualquier caso no superior a $28 \text{ }^\circ\text{C}$.

El interior del patinillo o galería de obra debe estar convenientemente ventilado con el fin de evitar un aumento excesivo de la temperatura del aire interior y el estancamiento de los gases de combustión provenientes de una posible fuga en la chimenea, debiéndose prestar especial atención a los casos en los que la chimenea trabaje con presión positiva interior (sobrepresión).

5.4.4 Consideraciones particulares sobre chimeneas de plástico

La dilatación térmica de las chimeneas de plástico es elevada, debido a las características propias del material, y muy superior a la que experimentan las chimeneas metálicas. Por ello, debe verificarse con especial atención que las chimeneas de plástico puedan, una vez instaladas, dilatar y contraer libremente por efecto de la temperatura, con el fin de evitar tensiones mecánicas que podrían provocar la aparición de fugas de gases, debido al desacoplamiento total o parcial de las uniones entre elementos.

5.5 Chimeneas individuales (un solo aparato)

5.5.1 Conducto de unión o tramo horizontal de la chimenea

El conducto de unión o tramo horizontal de la chimenea debe diseñarse con la mínima longitud posible, y evitando al máximo los cambios de dirección y de sección. Cuando estos cambios sean necesarios, deben diseñarse de forma que ofrezcan una resistencia mínima al paso de los gases. Esto se consigue, por ejemplo, empleando el mínimo ángulo de desviación posible en los cambios de dirección, y el mínimo ángulo de divergencia posible en los cambios de sección.

Cuando se prevea la formación constante de condensados durante el funcionamiento normal de la instalación, el conducto de unión o tramo horizontal de la chimenea debe tener una pendiente ascendente mínima de 3° ($5,2\%$), con el fin de facilitar su correcto drenaje, y evitar la aparición de corrosión o fugas debido a la acumulación de los mismos en el interior del conducto. El cumplimiento de esta pendiente mínima en la instalación es especialmente importante cuando se conectan calderas de condensación (véase la figura 5).

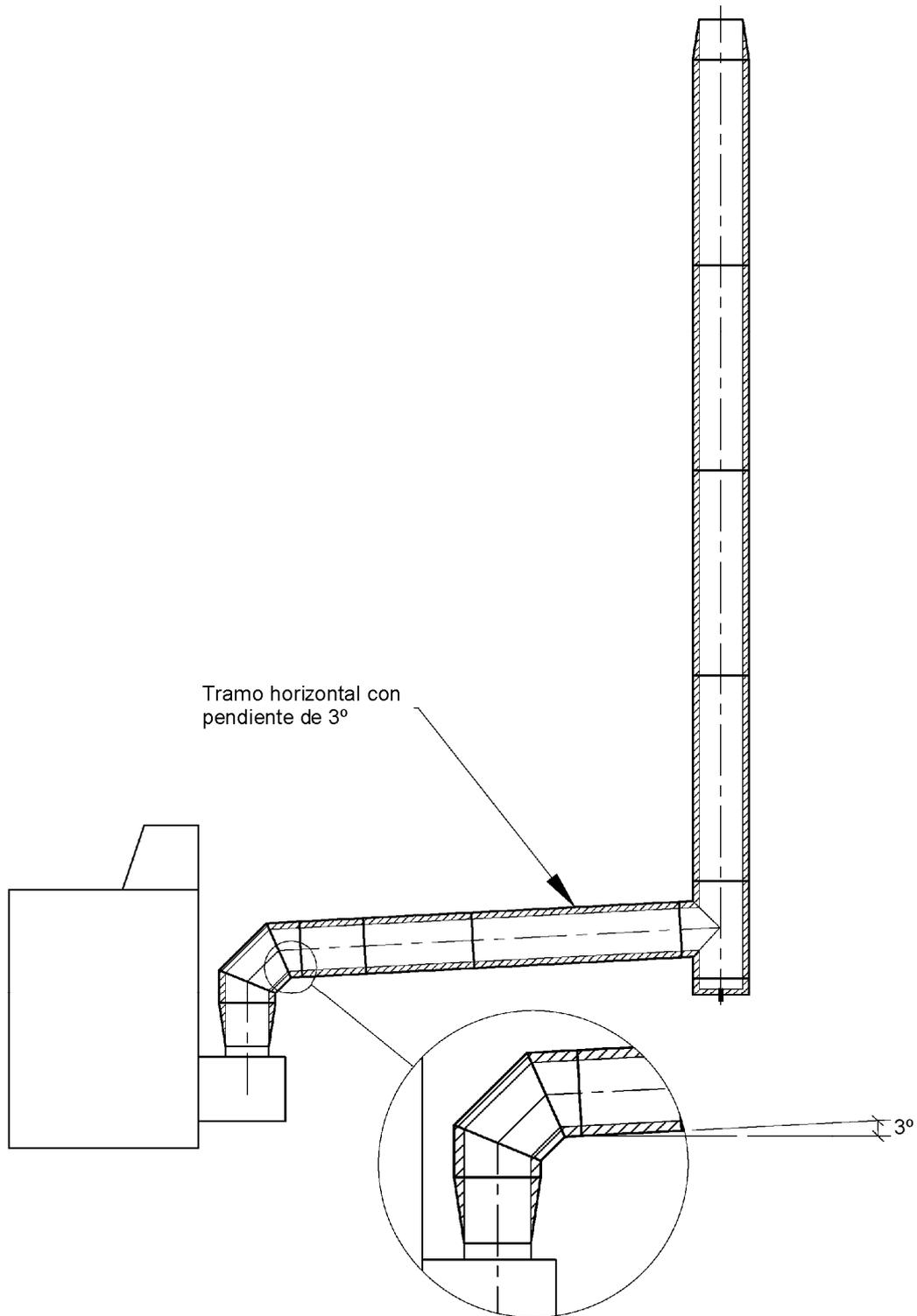


Figura 5 – Tramo horizontal con pendiente de 3°

Para generadores atmosféricos, el conducto de unión o tramo horizontal de chimenea debe tener una altura mínima vertical y ascendente igual o mayor que 0,2 m justo por encima del cortatiros (véase la figura 6).

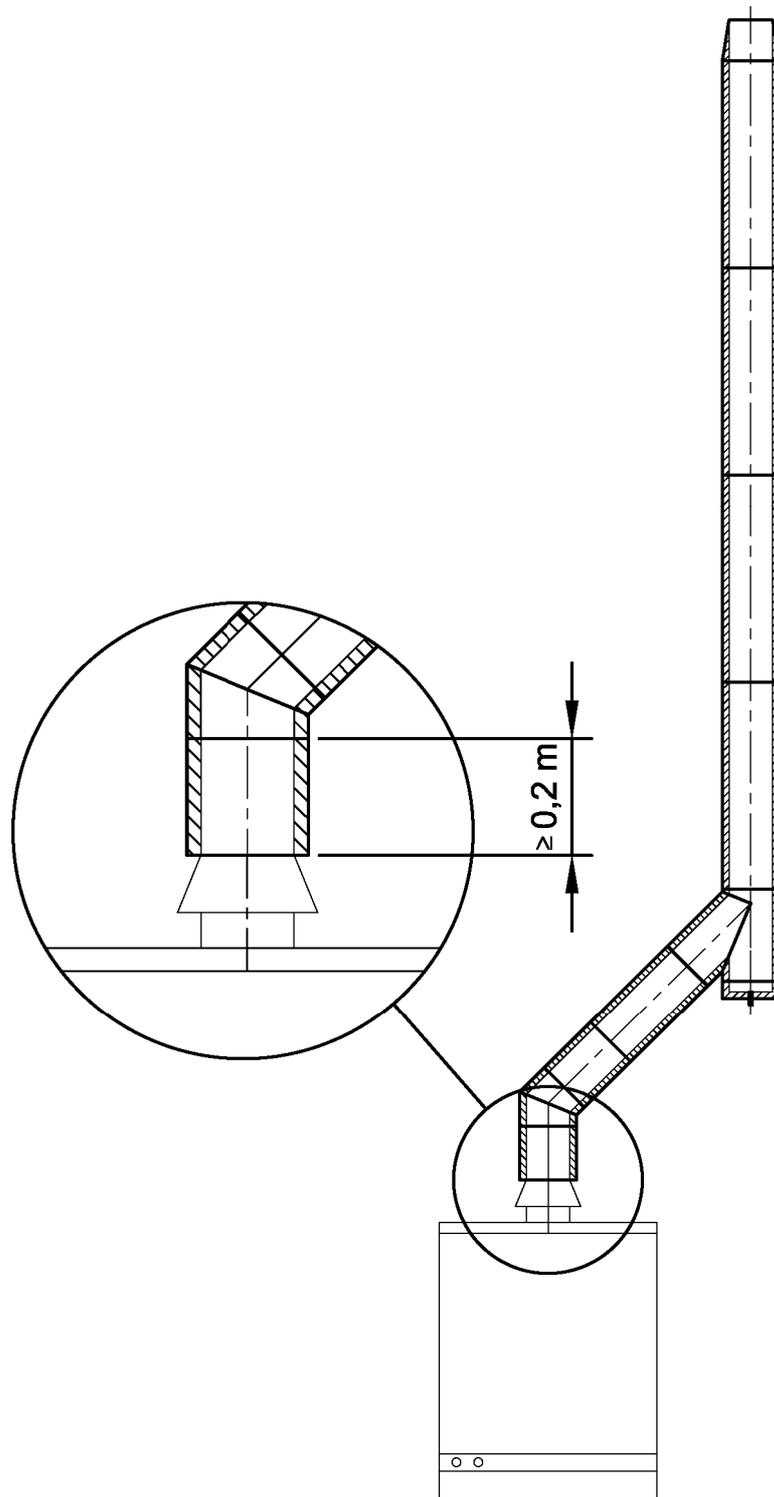


Figura 6 – Altura mínima vertical del conducto de unión en calderas atmosféricas

5.5.2 Tramo vertical de la chimenea

El tramo vertical de la chimenea debe diseñarse evitando al máximo los cambios de dirección y de sección. Cuando estos cambios sean necesarios, deben diseñarse de forma que ofrezcan una resistencia mínima al paso de los gases. Esto se consigue, por ejemplo, empleando el mínimo ángulo de desviación posible en los cambios de dirección, y el mínimo ángulo de divergencia posible en los cambios de sección.

La base del tramo vertical debe disponer de una zona de recogida de hollín, condensados y pluviales, provista de un registro de inspección y limpieza, y de un manguito de drenaje.

Si la chimenea trabaja con presión positiva interior (sobrepresión), debe conectarse un sifón al manguito de drenaje o bien disponer de un purgador de condensados automático que impida la salida de los gases de evacuación por el tubo de desagüe (véase la figura 7).

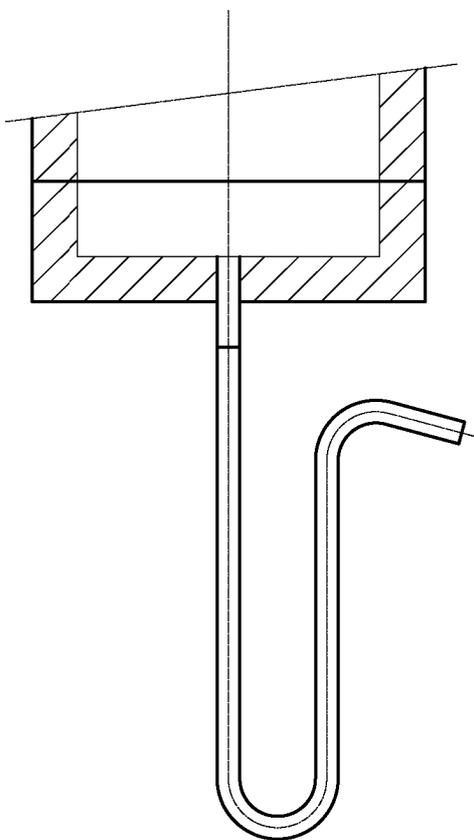


Figura 7 – Sifón

5.6 Chimeneas colectivas (más de un aparato)

5.6.1 Generalidades

La chimenea colectiva que preste servicio a aparatos de calefacción servirá única y exclusivamente a este fin, y solamente se pueden conectar aparatos del mismo tipo (estancos tipo C o atmosféricos tipo B) y que utilicen el mismo combustible. Así mismo, no se pueden conectar a la misma chimenea aparatos atmosféricos tipo B de tiro natural y de tiro forzado.

5.6.2 Configuración multientrada

5.6.2.1 Conexiones

En chimeneas colectivas multientrada, el número máximo de conexiones a la misma vertical es de:

- 10 aparatos tipo C, con un máximo de 2 conexiones por planta, para chimeneas equilibradas;
- 10 aparatos tipo C, con un máximo de 5 plantas conectadas y de 2 conexiones por planta, para chimeneas no equilibradas.
- 7 aparatos tipo B, con un máximo de 1 conexión por planta, para chimeneas colectivas con conducto secundario.

Cuando existan dos conexiones por planta, éstas deben incorporar un deflector que impida la entrada de los gases de combustión procedentes de una de las conexiones hacia la otra, reduciendo así mismo las pérdidas de presión por turbulencias.

Se define chimenea equilibrada (véase la Norma UNE-EN 13384-2) como aquella en la que el punto de entrada al conducto del aire de combustión está adyacente al punto de descarga de los productos de la combustión procedentes del conducto de humos, estando la entrada y la salida situadas de tal modo que los efectos del viento se equilibran sustancialmente. Si la chimenea dispone de alguna entrada de aire adicional, ubicada en un punto diferente al descrito anteriormente, debe ser considerada, en consecuencia, como chimenea no equilibrada.

5.6.2.2 Conductos de unión

Los conductos de unión deben cumplir los requisitos establecidos en el apartado 5.4.1.

5.6.2.3 Chimenea

5.6.2.3.1 Requisitos generales

La chimenea colectiva debe ser recta, vertical y de sección constante en toda su longitud. Como excepción, en chimeneas colectivas dimensionadas en sobrepresión, se admiten desvíos respecto a la vertical, con un ángulo máximo de 45°, y siempre por encima de la conexión más alta.

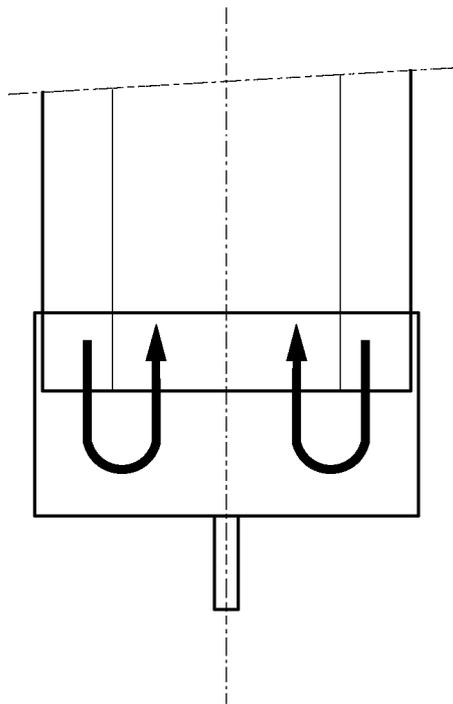
La conexión entre el conducto de unión y la chimenea colectiva se debe hacer preferentemente mediante una pieza en T con ángulo sobre la horizontal de 45° para evitar la formación de turbulencias, especialmente cuando la velocidad de los gases en el conducto de unión sea elevada.

La base del tramo vertical debe disponer de una zona de recogida de condensados y pluviales, provista de un registro de inspección y limpieza, y de un manguito de drenaje.

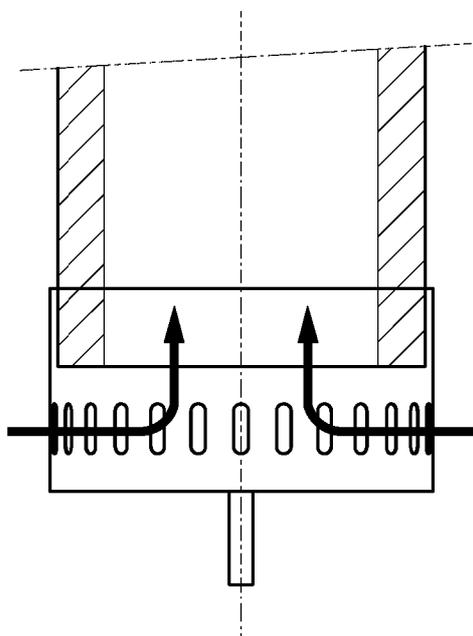
La chimenea colectiva debe estar dotada en su parte superior de un remate que funcione como aspirador estático.

5.6.2.3.2 Requisitos específicos. Chimeneas conectadas a aparatos estancos tipo C

Las chimeneas colectivas multientrada que prestan servicio a aparatos estancos tipo C deben estar provistas en su base inferior de un dispositivo cortatiros regulable cuando sean equilibradas. Cuando no lo sean, dicho dispositivo sólo es necesario si la altura desde la primera conexión hasta el remate es superior a 18 m (véase la figura 8). Estos requisitos no son de aplicación en chimeneas colectivas dimensionadas en sobrepresión, en cuyo caso deben respetarse las indicaciones del fabricante.



a) Ejemplo de dispositivo cortatiros en chimeneas equilibradas



b) Ejemplo de dispositivo cortatiros en chimeneas no equilibradas

Figura 8 – Dispositivo cortatiros en chimeneas equilibradas y no equilibradas

Si las calderas son de condensación, la distancia mínima entre la conexión de la primera caldera y el cortatiros debe ser de 1 m, con el fin de evitar recirculaciones en los arranques (véase la figura 9).

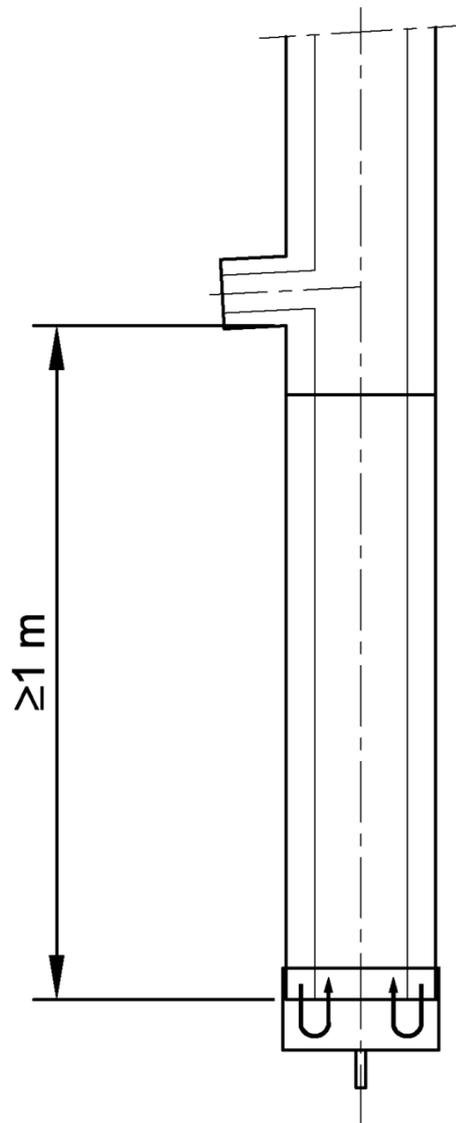


Figura 9 – Altura mínima del cortatiros en calderas de condensación

Todos los puntos de entrada al conducto del aire de combustión deben estar ubicados en el exterior, tanto en las chimeneas equilibradas como en las no equilibradas. Un patio de ventilación interior se considera a estos efectos como ubicación exterior.

5.6.2.3.3 Requisitos específicos. Chimeneas conectadas a aparatos atmosféricos tipo B

Las chimeneas colectivas multientrada que prestan servicio a aparatos atmosféricos tipo B deben estar provistas interiormente de un conducto secundario que conduzca individualmente los gases de cada caldera desde el punto de conexión entre el conducto de unión y la chimenea, hasta su desembocadura en el conducto colectivo o principal, a la altura de la planta siguiente (véase la figura 10).

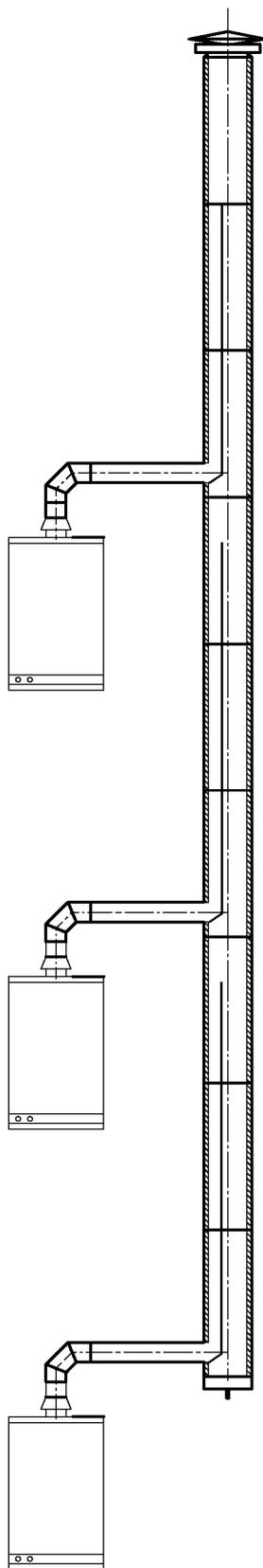


Figura 10 – Esquema chimenea colectiva calderas atmosféricas tipo B

El diámetro hidráulico del conducto secundario no debe ser menor de 120 mm, y su longitud debe ser similar a la altura equivalente entre plantas.

La altura del conducto secundario correspondiente al último aparato no debe ser menor de 2 m, y debe rematar como mínimo 1 m por debajo de la salida de la chimenea.

5.6.3 Configuración en cascada

5.6.3.1 Conductos de unión

Los conductos de unión deben cumplir los requisitos establecidos en el apartado 5.4.1.

Además, en instalaciones en cascada, el conducto de unión individual entre cada una de las calderas y el tramo horizontal de la chimenea colectiva o colector debe ser lo más directo y alto posible.

Cuando se conecten calderas atmosféricas tipo B, todos los conductos de unión, excepto el de la caldera más alejada de la vertical de la chimenea, deben incorporar un regulador de tiro de regulación manual o automática (véase la figura 11).

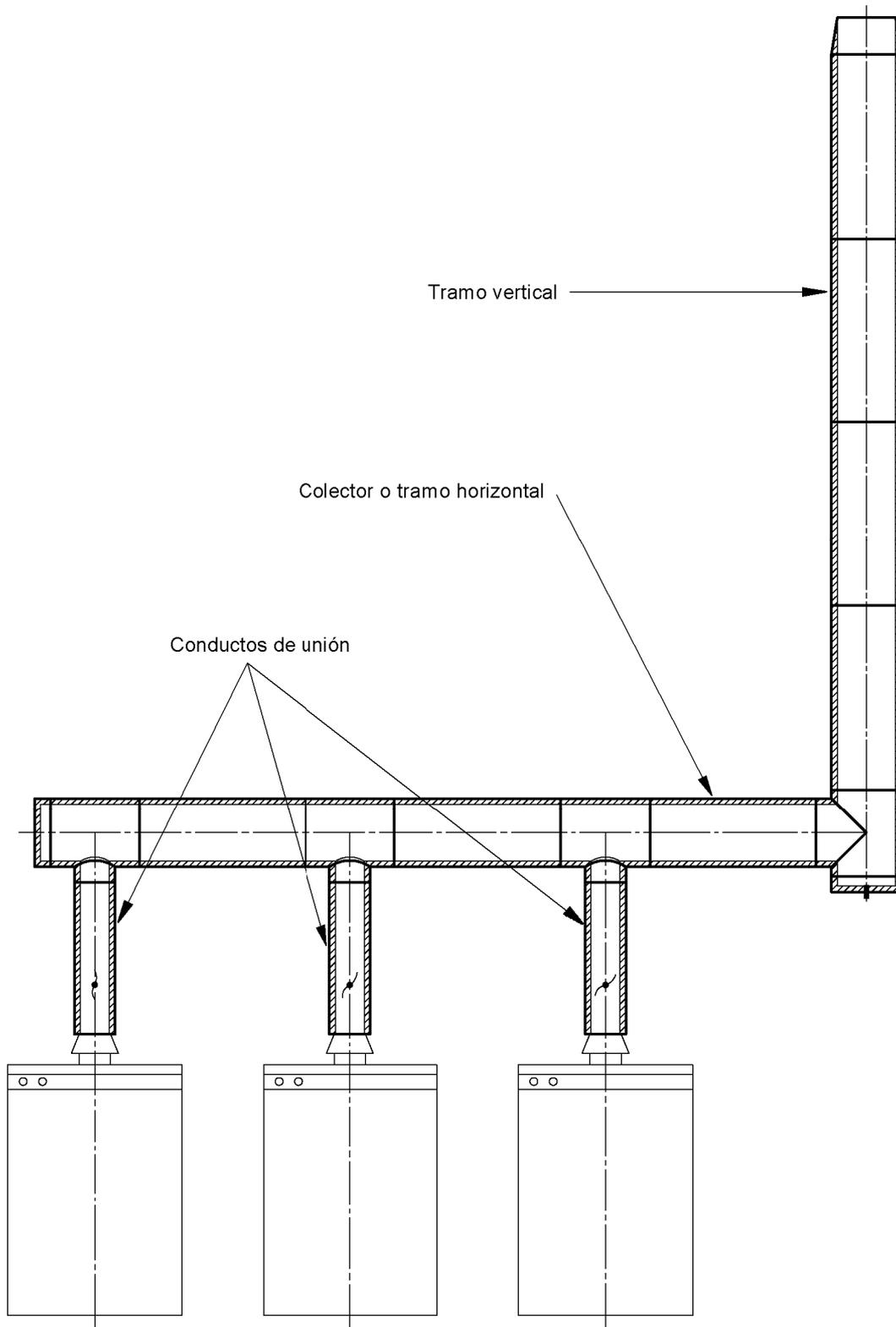


Figura 11 – Esquema chimenea colectiva en cascada con calderas atmosféricas tipo B

5.6.3.1.1 Tramo horizontal de chimenea o colector

En instalaciones en cascada, el tramo horizontal de chimenea o colector debe carecer de estrangulamiento de sección en cualquier punto.

Deben evitarse al máximo los cambios de dirección y de sección. Cuando estos cambios sean necesarios, deben diseñarse de forma que ofrezcan una resistencia mínima al paso de los gases. Esto se consigue, por ejemplo, empleando el mínimo ángulo de desviación posible en los cambios de dirección, y el mínimo ángulo de divergencia posible en los cambios de sección.

Cuando se prevea la formación de condensados, el colector debe tener una pendiente ascendente mínima de 3° (5,2%), con el fin de facilitar su correcto drenaje y evitar la aparición de corrosión o fugas debido a la acumulación de los mismos en el interior del conducto. El cumplimiento de esta pendiente mínima en la instalación es especialmente importante cuando se conectan calderas de baja temperatura o condensación.

La base del colector horizontal debe disponer de un registro de inspección y limpieza, provisto además de un manguito de drenaje cuando se prevea la formación de condensados.

5.6.3.1.2 Tramo vertical de chimenea

El tramo vertical de las chimeneas colectivas en cascada debe cumplir los requisitos establecidos en el apartado 5.4.2.

5.7 Preinstalación de chimeneas en edificios de nueva construcción

5.7.1 Viviendas

En edificios de viviendas de nueva construcción, donde alguna de las instalaciones térmicas previstas no sea de combustión, puede ser necesario, de acuerdo con la legislación en vigor, la realización de una preinstalación que permita en el futuro la conversión de estas instalaciones térmicas a otras equivalentes de combustión.

a) en aquellos edificios donde las instalaciones previstas de calefacción y agua caliente sanitaria no sean de combustión, la preinstalación debe consistir en un conducto de evacuación, individual o colectivo, que desemboque por cubierta, que permita conectar aparatos individuales de gas estancos (tipo C), y que tenga las características siguientes:

- clase de temperatura T160 o superior,
- clase de presión P1 o H1,
- clase de resistencia a los condensados W,
- para chimeneas de plástico, la clase de corrosión mínima es 1; para chimeneas metálicas la clase mínima de material es MI2.

El dimensionado del conducto debe realizarse según el método establecido en las Normas UNE-EN 13384-1 o UNE-EN 13384-2, en base a la demanda térmica necesaria y al estado del arte de las tecnologías de combustión. Como mínimo, el dimensionado debe ser válido para conectar los tipos de aparatos siguientes:

- calderas individuales estancas (tipo C), de rendimiento estándar, de condensación, y con combustible gaseoso,
- bombas de calor a gas individuales,

b) en aquellos edificios que no requieran instalación de calefacción, y donde la instalación prevista para producción de agua caliente sanitaria no sea de combustión, la preinstalación debe consistir en un conducto de evacuación, individual o colectivo, que desemboque por cubierta, que permita conectar aparatos individuales a gas destinados a la producción de agua caliente sanitaria, y que tenga las siguientes características:

- clase de temperatura T160 o superior,

- clase de presión N1 o superior,
- clase de resistencia a los condensados W,
- para chimeneas de plástico, la clase de corrosión mínima es 1; para chimeneas metálicas la clase mínima de material es M10 en el caso de chimeneas individuales, y M11 para chimeneas colectivas.

El dimensionado del conducto debe realizarse según el método establecido en las Normas UNE-EN 13384-1 o UNE-EN 13384-2, en base a la demanda térmica necesaria y al estado del arte de las tecnologías de combustión. Como mínimo, el dimensionado debe ser válido para conectar los siguientes aparatos:

- calentadores de agua caliente sanitaria, atmosféricos (tipo B) y estancos (tipo C), individuales, y de combustible gaseoso.

En los dos tipos de preinstalación definidos anteriormente, cada una de las chimeneas individuales, o cada una de las conexiones en el caso de chimeneas colectivas, debe incorporar, en un sitio visible, una etiqueta o placa con las siguientes indicaciones:

- fabricante y modelo de la chimenea;
- diámetro y materiales de la chimenea, y diámetro de las conexiones si procede;
- tipología y potencia máxima del generador o generadores a conectar;
- datos del instalador, y fecha de instalación.

Los puntos de conexión previstos para el futuro generador, tanto en el caso de chimeneas individuales como colectivas, deben incorporar una tapa estanca, que será retirada en el momento de realizar la conexión.

Toda preinstalación debe cumplir, así mismo, todos aquellos requisitos recogidos en esta norma que le sean de aplicación.

5.7.2 Bajos comerciales

En los bajos comerciales de los edificios de nueva construcción, puede ser necesaria, de acuerdo con la legislación en vigor, la realización de una preinstalación que permita, en el futuro, la extracción de los humos y vapores provenientes de una campana de extracción industrial, que preste servicio a una cocina de gas de potencia instalada superior a 20 kW.

Dicha preinstalación debe consistir en un conducto metálico de evacuación, que desemboque por cubierta, y que tenga las características mínimas siguientes:

- clase de temperatura T080;
- clase de presión P1;
- clase de resistencia a los condensados W;
- clase mínima de material M11;
- clase de resistencia al fuego (EI) según lo establecido en la legislación en vigor.

El dimensionado del conducto debe realizarse según el método establecido en la Norma UNE-EN 13384-1, en base a la demanda de caudal de extracción estimada. Como mínimo, el conducto debe tener un diámetro interior de 300 mm.

La preinstalación debe cumplir, así mismo, todos aquellos requisitos recogidos en esta norma que le sean de aplicación.

6 REMATE DE LA CHIMENEA

6.1 Diseño

En los remates de las chimeneas colectivas concéntricas (entrada de aire – salida de humos) la entrada de aire debe estar situada, como mínimo, a 0,4 m por debajo del punto de evacuación de los humos.

6.2 Distancias

6.2.1 Distancias mínimas del remate de la chimenea para el correcto funcionamiento de la misma

6.2.1.1 Distancias respecto al propio tejado o cubierta

Caso A: El tejado es plano (inclinación inferior a 20°):

- El remate de la chimenea debe situarse a más de 1 m por encima de la cubierta o de la cumbrera del tejado (véase la figura 12a).

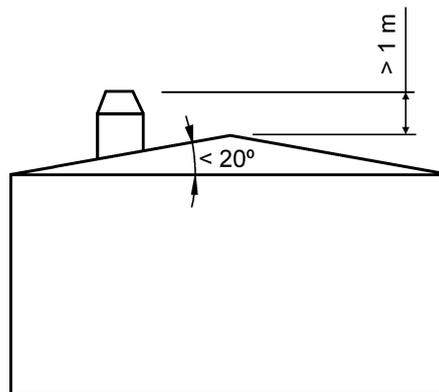


Figura 12a

Caso B: El tejado es inclinado (inclinación superior o igual a 20°)

En este caso, debe cumplirse una de las dos condiciones siguientes:

- el remate de la chimenea está situado a más de 1 m por encima de la cumbrera del tejado (véase la figura 12b); o
- la distancia horizontal desde el remate de la chimenea a la superficie del tejado es superior a 2,5 m (véase la figura 12c).

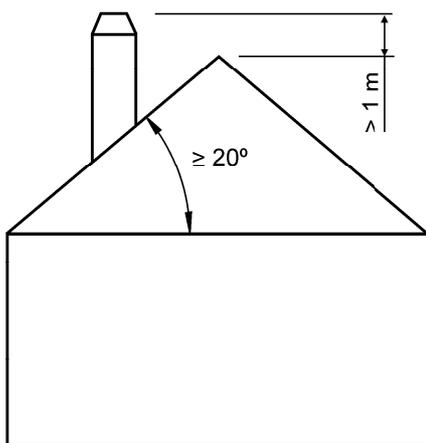


Figura 12b

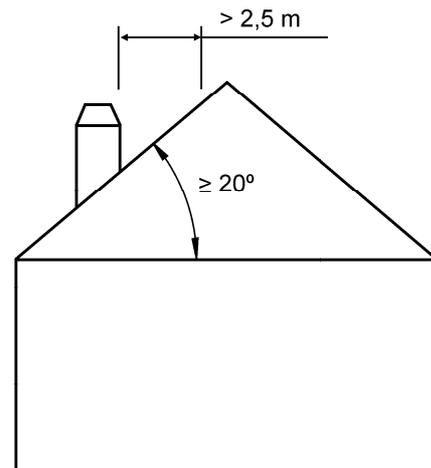


Figura 12c

6.2.1.2 Distancias respecto a obstáculos en el propio tejado o cubierta

Debe cumplirse, al menos, una de las condiciones siguientes:

- el remate se eleva más de 1 m por encima de dicho obstáculo (véase la figura 12d), o
- la chimenea se instala a una distancia horizontal del obstáculo mayor de 2 veces la altura del mismo (véase la figura 12e).

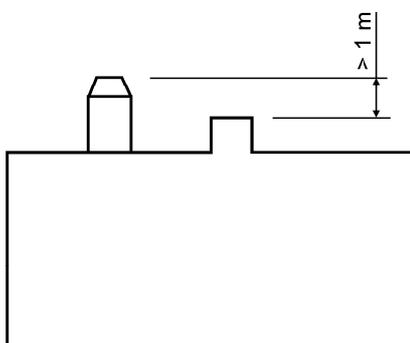


Figura 12d

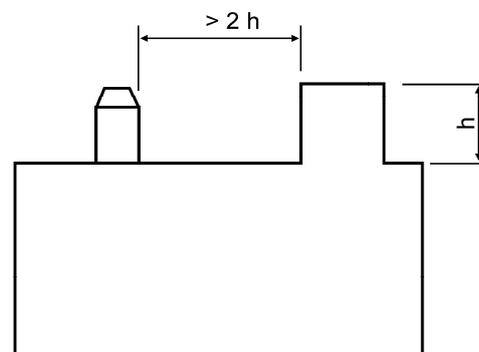


Figura 12e

6.2.1.3 Distancias respecto a obstáculos exteriores al edificio

- el remate debe elevarse más de 1 m por encima de la parte más alta de cualquier edificación situada en un radio inferior a 10 m respecto a la salida de la chimenea (véase la figura 12f);
- el remate debe situarse simplemente por encima de cualquier edificación situada en un radio de entre 10 m y 20 m respecto a la salida de la chimenea (véase la figura 12g).

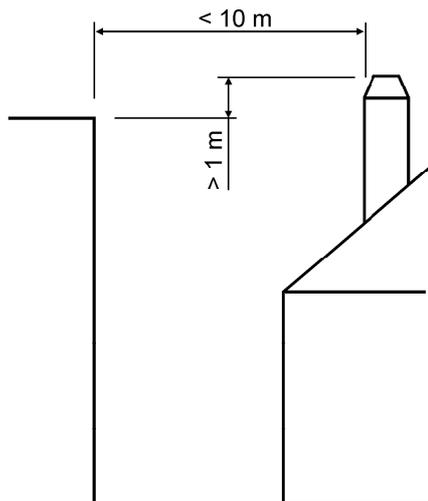


Figura 12f

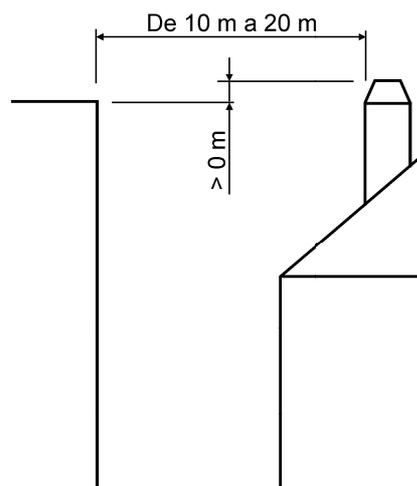


Figura 12g

6.2.2 Distancias mínimas del remate de la chimenea según criterios medioambientales

Además de lo expuesto anteriormente, deben cumplirse las siguientes condiciones de situación del remate de la chimenea para garantizar la correcta evacuación de los humos sin que afecten a las condiciones medioambientales, distinguiendo los casos siguientes:

6.2.2.1 Existen aberturas o ventanas situadas en el mismo tejado o cubierta donde está ubicada la chimenea

En este caso debe cumplirse lo siguiente:

- el remate de la chimenea debe elevarse más de 1 m por encima del punto más elevado de cualquier abertura o ventana (véase la figura 12h); y
- la distancia, medida sobre la superficie del tejado o cubierta, desde la chimenea hasta el punto más próximo de la abertura o ventana (véase la figura 12i) debe ser mayor de:
 - 2 m, cuando la chimenea está situada por delante de la abertura en el sentido ascendente de la pendiente del tejado, o
 - 1 m, cuando la chimenea está situada a los lados o detrás de la abertura o ventana en el sentido ascendente de la pendiente del tejado.

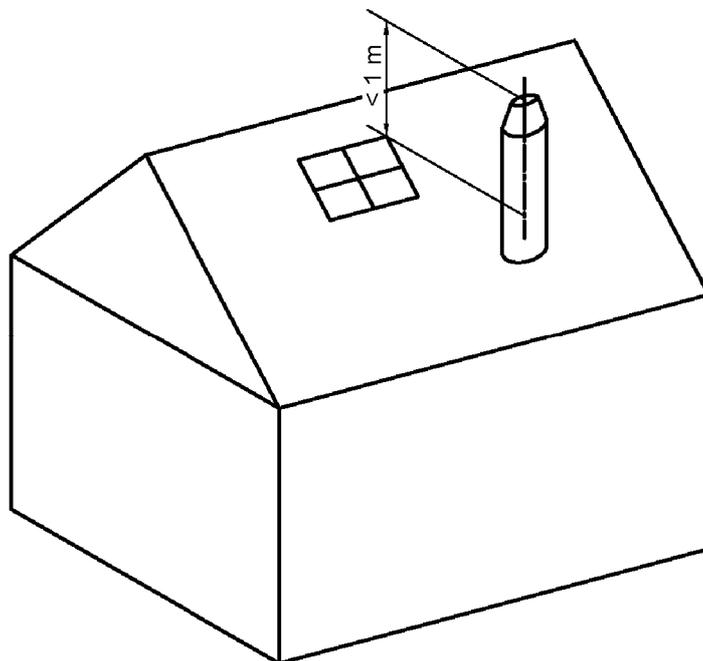


Figura 12h

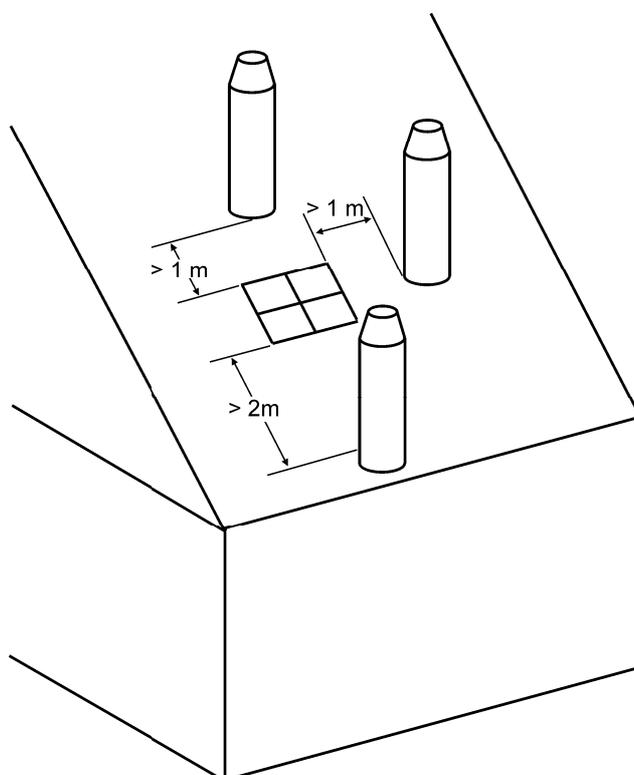


Figura 12i

6.2.2.2 Existen otros edificios situados en el entorno

Debe verificarse que se cumplen las condiciones expuestas en el apartado 7.2.1.3.

6.2.2.3 Consideraciones sobre vientos dominantes

En cualquiera de los dos casos expuestos anteriormente (véanse 7.2.2.1 y 7.2.2.2) debe tenerse en cuenta la dirección de los vientos dominantes en la zona, que en ningún caso deben provocar la entrada de los humos en locales habitados.

7 MEDICIÓN, INSPECCIÓN Y LIMPIEZA

Cuando se emplean combustibles de tipo 2 o 3, deben habilitarse los accesos necesarios en la chimenea, de forma que se pueda efectuar adecuadamente la inspección y limpieza interior del conducto a lo largo de todo el trazado, incluyendo el remate. Esto es especialmente importante cuando se emplea combustible sólido, pues la acumulación de hollín en la pared interior del conducto, implica un elevado riesgo de incendio a la vez que una reducción de la sección útil del conducto de humos. Por ello, en las chimeneas conectadas a generadores que empleen combustible sólido, debe habilitarse, al menos, un acceso cada 9 m en los tramos horizontales, y al menos un acceso en la base del tramo vertical. La presencia de desvíos puede requerir, así mismo, la habilitación de accesos adicionales en ambos tramos.

La chimenea debe disponer de un orificio de medida y control de las condiciones de combustión a la salida de cada uno de los aparatos, salvo que éstos dispongan de dicho orificio en la propia boca de conexión con la chimenea.

Este orificio debe tener un diámetro tal que permita la entrada de la sonda o aparato de medición, debiendo mantenerse las condiciones de estanquidad y resistencia de la chimenea.

8 PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

En chimeneas que funcionan con alta sobrepresión, como por ejemplo las que se conectan a grupos electrógenos o a bombas contra incendios, la velocidad de evacuación de los gases es normalmente muy elevada, lo que puede llegar a generar molestias a los ocupantes del edificio, debido al ruido provocado por el rozamiento y las turbulencias de los gases de combustión en el interior del conducto.

Por ello, en la tabla 16 se establece un valor máximo para la velocidad de los gases de combustión en función de la tipología del edificio donde la chimenea va instalada..

Tabla 16 – Velocidad gases de combustión en función del tipo de edificio

| Tipología del edificio | Velocidad máxima de gases ¹⁾ |
|--|---|
| Hospital | 15 m/s |
| Residencial | 25 m/s |
| Comercial | 30 m/s |
| Industrial | 35 m/s |
| 1) Valores máximos de referencia obtenidos para chimeneas con aislamiento de lana de roca de 40 mm de espesor como mínimo. | |

Dichos valores pueden variar en función de las características de la instalación y del propio conducto (en particular de su aislamiento acústico), si bien la adopción de valores diferentes a los de referencia establecidos en la tabla 16, debe ir precedida de un cálculo acústico justificativo.

9 SUPORTACIÓN DE LA CHIMENEA

Las chimeneas deben estar adecuadamente soportadas, bien mediante el uso de anclajes fijados a la estructura del edificio, o bien por medio de estructuras autoportantes.

Cuando la chimenea va fijada a una estructura o a un fuste resistente autoportante que la soporte, independientes del edificio, éstos deben diseñarse y construirse de acuerdo con la Norma UNE-EN 13084-1, y deben cumplir además la reglamentación vigente en esta materia.

Si la chimenea va fijada a la estructura del edificio, ésta debe ser capaz de soportar el peso de la chimenea y los esfuerzos laterales transmitidos. Si la chimenea va instalada por el exterior del edificio, ésta debe superar los ensayos de resistencia al viento según la normativa correspondiente.

Los anclajes a la pared deben realizarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante, y deben ser adecuados al material de construcción de la pared, que por sí misma debe ser capaz de soportar los esfuerzos transmitidos por la chimenea.

La distancia entre anclajes laterales debe ser inferior o igual a la máxima declarada por el fabricante, y nunca superior a 4 m.

La altura de chimenea sobre un anclaje de carga debe ser inferior o igual a la máxima declarada por el fabricante. Si dicha altura se supera, se debe instalar un nuevo anclaje de carga, de forma que la distancia entre ambos sea inferior o igual a la altura máxima declarada.

La altura autoportante desde el anclaje más alto debe ser inferior o igual a la máxima declarada por el fabricante, y nunca superior a 3 m, salvo que se utilicen vientos, mástiles o estructuras de acompañamiento, en cuyo caso éstos deben diseñarse y construirse de acuerdo con la Norma UNE-EN 13084-1, y deben cumplir además la reglamentación vigente en esta materia.

La distancia horizontal entre el edificio y la superficie exterior de la chimenea debe ser inferior o igual a la máxima declarada por el fabricante, y nunca superior a 1 m, salvo que se utilicen estructuras de acompañamiento, en cuyo caso éstas deben diseñarse y construirse de acuerdo con la Norma UNE-EN 13084-1, y deben cumplir además la reglamentación vigente en esta materia.

Ningún elemento de la chimenea debe estar sometido a un esfuerzo de compresión superior al máximo declarado por el fabricante. Debe prestarse especial atención a las tes y a los elementos con puerta de inspección situados por encima de los anclajes de carga, por estar sometidos éstos a esfuerzos importantes de compresión debido al peso de la chimenea, y por tratarse, en general, de los componentes mecánicamente más débiles de la instalación.

Ninguna unión entre elementos debe estar sometida a un esfuerzo de tracción superior al máximo declarado por el fabricante.

En el caso de conductos interiores de entubamiento, deben seguirse las instrucciones del fabricante para realizar una adecuada suportación del conducto.

Salvo indicación del fabricante del aparato, éste no debe soportar el peso de la chimenea.

10 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

Las verificaciones a realizar en la puesta en marcha de instalaciones son las siguientes:

- a) se debe verificar que la chimenea y el conducto de unión tengan una designación acorde con los requisitos de la instalación, siguiendo los criterios establecidos en el capítulo 4;
- b) se debe verificar que en el proceso de montaje de la chimenea y del conducto de unión se han seguido las instrucciones del fabricante de la chimenea y de la caldera, así como las indicaciones establecidas en esta norma o en la reglamentación vigente de aplicación;

- c) se debe comprobar la existencia y correcto dimensionado de las aberturas de ventilación del local de ubicación de la caldera según la reglamentación vigente;
- d) se debe comprobar el correcto dimensionado de la chimenea de acuerdo con las Normas UNE-EN 13384-1 (un único aparato), UNE-EN 13384-2 (más de un aparato) o el anexo A de esta norma (chimeneas colectivas con conducto secundario para calderas atmosféricas);
- e) una vez puesta en marcha la instalación y con el generador funcionando a la potencia máxima nominal, y una vez alcanzada la temperatura máxima de funcionamiento del generador y un régimen de temperatura estable en la chimenea, se debe comprobar lo siguiente:
- que existe el tiro necesario,
 - que la temperatura de salida de humos es inferior o igual a la clase de temperatura de la designación de la chimenea,
 - la estanquidad a los humos y a los condensados,
 - que la temperatura de la pared exterior no supera el valor máximo establecido en la Norma UNE-EN 1856-1.
- En caso de instalaciones de chimeneas colectivas de entrada múltiple, estas mediciones se deben realizar en todas y cada una de las calderas en funcionamiento y en las tres situaciones siguientes, debiéndose cumplir el orden de realización establecido:
- Primero: Con la caldera del piso más bajo funcionando a la potencia máxima nominal, y una vez alcanzada la temperatura máxima de funcionamiento del generador, y el resto apagadas.
- Segundo: Con la caldera del piso más alto funcionando a la potencia máxima nominal, y una vez alcanzada la temperatura máxima de funcionamiento del generador, y el resto apagadas.
- Tercero: Con todas las calderas funcionando a la potencia máxima nominal y una vez alcanzada la temperatura máxima de funcionamiento de los generadores.
- En caso de instalaciones de chimeneas colectivas con calderas en cascada, estas mediciones se deben realizar en todas y cada una de las calderas en funcionamiento y en las dos situaciones siguientes, debiéndose cumplir el orden de realización establecido:
- Primero: Con la caldera más alejada de la vertical funcionando a la potencia máxima nominal, y una vez alcanzada la temperatura máxima de funcionamiento del generador, y el resto apagadas.
- Segundo: Con todas las calderas funcionando a la potencia máxima nominal, y una vez alcanzada la temperatura máxima de funcionamiento de los generadores.
- f) se debe emitir el correspondiente certificado de puesta en marcha una vez que se han verificado los puntos anteriormente expuestos.

11 PLACA DE LA CHIMENEA

Una vez finalizada la instalación debe colocarse la placa de la chimenea en un sitio visible (véase la figura 13).

| |
|---|
| Fabricante: |
| Designación: |
| Diametro: |
| Instalador: Nombre Dirección Teléfono |
| Fecha de instalación: |

Figura 13 – Ejemplo de placa

Esta placa es suministrada por el fabricante de la chimenea, y debe ser cumplimentada por el instalador antes de su colocación.

La placa debe estar grabada o impresa de forma indeleble, y fabricada en material duradero.

Debe incluir, como mínimo, la siguiente información:

- fabricante de la chimenea;
- designación del producto según las Normas UNE-EN 1856-1, UNE-EN 1856-2 o UNE-EN 14471;
- diámetro;
- datos del instalador (nombre, dirección, teléfono);
- fecha de instalación.

12 MANTENIMIENTO

Deben llevarse a cabo las siguientes acciones de mantenimiento de la chimenea y del conducto de unión con periodicidad mínima anual:

- limpieza del conducto de unión y de la chimenea, cuando se utilicen combustibles de tipo 2 o 3. La periodicidad en la limpieza debe ajustarse siempre en función del grado de acumulación de los depósitos de hollín, que dependerá del tipo de aparato, del combustible y de las horas de funcionamiento de la instalación;
- se debe verificar, especialmente en chimeneas en sobrepresión, que se mantienen las condiciones iniciales de estanquidad del sistema, prestando especial atención a los puntos de unión entre los elementos, y al posible deterioro de las juntas de estanquidad, si las hubiera.

ANEXO A (Normativo)**CÁLCULO Y DISEÑO DE CHIMENEAS COLECTIVAS CON CONDUCTO SECUNDARIO
PARA GENERADORES TIPO B, ATMOSFÉRICOS****A.1 Símbolos y definiciones**

Para los fines de este anexo, se utilizan las siguientes definiciones específicas:

A.1.1 conducto principal:

Conducto en el que confluyen los humos de los conductos secundarios de los generadores.

A.1.2 conducto secundario:

Conducto que conduce individualmente los humos por el interior de la chimenea colectiva.

A.1.3 punto de referencia de cálculo:

Punto de menor sección y en el que confluye el mayor volumen de gases que puede circular por el conducto principal (véase la figura A.1).

Además, en este anexo se utilizan los siguientes subíndices:

- t: total;
- u: unitario;
- c: cortatiros;
- g: gases de combustión a la salida del generador;
- D_h : diámetro hidráulico (m), que es igual a cuatro veces el área de la superficie transversal del conducto dividida por el perímetro.

A.2 Datos de proyecto**A.2.1 Datos generales**

Los datos necesarios para proceder al cálculo de la sección de una chimenea o, alternativamente, a la comprobación de un sistema existente con condiciones de funcionamiento diferentes, son los siguientes:

- características geométricas del trazado de la chimenea (longitud, tipo y número de piezas especiales, limitaciones en altura o anchura);
- materiales de constitución de la chimenea y sus características térmicas (conductividad a la temperatura media de funcionamiento y espesor) e hidráulicas (rugosidad);
- altitud sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento de la central térmica (o presión barométrica);
- temperatura seca del aire del ambiente exterior, como media de las máximas durante el período de funcionamiento de la central;
- dirección de los vientos predominante, con el fin de posicionar correctamente la boca de salida de la chimenea;

- características del combustible empleado (poder comburífero, poder fumígeno, poderes caloríferos inferior y superior);
- potencia térmica útil del generador y rendimiento (por generador debe entenderse el conjunto caldera-quemador);
- caudal másico de los productos de la combustión;
- temperatura de los gases de combustión a la salida del generador;
- contenido de anhídrido carbónico en los gases;
- presión disponible a la salida del generador (negativa, nula o positiva).

La potencia útil, el rendimiento, la temperatura de los gases, el contenido de CO₂ y la presión disponible, son datos que debe suministrar el fabricante del generador y/o quemador. El caudal másico puede ser calculado como se indica más adelante o puede ser también un dato suministrado por el fabricante.

Si la chimenea es de tipo prefabricado, el fabricante de la misma debe suministrar la resistencia térmica de su pared (es decir, sin considerar los coeficientes superficiales de transmisión de calor, interior y exterior), a diferentes temperaturas, así como la rugosidad de la pared interior.

En el caso, no recomendado, de que la chimenea preste servicio a más de un generador, la potencia a considerar en los cálculos es la suma de las potencias de los generadores.

Cuando sea previsible el uso de dos combustibles, líquido y gaseoso generalmente, el cálculo de la chimenea se debe llevar a cabo para los dos combustibles, adoptándose la sección más grande resultante de los cálculos y haciéndose la comprobación con el otro combustible.

A.2.2 Datos específicos

- Número de generadores.
- Distancia entre plantas.
- Número de plantas.
- Distancia desde el punto de referencia de cálculo hasta el remate de la chimenea.

A.3 Caudal de los productos de la combustión

A.3.1 Caudal másico

Al caudal másico de los gases de combustión procedentes del generador hay que añadir el caudal másico del aire que entra por el cortatiro. Para el cálculo se debe considerar el caudal másico del aire que entra por el cortatiro como la mitad del caudal másico de los gases de combustión.

- Caudal másico de los gases de combustión:

El caudal másico de los productos de la combustión puede calcularse, con muy buena aproximación, mediante la siguiente expresión:

$$\dot{m} = 1,2 \cdot (PF + e \cdot PC) \cdot \frac{P}{\eta \cdot PCI} \quad (A.1)$$

donde

\dot{m} es el caudal másico, expresado en kg/s;

PF es el poder fumífero (cantidad de gases resultante de la combustión con aire estequiométrico de una unidad de masa o volumen de combustible, referida a las condiciones normalizadas), medido en Nm³/kg o Nm³/Nm³, según se trate de combustible líquido o sólido o bien gaseoso, respectivamente;

PC es el poder comburífero (cantidad estequiométrica de aire seco necesario para la combustión completa de una unidad de masa o volumen de combustible, referida a las condiciones normalizadas), medido en Nm³/kg o Nm³/Nm³, según se trate de combustible líquido o sólido o bien gaseoso, respectivamente;

η es el rendimiento total del generador, referido al PCI del combustible (adimensional);

PCI es el poder calorífico inferior del combustible, medido en kJ/kg o kJ/Nm³ según se trate de combustible líquido o sólido o bien gaseoso, respectivamente;

P es la potencia térmica útil del generador, expresada en kW;

e es el exceso de aire que se calcula con la expresión:

$$e = \left(\frac{\text{CO}_2^{\text{máx.}}}{\text{CO}_2} - 1 \right) \cdot C_c \quad (\text{A.2})$$

donde

CO₂^{máx.} es el contenido máximo teórico de dióxido de carbono en los humos, que depende del tipo de combustible;

CO₂ es el contenido medio de dióxido de carbono en los humos, que depende del régimen de funcionamiento del generador;

C_c es un coeficiente corrector del exceso de aire.

En los anexos B y C el usuario puede encontrar valores prácticos de las características de algunos combustibles y datos de funcionamiento de generadores de calor, respectivamente.

– Caudal másico del aire:

$$\dot{m}_a = \dot{m} \cdot 0,5 \quad (\text{A.3})$$

– Caudal másico unitario (por caldera):

$$\dot{m}_u = \dot{m} + \dot{m}_a \quad (\text{A.4})$$

– Caudal másico total:

$$\dot{m}_t = \dot{m}_u \cdot n \quad (\text{A.5})$$

donde

\dot{m} es el caudal másico de los gases de combustión de cada generador, en kg/s;

\dot{m}_a es el caudal másico del aire que entra por el cortatiros de cada uno de los generadores, en kg/s;

n es el número de generadores conectados al conducto principal y cuyos caudales confluyen en el punto de referencia de cálculo;

\dot{m}_u es el caudal másico unitario de los humos, producido por cada uno de los generadores, en kg/s;

\dot{m}_t es el caudal másico total de todos los generadores, en kg/s.

A.3.2 Caudal volumétrico

Para calcular el caudal volumétrico de los humos, expresado en m^3/s , se deben utilizar las siguientes ecuaciones:

– Caudal volumétrico unitario de los humos (por caldera):

$$v_u = \frac{\dot{m}_u}{\rho_{ec}} \quad (A.6)$$

– Caudal volumétrico total:

$$v_t = \frac{\dot{m}_t}{\rho_{hm}} \quad (A.7)$$

– Densidad de los humos unitario y total.

$$\rho_{hm} = \frac{101325 \cdot (1 - 0,00012 \cdot A)}{R \cdot T_{hm}} \quad (A.8)$$

donde

A es la altitud sobre el nivel del mar, en m;

R es la constante de elasticidad de los humos, en $J/(kg \cdot K)$;

T_{hm} es la temperatura media de los humos, en K.

La constante de elasticidad de los humos, definida como relación entre la constante universal de los gases y el peso medio ponderal molecular del gas, se indica en el anexo C.

A.4 Temperaturas de los productos de la combustión

A.4.1 Temperaturas

Conocidas la temperatura de salida de los gases de la caldera y la temperatura del aire que entra por el cortatiros, se puede calcular la temperatura de los humos en el cortatiros de la siguiente forma:

– Temperatura en el cortatiros:

$$T_{ec} = \frac{m \cdot C_p \cdot T_{sg} + m_a \cdot C_{pa} \cdot T_a}{m C_p + m_a C_{pa}} \quad (A.9)$$

- Temperatura de salida y temperatura media de un tramo:

Conocida la temperatura de entrada de los humos en un tramo de una chimenea T_{he} , puede calcularse la temperatura a la salida del tramo en cuestión T_{hs} , y la temperatura media T_{hm} en el tramo, mediante las ecuaciones:

$$T_{hs} = T_a + (T_{he} - T_a) \cdot e - f_e \quad (\text{A.10})$$

$$T_{hm} = T_a + \frac{T_{he} - T_a}{f_e} \cdot (1 - e - f_e) \quad (\text{A.11})$$

donde las temperaturas pueden expresarse en K o en °C.

El factor de enfriamiento f_e se calcula mediante la siguiente expresión:

$$f_e = \frac{U \cdot S_i}{C_p \cdot \dot{m}} \quad (\text{A.12})$$

donde

U es el coeficiente global de transmisión de calor de la pared de la chimenea, en $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

S_i es el área de la superficie interior de la chimenea, en m^2 ;

C_p es el calor específico a presión constante de los humos, en $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, que puede calcularse mediante las ecuaciones indicadas en el capítulo C.6 en función de la temperatura media y del contenido de CO_2 de los humos.

- Coeficiente global de transmisión de calor U :

El coeficiente global de transmisión de calor de la pared de la chimenea se calcula mediante la conocida expresión:

$$U = \frac{1}{\left[\frac{1}{h_i} + \beta \cdot \left(R + \frac{D_{hi}}{D_{hx}} \cdot \frac{1}{h_x} \right) \right]} \quad (\text{A.13})$$

en la que los distintos parámetros se calculan como se indica en los siguientes apartados.

- Coeficiente superficial interior h_i :

El coeficiente superficial interior, expresado en $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, se calcula con la ecuación:

$$h_i = \frac{\lambda_h \cdot \text{Nu}}{D_{hi}} \quad (\text{A.14})$$

donde

λ_h es la conductividad térmica de los humos [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$] que, con buena aproximación, puede calcularse mediante la ecuación siguiente:

$$\lambda_h = 0,023 + 8,5 \cdot 10^{-6} \cdot (T_{hm} - 273) \quad (\text{A.15})$$

Nu es el número de Nusselt (adimensional), función del coeficiente de fricción, el número de Prandtl, la esbeltez de la chimenea, y la viscosidad dinámica del gas, que puede calcularse con la expresión siguiente, suficientemente aproximada:

$$Nu = 0,0354 \cdot a \cdot (Re^{0,75} - 180) \quad (A.16)$$

El coeficiente a (adimensional), función de la rugosidad del material r , expresada en mm, viene dada por:

$$a = 1,011665 + 0,152502 \cdot r - 0,014167 \cdot r^2 \quad (A.17)$$

El número de Reynolds (adimensional) se calcula con la ecuación:

$$Re = \frac{v \cdot D_{hi}}{\nu_c} \quad (A.18)$$

donde

v es la velocidad media de los humos en la chimenea, en m/s, que se calcula dividiendo el caudal volumétrico por el área de la sección transversal;

D_{hi} es el diámetro hidráulico interior, en m;

ν_c es la viscosidad cinemática de los gases, en m^2/s , que puede calcularse mediante el polinomio:

$$\nu_c = -6,361 \cdot 10^{-6} + 4,426 \cdot 10^{-8} \cdot T_{hm} + 7,523 \cdot 10^{-11} \cdot T_{hm}^2 \quad (A.19)$$

La ecuación que expresa el número de Nusselt es válida para números de Reynolds comprendidos entre 3 000 y 1 000 000. Si del cálculo resultara $h_i < 5 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$ se debe tomar $h_i = 5 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$.

– Resistencia térmica de la pared R :

La resistencia térmica de la pared de la chimenea R , expresada en $(m^2 \cdot K)/W$, se calcula como suma de la relación entre el espesor equivalente del material y la conductividad térmica de cada capa que constituye la pared de la chimenea, según la siguiente expresión:

$$R = s \cdot D_{hi} \cdot \sum \left[\frac{1}{2 \cdot \lambda_n} \cdot \ln \left(\frac{D_{hin} + 2 \cdot \epsilon_n}{D_{hin}} \right) \right] \quad (A.20)$$

donde el subíndice n indica los valores de la capa n -ésima, mientras que el coeficiente s depende de la forma de la sección y toma el valor indicado en la tabla A.1:

Tabla A.1 Valor de s

| Sección | s |
|---------------------------------------|------|
| Circular | 1 |
| Cuadrada | 1,27 |
| Rectangular ¹⁾ | 1,3 |
| 1) Con relación de lados $\leq 1,5$. | |

- Coeficiente superficial exterior h_x :

Este coeficiente puede tomarse igual a $8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ para chimeneas situadas en el interior y $25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ para chimeneas situadas en el exterior del edificio. En caso de chimeneas que discurren en parte por el interior y en parte por el exterior, el coeficiente h_x se calcula como media ponderal de las superficies interior y exterior.

La resistencia superficial exterior $1/h_x$ está multiplicada por la relación de diámetros hidráulicos interior y exterior, para referirla a la superficie interior de la chimenea.

- Coeficiente β :

Las ecuaciones anteriores son válidas para un régimen permanente de temperaturas. Para poderlas emplear también para el caso de régimen no permanente, debido a la regulación del quemador, por escalones o modulante, el coeficiente β toma, según los casos, el valor reflejado en la tabla A.2:

Tabla A.2 – Coeficiente β

| Chimenea | todo-nada | todo-poco-nada | modulante |
|----------|-----------|----------------|-----------|
| Metálica | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| De obra | 0,8 | 0,85 | 0,9 |

En caso de funcionamiento en régimen estacionario, se toma β igual a la unidad.

- Diámetros hidráulicos:

Los diámetros hidráulicos se calculan, de acuerdo a la definición del capítulo A.1, mediante las siguientes expresiones:

- para chimeneas circulares: $D_h = D$; (A.21)

- para chimeneas rectangulares de lados a y b : $D_h = 2 \cdot a \cdot b / (a + b)$; (A.22)

- para chimeneas cónicas de diámetros D_s y D_e :

$$D_h = \left[2 \cdot D_e^4 \cdot D_s^4 / (D_e^4 + D_s^4) \right]^{1/4} \quad (\text{A.23})$$

A.4.2 Calor específico a presión constante

- Calor específico a presión constante de los gases de combustión: véase el capítulo C.6.
- Calor específico a presión constante del aire: $1\,007,38 \text{ J/kg K}$.
- Calor específico a presión constante de productos de la combustión:

$$C_{pu} = C_p + \frac{m_a}{m_u} (C_{pa} - C_p) \quad (\text{A.24})$$

A.5 Procedimiento de cálculo

A.5.1 Consideraciones previas

Si hubiera calderas de distinta potencia en una misma chimenea, se debe utilizar para el cálculo de la chimenea la potencia de la mayor.

Es necesario realizar los cálculos para determinar:

- que la depresión disponible existente en la base del conducto secundario de cualquiera de las calderas es superior a la requerida al final del conducto de unión de esa caldera con el conducto secundario;
- que existe tiro efectivo en el punto de referencia de cálculo del conducto principal, con todos los generadores funcionando a plena potencia.

A.5.2 Cálculo de la depresión requerida en el conducto de unión y disponible en el secundario

A.5.2.1 Cálculos generales

Se deben realizar los siguientes cálculos generales:

- 1) Determinación de la potencia térmica útil del generador (ddf).
- 2) Determinación de las características del combustible empleado (dds o anexo B).
- 3) Determinación del rendimiento del generador (ddf).
- 4) Determinación del contenido de CO₂ en los gases (ddf o tabla C.2) y cálculo del exceso de aire mediante la ecuación (A.2), con el coeficiente corrector indicado en la tabla C.3, o bien, determinación directa del exceso de aire (ddf).
- 5) Determinación del caudal másico de los gases de combustión de cada generador según la ecuación (A.1).
- 6) Determinación del caudal másico del aire que entra por el cortatiros de cada generador, (\dot{m}_a), según la ecuación (A.3).
- 7) Determinación del caudal másico unitario de los humos en el cortatiros de cada generador, (\dot{m}_u), según la ecuación (A.4).
- 8) Determinación de la temperatura de los gases a la salida de cada generador (ddf).
- 9) Determinación de la temperatura del aire exterior T_a de proyecto (véase el anexo E) y de la altitud sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento de la instalación.
- 10) Determinación de la temperatura de los humos en la entrada del cortatiros de cada generador, T_{ec} , según la ecuación (A.9).
- 11) La presión disponible a la salida de cada generador se considera cero.

A.5.2.2 Cálculo de la depresión requerida en el conducto de unión de cada generador con su conducto secundario

Para calcular la depresión requerida en el conducto de unión de cada generador con su conducto secundario deben realizarse los siguientes cálculos:

- 1) Se determinan las características geométricas del conjunto (diámetro, longitud, número y tipo de desvíos, etc.).

- 2) Se determina la rugosidad del material.
- 3) Se asume, en primera aproximación, una temperatura media de los gases igual a la temperatura de entrada en el cortatiros (T_{ec}) [véase la ecuación (A.9)].
- 4) En base a la altitud sobre el nivel del mar (A) y la constante de elasticidad de los gases (R), se calcula la densidad (ρ_{ec}) mediante la ecuación (A.8), donde T_{hm} es igual a T_{ec} en primera aproximación.
- 5) Se calcula el caudal volumétrico unitario (v_u) según la ecuación (A.6).
- 6) Se calcula el área de la sección transversal del conducto de unión, en función del diámetro elegido.
- 7) Se calcula el calor específico a presión constante de los productos de la combustión según la ecuación (A.24).
- 8) Se calcula el coeficiente global de transmisión de calor (U) según la fórmula (A.13), asumiendo en primera aproximación una temperatura media de los humos igual a la temperatura de entrada en el cortatiros (T_{ec}).
- 9) Se calcula el área de la superficie interior del conducto de unión (S_i), siendo $S_i = p \cdot L$, y donde p es el perímetro en m^2 .
- 10) Se calcula el factor de enfriamiento según la ecuación (A.12), donde $C_p = C_{pu}$ y $\dot{m} = \dot{m}_u$.
- 11) Se calcula la temperatura media de los humos mediante la ecuación (A.11), donde $T_{he} = T_{ec}$.
- 12) Se recalcula desde el punto 4) para obtener con mayor aproximación la temperatura media de los humos.
- 13) Se calcula la temperatura de los humos a la salida del conducto de unión, mediante la ecuación (A.10), donde $T_{he} = T_{ec}$.
- 14) Se calcula la caída de presión al movimiento de los humos en el conducto de unión, según lo indicado a continuación, teniendo en cuenta que $\dot{m} = \dot{m}_u$:

La caída de presión por resistencia al movimiento de los humos en las chimeneas, expresada en Pa (N/m^2), se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta p = \left[\sum \left[\rho_{hm} \cdot \frac{v_m^2}{2} \cdot \left(f \cdot \frac{L}{D_{hi}} + \sum \xi \right) \right] + \Delta p_d \right] \cdot f_s \quad (A.25)$$

en la que el primer sumatorio se refiere a los diferentes tramos de la chimenea.

En la ecuación anterior, los diferentes parámetros que entran en juego tienen el siguiente significado:

ρ_{hm} es la densidad media de los humos (kg/m^3) en el tramo considerado, que se calcula con la ecuación (A.8);

v_m es la velocidad media de los humos (m/s) en el tramo considerado, que se calcula mediante la ecuación:

$$v_m = \frac{\dot{m}}{\rho_{hm} \cdot S}$$

siendo S el área interior de la sección transversal de la chimenea, en m^2 ,

- f es el factor de fricción, que puede obtenerse, de forma exacta, de la ecuación de Colebrook o, también, con suficiente precisión, mediante ecuaciones aproximadas de solución directa en función de la rugosidad de la superficie interior r (mm), del diámetro hidráulico D_{hi} (m) y del número de Reynolds Re (adimensional). Una expresión muy simple, válida para rugosidades (ficticias) entre 0,5 mm y 5 mm y números de Reynolds entre 3 000 y 1 000 000, es la siguiente:

$$f = 0,118 \cdot \frac{r^{0,25}}{D_{hi}^{0,40}}$$

En el capítulo D.7 se indican las rugosidades medias (ficticias) de algunos materiales empleados en la fabricación o construcción de chimeneas.

- L es la longitud del tramo considerado, en m;
- D_{hi} es el diámetro hidráulico de la chimenea, en m;
- $\Sigma\xi$ es la suma de los coeficientes de las pérdidas de presión localizadas (adimensional) (véase el anexo D);
- Δp_d es la variación de presión dinámica desde la entrada a la salida de la chimenea, que se calcula mediante la expresión:

$$\Delta p_d = \rho_{hm} \cdot \frac{v_{ms}^2 - v_{me}^2}{2}$$

- f_s es un factor de seguridad que es necesario considerar para tener en cuenta los siguientes factores:
- imperfecciones en la construcción de la chimenea (medidas transversales, rugosidad media, resistencia térmica y falta de estanquidad);
 - efectos de condiciones atmosféricas adversas;
 - anomalías en el funcionamiento del generador de calor (exceso de aire superior al previsto y sobrecargas).

NOTA Las imperfecciones en la construcción se reducen al mínimo con el empleo de chimeneas prefabricadas, cuya calidad queda garantizada por el fabricante.

El proyectista puede asumir, a su criterio, un valor del factor de seguridad f_s por el cual multiplicar la Δp , según las circunstancias de la obra. Como guía, se indican los siguientes valores:

- para conducciones prefabricadas: $f_s = 1,2$
- para conducciones construidas "*in situ*":
- metálicas: $f_s = 1,3$
- de obra: $f_s = 1,5$

- 15) Se calcula la densidad del aire exterior según la ecuación:

$$\rho_a = \frac{101\,325(1 - 0,00012A)}{R T_a} \quad (\text{A.26})$$

- 16) Se calcula el tiro térmico del conducto de unión:

El tiro térmico (o natural) provocado por la diferencia de densidad entre el gas en el interior de la chimenea y el aire exterior viene dado, en Pa, por la siguiente ecuación:

$$t = g \cdot H \cdot (\rho_a - \rho_{hm}) \quad (\text{A.27})$$

La magnitud H, que es la altura eficaz, representa la distancia vertical entre la salida de humos del generador (su eje, si la boca es vertical) y la boca de salida de la chimenea (véase la figura A.3). Para el cálculo, la altura H se divide en dos partes: H_h para el tramo horizontal (enlace con el tramo vertical) y H_v para el tramo vertical (chimenea propiamente dicha).

- 17) La depresión requerida en la base del conducto secundario se obtiene sumando los siguientes factores: la caída de presión por resistencia al movimiento más el tiro térmico.

A.5.2.3 Cálculo de la depresión disponible en el conducto secundario

Para calcular la depresión disponible en el conducto secundario deben realizarse los siguientes cálculos:

- 1) Se determinan las características geométricas del conjunto (longitud).
- 2) Se determina el aislamiento térmico y la rugosidad del material interior.
- 3) Se asume, en primera aproximación, una velocidad media de los gases en función del caudal másico de acuerdo a la relación siguiente:

$$v = 7,1 + 2,03 x + 0,25 x^2 - 0,526 \cdot 10^{-3} x^3 - 3,109 \cdot 10^{-3} x^4 \quad (\text{A.28})$$

Donde se tiene en cuenta que $x = l_n (\dot{m}_u)$.

- 4) Se asume, en primera aproximación, una temperatura media de los gases igual a la temperatura de salida del conducto de unión.
- 5) Se calcula la densidad media de los humos mediante la ecuación (A.8).
- 6) Se calcula el caudal volumétrico unitario (v_u) según la ecuación (A.6).
- 7) Se calcula el área de la sección transversal del secundario A_s ($A_s = v_u / v$).
- 8) Se determina el diámetro hidráulico del conducto secundario.
- 9) Se calcula el coeficiente global de transmisión de calor (U) según la fórmula (A.13), asumiendo, en primera aproximación, una temperatura media de los humos igual a la temperatura de salida del conducto de unión.
- 10) Se calcula el área de la superficie interior del conducto secundario (S_i), siendo $S_i = p \cdot L$, y donde p es el perímetro.
- 11) Se calcula el factor de enfriamiento según la ecuación (A.12), donde $C_p = C_{pu}$ y $\dot{m} = \dot{m}_u$.
- 12) Se calcula la temperatura media de los humos mediante la ecuación (A.11), donde T_{he} es la temperatura de salida del conducto de unión.
- 13) Se recalcula desde el punto 4) para obtener con mayor aproximación la temperatura media de los humos.
- 14) Se calcula la temperatura de los humos a la salida del secundario, mediante la ecuación (A.10).

15) Se calcula la caída de presión al movimiento de los humos en el secundario.

La caída de presión por resistencia al movimiento de los humos en las chimeneas, expresada en Pa (N/m^2), se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta p = \left[\sum \left[\rho_{\text{hm}} \cdot \frac{v_{\text{m}}^2}{2} \cdot \left(f \cdot \frac{L}{D_{\text{hi}}} + \sum \xi \right) \right] + \Delta p_{\text{d}} \right] \cdot f_{\text{s}} \quad (\text{A.29})$$

en la que el primer sumatorio se refiere a los diferentes tramos de la chimenea.

En la ecuación anterior, los diferentes parámetros que entran en juego tienen el siguiente significado:

ρ_{hm} es la densidad media de los humos en el tramo considerado, en kg/m^3 , que se calcula con la ecuación (A.8);

v_{m} es la velocidad media de los humos en el tramo considerado, en m/s, que se calcula mediante la ecuación:

$$v_{\text{m}} = \frac{\dot{m}}{\rho_{\text{hm}} \cdot S}$$

siendo S el área interior de la sección transversal de la chimenea, en m^2 ;

f es el factor de fricción, que puede obtenerse, de forma exacta, de la ecuación de Colebrook o, también, con suficiente precisión, mediante ecuaciones aproximadas de solución directa en función de la rugosidad de la superficie interior r (mm), del diámetro hidráulico D_{hi} (m) y del número de Reynolds Re (adimensional). Una expresión muy simple, válida para rugosidades (ficticias) entre 0,5 mm y 5 mm y números de Reynolds entre 3 000 y 1 000 000, es la siguiente:

$$f = 0,118 \cdot \frac{r^{0,25}}{D_{\text{hi}}^{0,40}}$$

En el capítulo D.7 se indican las rugosidades medias (ficticias) de algunos materiales empleados en la fabricación o construcción de chimeneas.

L es la longitud del tramo considerado, en m;

D_{hi} es el diámetro hidráulico de la chimenea, en m;

$\sum \xi$ es la suma de los coeficientes de las pérdidas de presión localizadas (adimensional) (véase el anexo D);

Δp_{d} es la variación de presión dinámica desde la entrada a la salida de la chimenea, que se calcula mediante la expresión:

$$\Delta p_{\text{d}} = \rho_{\text{hm}} \cdot \frac{v_{\text{ms}}^2 - v_{\text{me}}^2}{2}$$

f_{s} es un factor de seguridad que es necesario considerar para tener en cuenta los siguientes factores:

- imperfecciones en la construcción de la chimenea (medidas transversales, rugosidad media, resistencia térmica y falta de estanquidad);
- efectos de condiciones atmosféricas adversas;
- anomalías en el funcionamiento del generador de calor (exceso de aire superior al previsto y sobrecargas).

NOTA Las imperfecciones en la construcción se reducen al mínimo con el empleo de chimeneas prefabricadas, cuya calidad queda garantizada por el fabricante.

El técnico puede asumir, a su criterio, un valor del factor de seguridad f_s por el cual multiplicar la Δp , según las circunstancias de la obra. Como guía, se indican los siguientes valores:

- para conducciones prefabricadas: $f_s = 1,2$
- para conducciones construidas "in situ":
 - metálicas: $f_s = 1,3$
 - de obra: $f_s = 1,5$

- 16) Se calcula el tiro térmico del secundario, mediante la ecuación (A.27).
- 17) La depresión disponible en la base del secundario es la diferencia entre la caída de presión y el tiro térmico. El valor de la depresión disponible en la base del secundario debe ser superior a la requerida al final del conducto de unión.

A.5.3 Cálculo de la existencia de tiro en el punto de referencia del conducto principal

A.5.3.1 Generalidades

Se deben realizar los siguientes cálculos generales:

- 1) la temperatura de entrada en el conducto principal es la de salida del conducto secundario, según el punto 1) del apartado A.5.1.3,
- 2) el caudal másico de los humos, \dot{m}_t , se calcula con la ecuación (A.5).

A.5.3.2 Cálculo de la depresión disponible en el conducto principal

Para calcular la depresión disponible en el conducto principal deben realizarse los siguientes cálculos:

- 1) Se determinan las características geométricas del conjunto (longitud),
- 2) Se determina el aislamiento térmico y la rugosidad del material interior,
- 3) Se asume, en primera aproximación, una velocidad media de los gases en función del caudal másico de acuerdo a la relación siguiente:

$$v = 7,1 + 2,03 x + 0,25 x^2 - 0,526 \cdot 10^{-3} x^3 - 3,109 \cdot 10^{-3} x^4$$

Donde se debe tener en cuenta que $x = l_n (\dot{m}_t)$.

- 4) Se asume, en primera aproximación, una temperatura media de los gases igual a la temperatura de salida del conducto secundario.
- 5) En base a la altitud sobre el nivel del mar (A) y la constante de elasticidad de los gases (R), se calcula la densidad (ρ_{hm}) mediante la ecuación (A.8), donde T_{hm} es igual a la temperatura de salida del secundario en primera aproximación.
- 6) Se calcula el caudal volumétrico total (v_t) según la ecuación (A.7).

- 7) Se calcula el área de la sección transversal del conducto principal, mediante la expresión $A_s = v_u / v$.
- 8) Se determina el diámetro hidráulico de la chimenea.
- 9) Se calcula el calor específico a presión constante de los productos de la combustión según la ecuación (A.24).
- 10) Se calcula el coeficiente global de transmisión de calor (U) según la fórmula (A.13), asumiendo en primera aproximación una temperatura media de los humos igual a la temperatura de salida del conducto secundario.
- 11) Se calcula el área de la superficie interior del conducto principal (S_i), siendo $S_i = p \cdot L$ y donde p es el perímetro.
- 12) Se calcula el factor de enfriamiento según la ecuación (A.12), donde $C_p = C_{ptm} = \dot{m}_t$.
- 13) Se calcula la temperatura media de los humos mediante la ecuación (A.11), donde T_{he} es la temperatura de salida del secundario.
- 14) Se recalcula desde el punto 5) para obtener con mayor aproximación la temperatura media de los humos.
- 15) Se calcula la temperatura de los humos a la salida del principal, mediante la ecuación (A.10), donde T_{he} es la temperatura de salida del conducto secundario.
- 16) Se calcula la caída de presión al movimiento de los humos en el conducto principal, según lo indicado en el punto 14) del apartado A.5.2.2, teniendo en cuenta que $\dot{m} = \dot{m}_t$.
- 17) Se calcula la densidad del aire exterior según la ecuación:

$$\rho_a = \frac{101\,325 (1 - 0,00012A)}{R T_a} \quad (\text{A.30})$$

- 18) Se calcula el tiro térmico en el punto de referencia del conducto principal, mediante la ecuación (A.27).
- 19) La depresión disponible en el punto de referencia de cálculo del conducto principal es la diferencia entre la caída de presión y el tiro térmico. Esta tiene que ser menor que cero, y si no se cumple esta condición, se recalcula con un diámetro de chimenea superior.
- 20) Además, si se quisiera recalcular con otro diámetro diferente del que resulte de la aplicación estricta de esta norma, la diferencia entre el valor absoluto de la depresión disponible inicialmente calculada y el valor absoluto de la depresión disponible resultante con el recálculo no puede ser mayor de 2 Pa:

$$\left| \Delta P_{\text{disp calculada}} \right| - \left| \Delta P_{\text{disp recálculo}} \right| \leq 2 \text{ Pa}$$

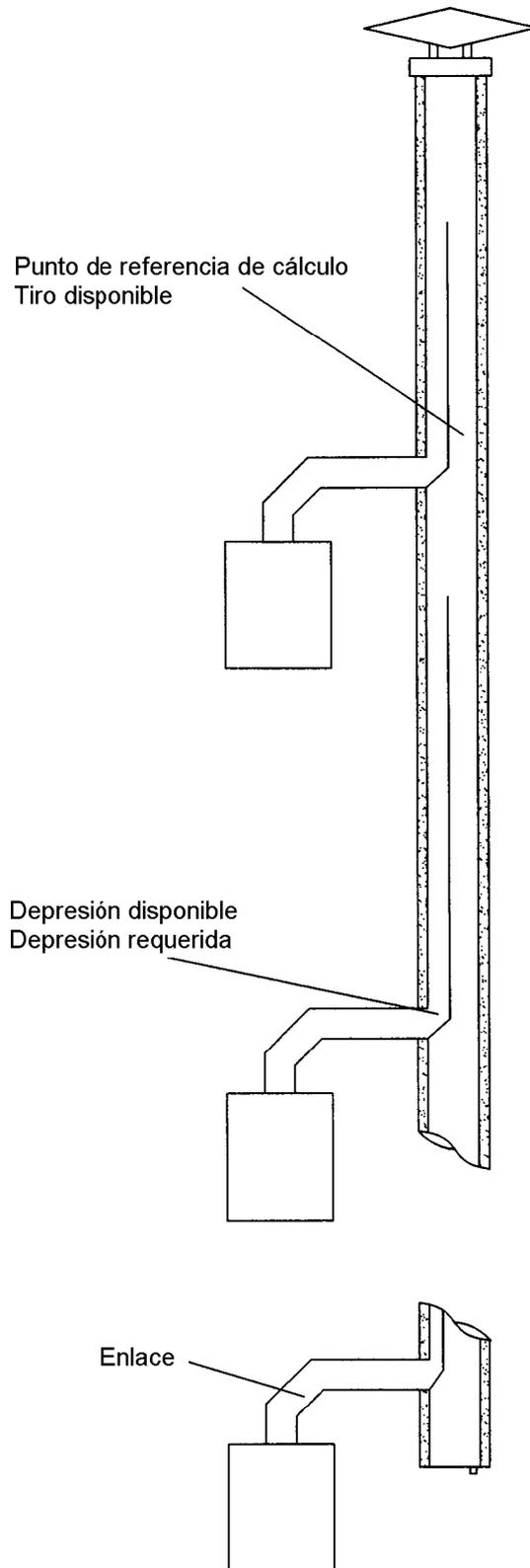


Figura A.1

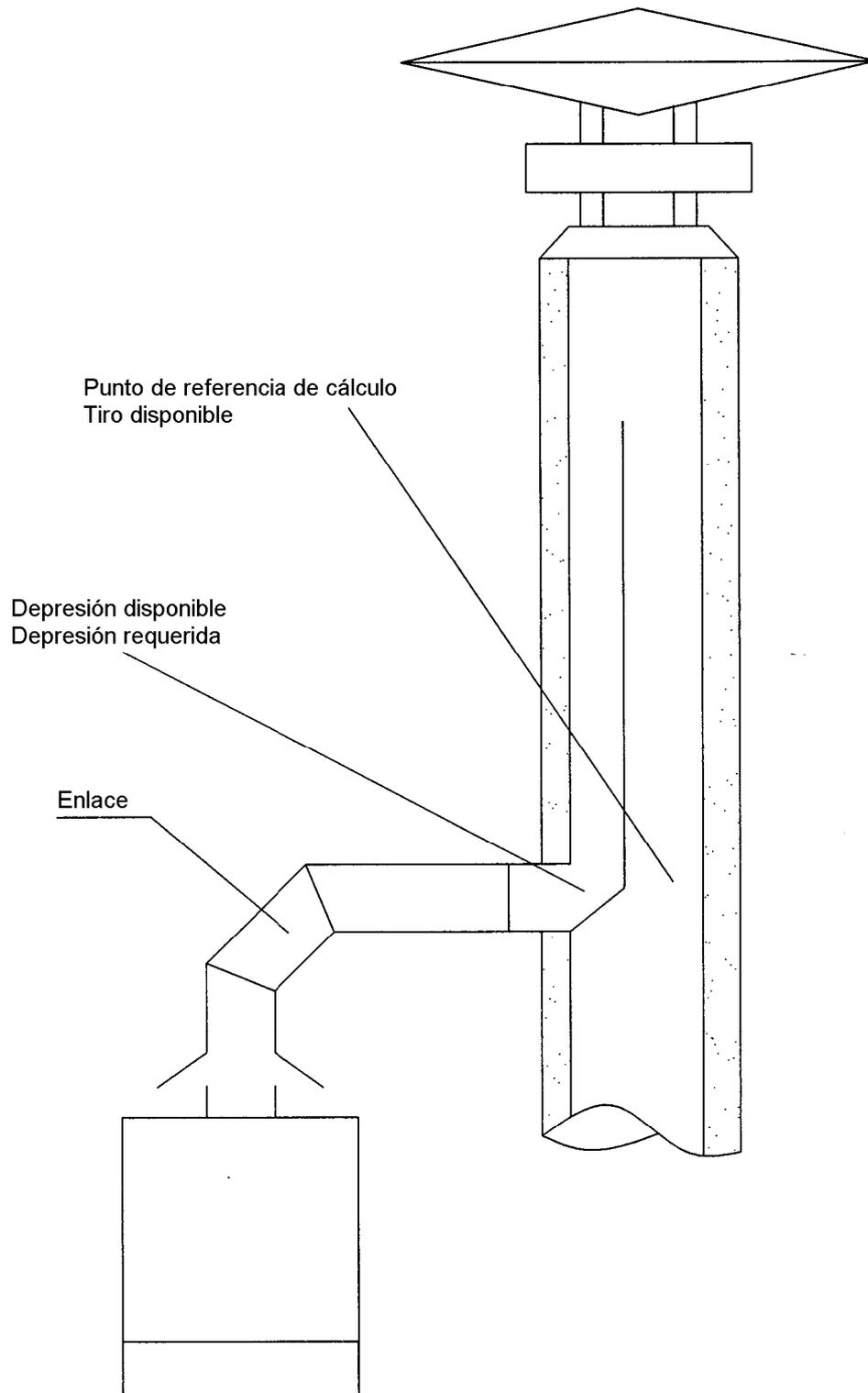


Figura A.2

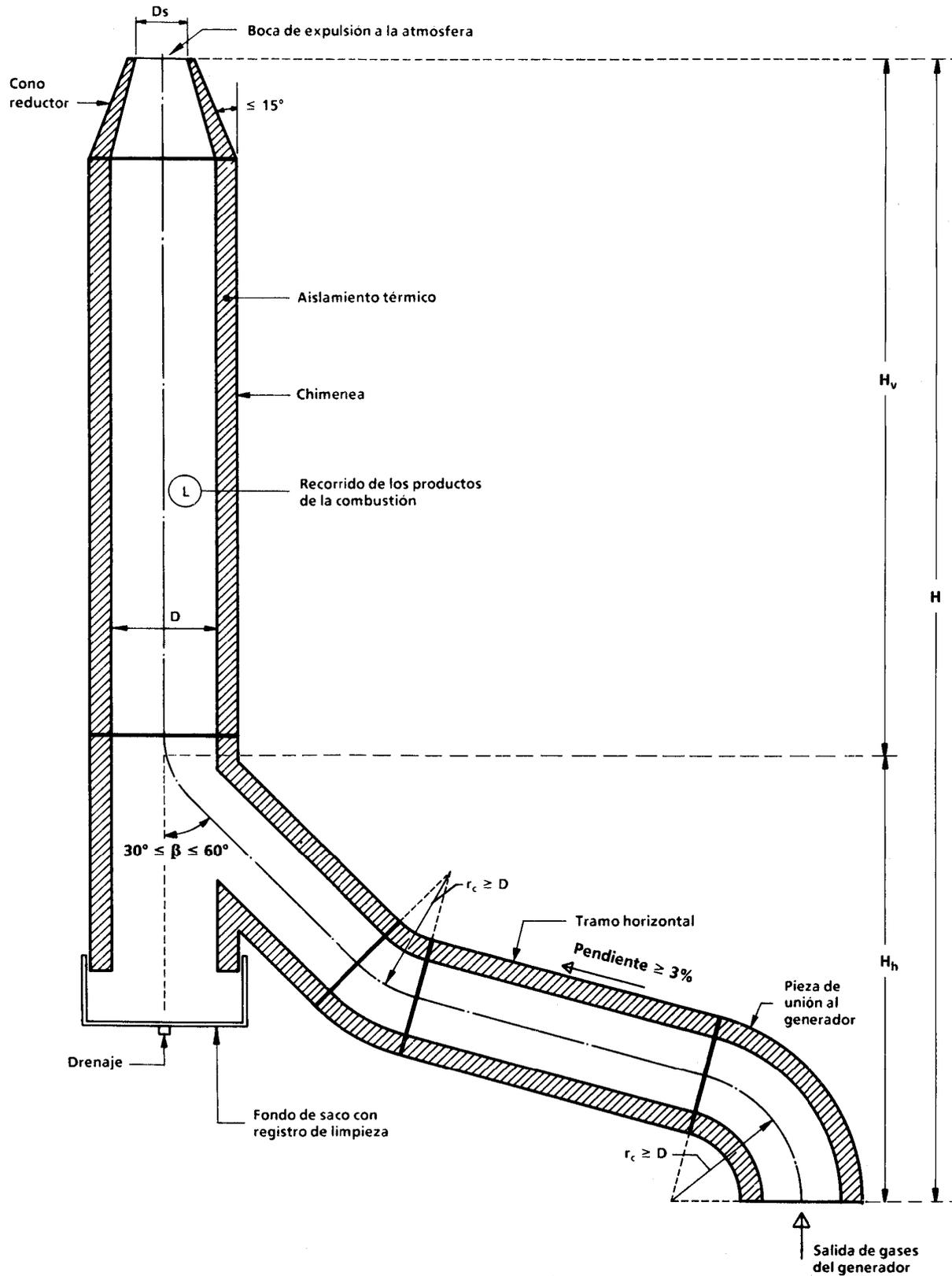


Figura A.3

ANEXO B (Informativo)
CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES

B.1 Combustibles gaseosos

| | PCS | PCI | CO₂ máx. | ρ | PC | PF |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | kJ/Nm³ | kJ/Nm³ | % | kg/Nm³ | Nm³/Nm³ | Nm³/Nm³ |
| Gas natural | 44 000 | 39 600 | 12,1 | 0,75 | 11,2 | 11,9 |
| Gas manufacturado | 17 600 | 15 700 | 12,8 | 0,65 | 3,7 | 4,0 |
| Propano comercial | 93 300 | 85 750 | 13,9 | 1,85 | 24 | 25,5 |
| Butano comercial | 119 700 | 110 350 | 14,1 | 2,41 | 31,1 | 32,7 |

NOTA 1 Los datos de gas natural y gas manufacturado son aproximados.

NOTA 2 La constante de elasticidad de los humos vale 300 J/(kg · K).

B.2 Combustibles líquidos

| | PCS | PCI | CO₂ máx. | ρ | PC | PF |
|----------|--------------|--------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | kJ/kg | kJ/kg | % | kg/m³ | Nm³/kg | Nm³/kg |
| Gasóleo | 43 100 | 42 300 | 15,6 | 830/870 | 11,5 | 12,3 |
| Fuelóleo | 42 700 | 40 600 | 15,8 | 920/970 | 11,0 | 11,8 |

NOTA La constante de elasticidad de los humos vale 290 J/(kg · K).

B.3 Combustibles sólidos

Las características de los combustibles sólidos varían notablemente con su composición química.

El CO₂ máx. está comprendido entre el 18% y el 21%.

El PC y el PF pueden calcularse con las siguientes fórmulas:

| PCI kJ/kg | PC Nm³/kg | PF Nm³/kg |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ≤ 23 000 | 0,00024 · PCI + 0,50 | 0,00021 · PCI + 1,65 |
| > 23 000 | 0,00024 · PCI + 0,55 | 0,00024 · PCI + 0,90 |

NOTA La constante de elasticidad de los humos vale 280 J/(kg · K).

ANEXO C (Informativo)

DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS GENERADORES DE CALOR

C.1 Rendimiento (%)

| Potencia térmica nominal kW | Gasóleo | Gas natural | Propano comercial | Carbón Alimentación | |
|--------------------------------|---------|-------------|-------------------|---------------------|------------|
| | | | | manual | automática |
| 10 | 79 | 79 | 77 | 70 | 73 |
| 100 | 82 | 82 | 80 | 74 | 78 |
| 1 000 | 85 | 85 | 84 | 79 | 82 |

C.2 Contenido en volumen de CO₂ en los humos (%) y relación CO_{2 máx./CO₂}

| Potencia térmica nominal kW | Gasóleo | Gas natural | Propano comercial | Carbón Alimentación | |
|--------------------------------|---------|-------------|-------------------|---------------------|------------|
| | | | | manual | automática |
| 10 | 10,1 | 8,6 | 8 | 8 | 8,5 |
| | 1,54 | 1,41 | 1,74 | 2,58 | 2,42 |
| 100 | 11,4 | 9,5 | 8,2 | 9 | 9,9 |
| | 1,37 | 1,27 | 1,70 | 2,29 | 2,08 |
| 1 000 | 12,8 | 10,0 | 10,0 | 11,8 | 11,9 |
| | 1,22 | 1,21 | 1,39 | 1,75 | 1,73 |

C.3 Coeficiente corrector c_c del exceso de aire

| Tipo de combustible | c _c |
|---------------------|----------------|
| Gaseoso | 0,91 |
| Líquido | 0,94 |
| Sólido | 0,98 |

C.4 Temperatura de los humos en salida de generador

| Potencia térmica nominal kW | Temperatura de los humos °C |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 10 | 240 |
| 100 | 230 |
| 1 000 | 210 |

C.5 Depresión en hogares de generadores de calor

1 Combustibles gaseosos y líquidos:

| Potencia nominal kW | Depresión Pa |
|------------------------|-----------------------------|
| $P \leq 120$ | $1,5 \cdot \log(P) - 1,2$ |
| $120 < P \leq 1\ 200$ | $39,2 \cdot \log(P) - 51,4$ |
| $1\ 200 < P$ | $19,4 \cdot \log(P) + 4,9$ |

2 Combustibles sólidos

| Potencia nominal kW | Depresión Pa |
|------------------------|--------------------------|
| $P \leq 120$ | $15 \cdot \log(P) - 1,2$ |
| $120 < P \leq 1\ 200$ | $50 \cdot \log(P) - 74$ |
| $1\ 200 < P$ | 80 |

C.6 Calor específico de los humos a presión constante

1 Combustible gaseoso:

| CO ₂ % | C _p J/(kg · K) |
|----------------------|--|
| 10 | $1\ 081 + 0,265 \cdot T_{hm} - 3,095 \cdot 10^{-4} \cdot T_{hm}^2$ |
| 8 | $1\ 074 + 0,166 \cdot T_{hm} - 1,548 \cdot 10^{-4} \cdot T_{hm}^2$ |
| 4 | $1\ 057 + 0,08357 \cdot T_{hm}$ |

NOTA Para valores intermedios de CO₂ se interpola linealmente.

2 Combustibles líquidos

| CO ₂ % | C _p J/(kg · K) |
|----------------------|--|
| 10 | $1\ 036 + 0,0906 \cdot T_{hm} + 1,1666 \cdot 10^{-4} \cdot T_{hm}^2$ |
| 8 | $1\ 027 + 0,0639 \cdot T_{hm} + 1,1664 \cdot 10^{-4} \cdot T_{hm}^2$ |
| 4 | $1\ 014 + 0,0377 \cdot T_{hm} + 1,3571 \cdot 10^{-4} \cdot T_{hm}^2$ |

NOTA Para valores intermedios de CO₂ se interpola linealmente.

3 Combustibles sólidos

| CO₂ % | Cp J/(kg · K) |
|-----------------------------------|---|
| 10 | $1\,010 + 0,0314 \cdot T_{hm} + 3,0477 \cdot 10^{-4} \cdot T_{hm}^2$ |
| 8 | $1\,009 + 0,0469 \cdot T_{hm} + 1,7619 \cdot 10^{-4} \cdot T_{hm}^2$ |
| 4 | $1\,011 + 0,00595 \cdot T_{hm} + 2,0476 \cdot 10^{-4} \cdot T_{hm}^2$ |

NOTA Para valores intermedios de CO₂ se interpola linealmente.

C.7 Temperatura de rocío del vapor de agua

| Combustible | Contenido de CO₂ % en volumen | Temperatura de rocío °C |
|--------------------|---|--|
| Gas ciudad | 8 a 10 | 53 a 58 |
| Gas natural | 8 a 10 | 51 a 55 |
| Gasóleo | 10 a 14 | 41 a 49 |

C.8 Temperatura de rocío ácido

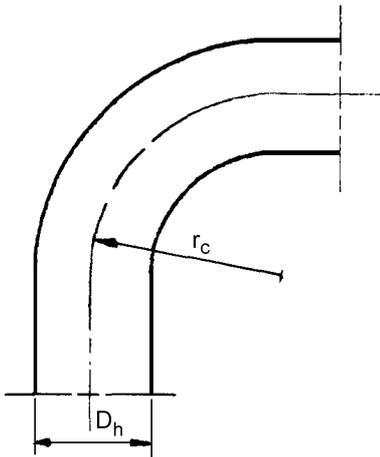
Combustible gasóleo y 1% de conversión de SO₂ a SO₃.

| Contenido de CO₂ % en volumen | Contenido de S % en peso | |
|---|---|-----|
| | 0,5 | 1 |
| 10 | 120 | 124 |
| 12 | 123 | 127 |
| 14 | 126 | 130 |

ANEXO D (Informativo)

COEFICIENTES ξ DE PÉRDIDAS LOCALIZADAS

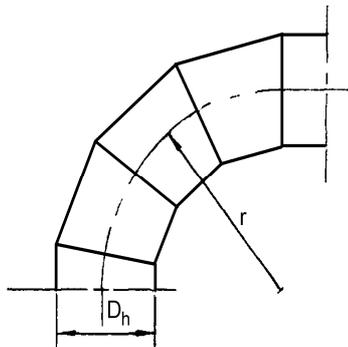
D.1 Curvas continuas a 90°



| r_c/D_h | Sección | |
|-----------|----------------|-------------------|
| | Circular ξ | Rectangular ξ |
| 0,5 | 0,8 | 1 |
| 0,75 | 0,4 | 0,5 |
| 1 | 0,3 | 0,3 |
| 1,5 | 0,2 | 0,2 |
| 2 | 0,2 | 0,2 |

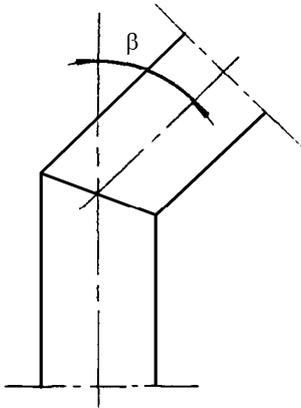
Para ángulos a menores de 90° hasta 30°, se multiplica el coeficiente de la tabla por el factor $0,8 \cdot a/90$.

D.2 Curvas de gajos a 90° de sección circular



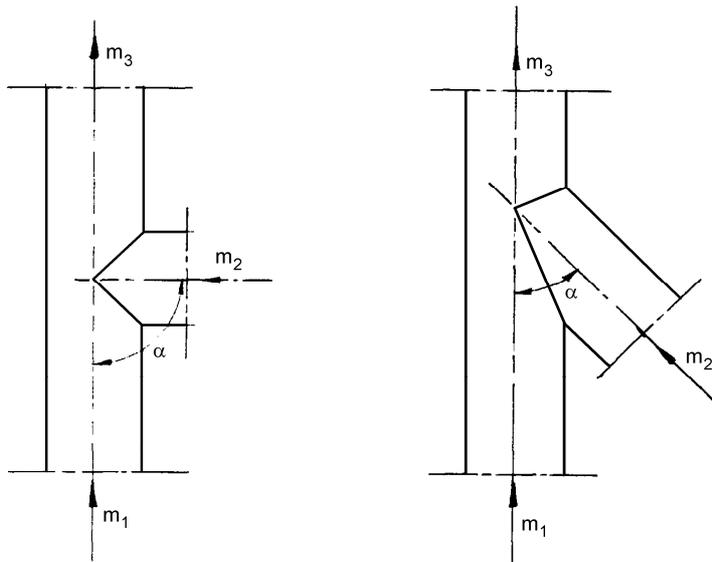
| | | |
|-------------|------------------------------|-------------|
| 2 gajos | $1,25 D_h \leq r \leq 4 D_h$ | $\xi = 0,6$ |
| 3 ó 4 gajos | $2 D_h \leq r \leq 8 D_h$ | $\xi = 0,4$ |

D.3 Cambios de dirección (sección circular o rectangular)



| | | | | | | |
|-------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| ángulo β (grados) | 10 | 15 | 20 | 30 | 45 | 60 |
| coeficiente ξ | 0,1 | 0,12 | 0,15 | 0,2 | 0,4 | 0,8 |

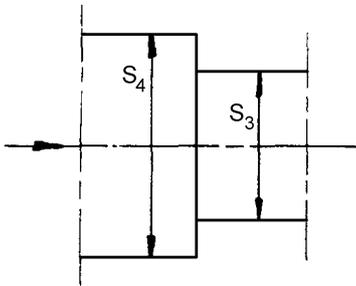
D.4 Ramales (Tees) con flujo convergente (diámetro iguales)



| m_2/m_3 | $\alpha = 90^\circ$ | | $\alpha = 45^\circ$ | |
|-----------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | ξ_{2-3} | ξ_{1-3} | ξ_{2-3} | ξ_{1-3} |
| 0 | -1,2 | 0,06 | -0,9 | 0,05 |
| 0,2 | -0,4 | 0,12 | -0,37 | 0,15 |
| 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0,19 |
| 0,6 | 0,47 | 0,4 | 0,22 | 0,06 |
| 0,8 | 0,72 | 0,5 | 0,37 | -0,18 |
| 1 | 0,92 | 0,6 | 0,38 | -0,54 |

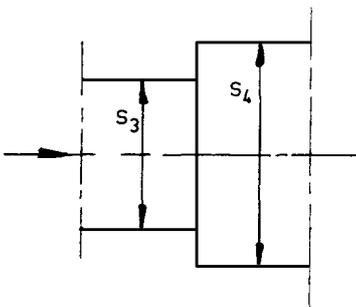
D.5 Variaciones de sección

Reducción brusca



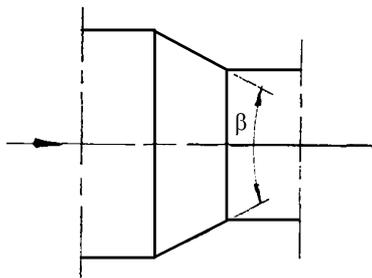
| | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|
| Relación de superficies. s_3/s_4 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| coeficiente ξ | 0,33 | 0,25 | 0,15 |

Aumento brusco



| | | | | | |
|---------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|
| Relación de superficies. s_3/s_4 | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| coeficiente ξ | 1 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |

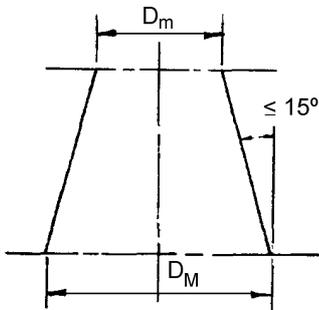
Reducción



| | | | |
|-------------------------|------|------|------|
| ángulo β (grados) | 30 | 45 | 60 |
| coeficiente ξ | 0,02 | 0,04 | 0,07 |

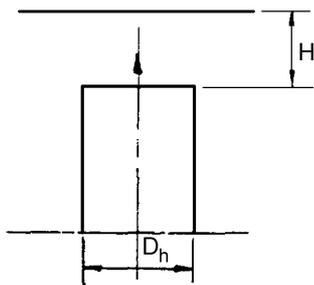
D.6 Terminaciones

Cono reductor de ángulo de convergencia ≤ 15°:



$$\xi = \left[\frac{\text{diámetro mayor}}{\text{diámetro menor}} \right]^4 - 1$$

Plato superior (distancia medida en diámetros hidráulicos)



| | | |
|-------------------|-----|---|
| relación H/D_h | 0,5 | 1 |
| coeficiente ξ | 1,5 | 1 |

D.7 Rugosidades medias ficticias de materiales empleados en la fabricación o construcción de chimeneas (dependen de la calidad del acabado)

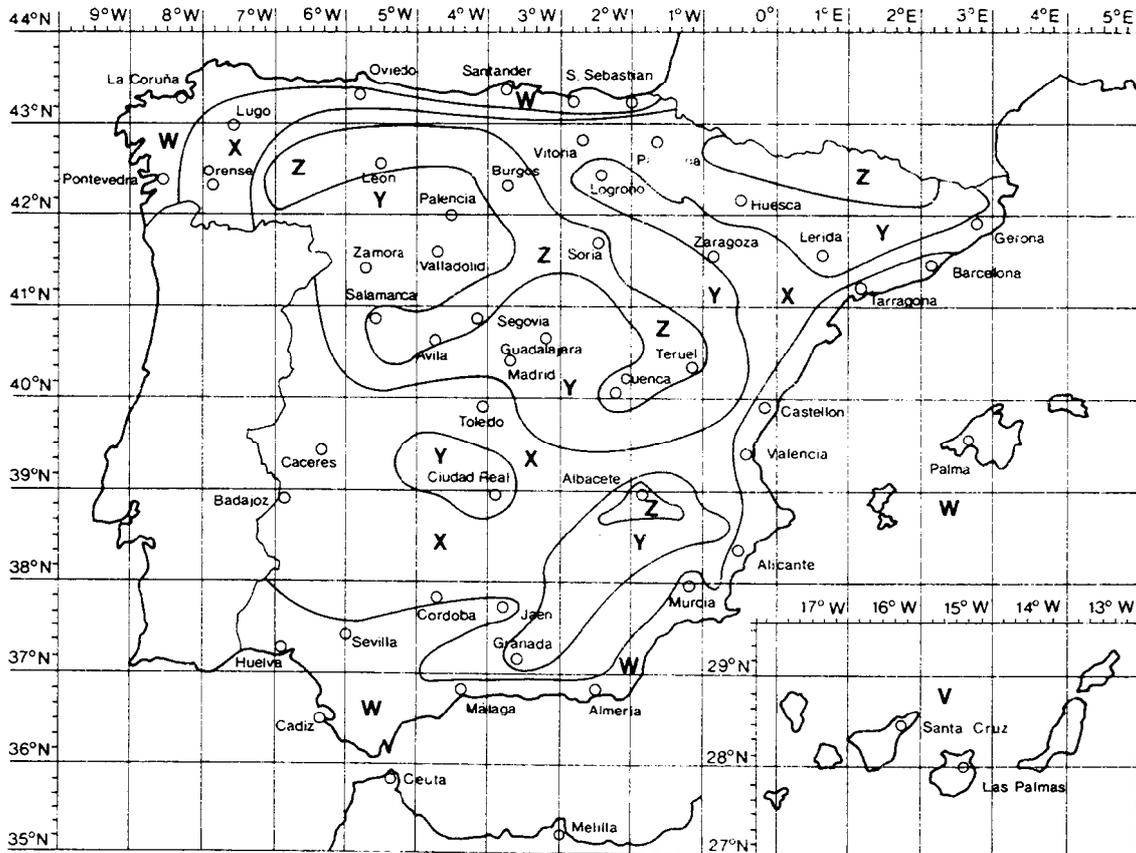
| Material | Rugosidad mm |
|--|--------------|
| Acero sin revestir y acero inoxidable: | |
| – sección circular | 0,5 a 1 |
| – sección rectangular | 1 a 2 |
| Hormigón o revoco en cemento | 1,5 a 3 |
| Muros de ladrillo | 3 a 5 |

ANEXO E (Informativo)

TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR

Como temperatura exterior de proyecto se debe adoptar la temperatura media de las máximas durante el período de funcionamiento. A falta de datos, se puede asumir la temperatura indicada en la tabla siguiente, en función de la zona climática, de acuerdo a lo especificado en la reglamentación vigente en esta materia.

| Zona climática | Régimen de funcionamiento | |
|----------------|---------------------------|-------------------|
| | Sólo invierno °C | Todo el año °C |
| V | 15 | 20 |
| W | 10 | 15 |
| X | 7 | 12 |
| Y | 5 | 10 |
| Z | 3 | 8 |



Mapa de Zonificación por temperaturas mínimas medias de enero

ANEXO F (Normativo)**CÁLCULO DE LA RESISTENCIA TÉRMICA DE LA CHIMENEA**

El cálculo de la resistencia térmica de la chimenea para su aplicación en esta norma, debe realizarse mediante la fórmula siguiente:

$$R = (r_e + r_i) \cdot \ln (r_e/r_i) / (2 \cdot \lambda)$$

donde

R es la resistencia térmica, en $m^2 \cdot K/W$

r_e es el radio exterior, en m

r_i es el radio interior, en m

λ es la conductividad del aislamiento a 200 °C, en $W/m \cdot K$

Este valor de resistencia térmica debe ser facilitado por el fabricante de la chimenea.

ANEXO G (Informativo)

TABLA DE SELECCIÓN DEL TIPO DE PRESIÓN DE LA CHIMENEA

| | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------|----------------|
| Chimenea individual | Cálculo en depresión | Tramo horizontal | Calderas estándar o baja temperatura | | N1 | |
| | | | Calderas condensación | | P1, H1 | |
| | | Tramo vertical | | | N1 | |
| | Cálculo en sobrepresión | Tramo horizontal | | P ≤ 200 Pa | | P1, H1 |
| | | | | P > 200 Pa | | H1 |
| | | Tramo vertical | Instalación interior | P ≤ 0 Pa | | N1 |
| | | | | P ≤ 200 Pa | | P1, H1 |
| | | | | P > 200 Pa | | H1 |
| | | | Instalación exterior | P ≤ 0 Pa | | N1 |
| | | | | P ≤ 200 Pa | | P1, P2, H1, H2 |
| P > 200 Pa | | H1, H2 | | | | |
| Chimenea colectiva | Multientrada | Conductos de unión | Calderas estancas tipo C | | P1, H1 | |
| | | | Calderas atmosféricas tipo B | De tiro natural | | N1 |
| | | | | De tiro forzado | | P1, H1 |
| | | Chimenea colectiva | Calderas estancas tipo C | Cálculo en depresión | | N1 |
| | | | | Cálculo en sobrepresión | | P1, H1 |
| | | | Calderas atmosféricas tipo B | | | N1 |
| | Cascada | Conductos de unión | Cálculo en depresión | Calderas estándar o baja temperatura | | N1 |
| | | | | Calderas condensación | | P1, H1 |
| | | | Cálculo en sobrepresión | P ≤ 200 Pa | | P1, H1 |
| | | | | P > 200 Pa | | H1 |
| | | Colector o tramo horizontal | Cálculo en depresión | Calderas estándar o baja temperatura | | N1 |
| | | | | Calderas condensación | | P1, H1 |
| | | | Cálculo en sobrepresión | | | P1, H1 |
| Tramo vertical | | Cálculo en depresión | | | N1 | |
| | Cálculo en sobrepresión | | | P1, H1 | | |

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032