

ANEXO 7:
JUSTIFICACIÓN DEL
CÁLCULO DE LA ALTURA
DE LA CHIMENEA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	2
3. CÁLCULO DE LAS ALTURAS DE LAS CHIMENEAS	3
3.1 RESULTADOS	6

1. INTRODUCCIÓN

El cálculo de la altura de la chimenea de la planta de Biodiesel del Puerto de Bilbao se realizará conforme a la **Orden de 18 de octubre de 1976 sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial**.

El Anexo II de la Orden recoge las instrucciones para el cálculo de la altura de chimeneas de instalaciones industriales pequeñas y medianas.

El ámbito de aplicación de estas especificaciones incluye las instalaciones de potencia inferior a 100 MW, como la presente.

El apartado 4 del Anexo II de la Orden citada presenta la expresión para el cálculo de la altura mínima de la chimenea de salida de los gases, en función de diferentes parámetros. La misma Orden especifica que si el foco emite varios contaminantes la altura de la chimenea se calculará para cada uno de ellos, adoptándose el valor que resulte mayor.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El foco de emisión a la atmósfera identificado en la Planta de Producción de Biodiesel tiene las siguientes características:

CHIMENEA DE LA CALDERA		
DIAMETRO	0,8	m
SECCIÓN	0,5	m ²
CAUDAL EN C.N.	11476,2	Nm ³ /h
CAUDAL	20703,6	m ³ /h
VELOCIDAD	11,4	m/s
Tª DE SALIDA DE GASES	219,5	° C

La emisión pertenece a una caldera para generación máxima de 11.000 kg/h de vapor saturado a 10 bar, requerido en distintas fases del proceso productivo.

La caldera estará compuesta por una planta de tratamiento de agua, desaireador, condensador, colector, unidad de control, chimenea y la red de distribución de vapor.

El combustible que se utilizará principalmente será el gas natural y se prevé un consumo máximo de 1.000 Nm³/h. Asimismo con el fin de conferir autonomía a la Planta se prevé un quemador dual de gas natural y biodiesel.

Los principales contaminantes derivados de la combustión del gas natural, aparte del CO₂, podrían ser:

- CO: Como resultado de una combustión incompleta.
- NO_x: Por formación de óxidos de nitrógeno de origen térmico.

Dado que en la caldera cabe la posibilidad de utilizar como combustible biodiesel, se considerarán así mismo:

- PM: Formación de aerosol de condensación tras la combustión.
- El SO_x no se considera porque la concentración de azufre en el biodiesel es despreciable, pudiendo presentar una concentración máxima de 10 mg/kg de azufre. Para conseguir con biodiesel el calor útil requerido para producir el vapor necesario, utilizando el dato de PCI del biodiesel de 9500 kcal/kg, se habría que combustionar 998,1 kg/h de biodiesel en la caldera. Esto significaría que la emisión máxima de SO₂ sería de 19,96 g/h, despreciable frente al resto de contaminantes, del orden de kg/h.

Como base para el cálculo de caudales de gases y temperatura de salida de los mismos se supondrá únicamente la combustión de gas natural, considerándolo metano puro.

3. CÁLCULO DE LAS ALTURAS DE LAS CHIMENEAS

El valor H de la altura de la chimenea para cada contaminante se hallará mediante la fórmula siguiente:

$$H = \sqrt{\frac{AQF}{Cm}} \sqrt[3]{\frac{n}{V\Delta T}}$$

Planta para Producción de Biodiesel en Zierbena-Serantes
Proyecto Técnico para la Solicitud de la Autorización Ambiental Integrada

- **A** = parámetro que refleja las condiciones climatológicas del lugar, se calcula multiplicando el factor meteorológico I_0 por 70.

El índice climatológico para Bilbao de acuerdo a la tabla recogida en el Anexo II en la Orden 18 de octubre de 1.976 tiene el valor de 5,66, por lo tanto el valor de **A = 396,2**

- **Q** = caudal máximo del contaminante, expresado en kg/h.
 - Aplicando un criterio muy conservador, el caudal de cada contaminante emitido se ha calculado considerando que se emiten los límites de RD 833/75, es decir, el máximo legal:
 - ✓ NOx considerando una concentración máxima de 300 ppm (7,07 kg/h)
 - ✓ CO considerando una concentración máxima de 500 ppm (7,17 kg/h)
 - ✓ PM considerando una concentración máxima de 150 mg/Nm³ (1,72 kg/h)

- **F** = coeficiente sin dimensiones relacionado con la velocidad de sedimentación de las impurezas de la atmósfera. **Para los contaminantes gaseosos se considera igual a 1**, mientras que para **partículas es igual a 2**.

- **Cm** = concentración máxima de contaminantes a nivel de suelo, expresada en mg/Nm³ como media de 24 horas. Se determina como la diferencia entre el valor de referencia (C_{MA}) y el valor de la concentración de fondo (C_F).

- C_{MA} : Se calculará de acuerdo al Real Decreto 1073/2002:

NO ₂	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite horario para la protección de la salud humana	1 hora	200 µg/m ³ de NO ₂ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil	80 µg/m ³ a la entrada en vigor del presente Real Decreto, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 10 µg/m ³ hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010
PM10	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas	50 µg/m ³ de PM ₁₀ que no podrán superarse en más de 7 ocasiones por año.	20 µg/m ³ Se derivará de los datos y será equivalente al valor límite de la fase 1.	1 de enero de 2010

Planta para Producción de Biodiesel en Zierbena-Serantes
Proyecto Técnico para la Solicitud de la Autorización Ambiental Integrada

CO	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite para la protección de la salud humana	Media de ocho horas máxima en un día	10 mg/m ³	6 μ/m ³ , a la entrada en vigor del Real Decreto, reduciendo el 1 de de 2003 y posteriormente cada doce meses 2 μ/m ³ hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005

C_F: Se determinará como media anual de los valores diarios del lugar. Se ha tomado como referencia los valores proporcionados por el Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco de la estación de calidad de aire del Serantes, ubicada en Santurtzi muy próxima al emplazamiento de la planta de biodiesel. Las coordenadas de la estación son: 43°20'31" Norte y 3°3'39" Oeste, y está situada a una altitud de 451 m sobre el nivel del mar.

Para el caso PM₁₀ se han tomado los datos medios de las medias diarias del período comprendido entre Enero 2006 y Setiembre 2006.

Por falta de datos en el resto de casos se tomarán datos medios de las medias diarias del mes de Octubre de 2006.

Se tendrá en cuenta expresar los NO_x como NO₂, a partir de los datos de NO y NO₂.

NO: 19,5 μg/m³ (Octubre)

NO₂: 32 μg/m³ (Octubre)

Expresando el NO como NO₂: 29,9 μg/m³

NO_x total como NO₂ = 29,9 + 32 = 61,9 μg/m³

CO: 274,8 μg/m³

PM₁₀: 35,17 μg/m³ (media anual)

- **n** = número de chimeneas, incluida la que es objeto de cálculo, situadas a una distancia horizontal inferior a 2H del emplazamiento de la chimenea de referencia, puesto que sólo se dispone de una chimenea, en este caso **n = 1**.
- **V** = caudal de gases emitidos, expresado en m³/h

El volumen de gases emitidos por la chimenea en condiciones normales tiene el valor de **11.476,2 Nm³/h**.

La temperatura de salida de los gases por la chimenea es de 219,5 ° C equivalentes a 492,5 K. Por lo tanto el volumen se gases es:

$$V_h = 11.476,2 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 492,5 \text{ K}/273 \text{ K} = \mathbf{20.703,2 \text{ m}^3/\text{h}}$$

- ΔT = diferencia entre la temperatura de los gases de salida de chimenea y la temperatura media anual del aire ambiente en el lugar considerado (14,6 ° C) , expresado en ° C

$$\Delta T_h: 219,5 - 14,0 = \mathbf{205,5 \text{ }^\circ \text{C}}$$

3.1 RESULTADOS

De acuerdo con los cálculos realizados siguiendo la Orden de 18 de octubre de 1976 sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial, la altura de la chimenea de la caldera **deberá ser mayor de 23,8 m**, que corresponde al valor calculado a considerando limitante la emisión de PM10. En cualquier caso, para favorecer la dispersión de la contaminación, será también, por lo menos 1,5 m mayor que el punto más alto del edificio del establecimiento. Resaltar que, tal y como se ha citado previamente, este cálculo se ha realizado con el criterio más conservador posible, considerando la emisión del máximo legal de contaminante según el RD 833/75. Por ello, las emisiones reales de la instalación, especialmente en el caso de PM10, serán muy inferiores a las calculadas.

Se incluye a continuación las tablas de cálculo de la altura teórica de las chimeneas.

*Planta para Producción de Biodiesel en Zierbena-Serantes
Proyecto Técnico para la Solicitud de la Autorización Ambiental Integrada*

CHIMENEA DE LA CALDERA

			NOx	CO	PM10
Ic	Índice climatológico	Ver tabla Anexo II	5.66	5.66	5.66
A	parámetro que refleja las condiciones climatológicas del lugar	70*Ic	396	396	396
Q	caudal máximo de contaminante, en kg/h	concentración contaminante*caudal	7.0702	7.1726	1.7214
F	coeficiente asociado a la velocidad de sedimentación de las impurezas en la atmósfera	Para contaminantes gaseosos con velocidad de sedimentación prácticamente nula, F=1. Para partículas sólidas o impurezas pesadas, F=2	1	1	2
Cm	concentración máxima de contaminantes a nivel del suelo. Valor de referencia - valor de fondo	$C_m \leq C_{ma} - C_f$ (mg/Nm ³)	0.14	9.7252	0.01483
n	nº chimeneas, incluida la calculada, en una distancia horizontal inferior a 2H		1	1	1
v	caudal de gases emitidos en m ³ /h		20,703	20,703	20,703
AT	diferencia entre la temperatura de gases de salida de la chimenea y la temperatura media anual del aire ambiente, en °C		205	205	205

ALTURA (m)	11.19	1.34	23.83
n/vAT	2.35049E-07	2.35049E-07	2.35049E-07
(n/vAT) ^{1/3}	0.006171433	0.006171433	0.006171433
AQF/Cm	20283.81349	292.209072	91979.77073
[AQF/Cm]*[(n/vAT) ^{1/3}]	125.1801919	1.803348651	567.6469741