

CÁLCULO DA ALTURA DA CHAMINÉ (FF7)



1. OBJETIVO

Pretende-se com o presente trabalho efetuar a determinação da altura da chaminé da caldeira de biomassa que a unidade industrial The Navigator Company - Tissue Vila Velha de Ródão, doravante designada de NAVIGATOR, pretende instalar, tendo por base a legislação em vigor sobre a matéria, designadamente o Decreto-Lei nº 39/2018, de 11 de junho e a Portaria nº 190-A/2018, de 2 de julho.

A NAVIGATOR é uma empresa do setor da pasta e do papel pertencente ao grupo THE NAVIGATOR COMPANY. Esta unidade industrial tem como principal atividade a produção de papel tissue a partir de pasta virgem proveniente de uma empresa de celulose. Para satisfação das suas necessidades energéticas pretende instalar uma caldeira de biomassa para substituição da utilização de combustíveis fósseis.

A empresa está localizada no concelho de Vila Velha de Rodão.

2. LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA

Decreto-Lei nº 39/2018, de 11 de junho, que estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para o ar, Portaria nº 190-A/2018, de 2 de julho, que estabelece as regras para o cálculo da altura de chaminés e para a realização de estudos de dispersão de poluentes atmosféricos e a Norma Portuguesa nº 2 167 que estabelece e uniformiza as condições que uma chaminé deve satisfazer.

3. METODOLOGIA

De acordo com a Portaria n.º 190-A/2018, de 2 de julho, a altura a considerar para uma chaminé (H) (distância, expressa em metros, entre o seu topo e o solo), é determinada em função dos obstáculos próximos e do nível de emissão dos poluentes atmosféricos:

- Hc, altura mínima da chaminé corrigida devido à presença de obstáculos próximos, e
- Hp, altura mínima da chaminé calculada com base nas condições de emissão de efluentes gasosos.

Considerando-se H, o maior valor entre Hc e Hp.

3.1 Cálculo de Hc

Considera-se obstáculo próximo, qualquer obstáculo situado num raio de 300 metros da fonte de emissão (incluindo o edifício de implantação da chaminé) e que obedeça, simultaneamente, às seguintes condições:

$$\text{i) } h_o \geq D/5 \quad [\text{Eq.1}]$$

$$\text{ii) } L \geq 1 + (14D)/300 \quad [\text{Eq.2}]$$

Se na vizinhança de uma determinada chaminé (raio de 300 metros) existirem obstáculos próximos, a altura Hc deve ser calculada do seguinte modo:

$$H_c = h_o + 3 - \frac{2D}{5h_o} \quad [\text{Eq.3}]$$

Sendo:

D – Distância em metros, medida na horizontal, entre a chaminé e o ponto mais elevado do obstáculo;

L – Largura do obstáculo, expressa em metros;

h_o – Altura do obstáculo, em metros, medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé.

Para a determinação de Hc, consideraram-se os obstáculos existentes numa área circundante de 300 m, identificados na Figura 1.



Figura 1 – Obstáculos num raio de 300 m

Na Tabela 1 apresenta-se a largura e a altura dos obstáculos face à cota de base da chaminé. Tendo em conta o modelado do relevo alguns obstáculos estão implantados a uma cota inferior à da respetiva chaminé.

Na Tabela 1 apresentam-se a distância da fonte pontual aos obstáculos, e por aplicação da metodologia, conforme formulas anteriormente referidas [Eq.1], [Eq.2] e [Eq.3] foram identificados os obstáculos próximos para a fonte pontual a licenciar e calculada a respetiva altura H_c .

Tabela 1 – Altura (h₀), largura (L) e distância dos obstáculos à fonte pontual, verificação de obstáculos próximos e H_c da fonte pontual

OBSTACULOS			FF7 (Caldeira de biomassa)			
Obstáculo	Cota obst. [m]	L [m]	h ₀ [m]	D [m]	Avaliação	H _c [m]
OBS 1 – Caldeira de biomassa	147	23	23,0	0	obst. próximo	26,00
OBS 2 – Silos de biomassa	130	33	6,0	26	obst. próximo	7,27
OBS 3 – Edifício Químicos	138	24	14,3	37	obst. próximo	16,27
OBS 4 – Edifício máquina de papel	138	165	14,3	52	obst. próximo	15,85
OBS 5 – Tanques de água	139	18	14,7	35	obst. próximo	16,75
OBS 6 – Edifício refeitório	128	26	4,3	55	--	-
OBS 7 – Armazém de bobines	133	77	8,7	97	--	-

-- Não é considerado obstáculo

Conforme matriz apresentada na Tabela 1 verifica-se que há um conjunto de obstáculos que são considerados “obstáculo próximo”, sendo que o edifício da central de biomassa é o que condiciona a altura da chaminé, quer pela sua altura quer pela proximidade à chaminé, identificado como “OBS 1”, assim pelo obstáculo próximo dá uma altura de chaminé (H_c) de 26 m.

3.2 Cálculo de H_p

O valor de H_p expresso em metros, deve ser, pelo menos, igual ao valor numérico calculado através das equações [Eq.4] e [Eq.5]:

$$H_p = \sqrt{S} \cdot \left(\frac{1}{Q \cdot \Delta T} \right)^{1/6} \quad [\text{Eq 4}]$$

$$S = \frac{F \times q}{C} \quad [\text{Eq 5}]$$

Sendo:

Q – Caudal volúmico dos gases emitidos, expresso em m^3/h e calculado à temperatura de saída para a atmosfera, funcionando a instalação à potência nominal;

ΔT – Diferença entre a temperatura dos gases emitidos, medida à saída da chaminé, e a temperatura média anual típica da região onde se localiza a chaminé, expressa em Kelvin. Quando $\Delta T \leq 50$, considera-se $\Delta T = 50$ para o cálculo de H_p ;

F - Coeficiente de correção ($F = 680$ para partículas e $F = 340$ para gases);

q – Caudal mássico máximo passível de emissão do poluente considerado, expresso em kg/h ;

C – Diferença entre C_R e C_F – valores definidos para os poluentes: partículas, NO_x e SO_2 na Portaria n.º 190-A/2018;

C_R – concentrações de referência em mg/Nm^3 ($PTS = 0,150$ / $NO_x = 0,14$ / $SO_2 = 0,1$);

C_F – média anual da concentração do poluente considerado, medida no local. Na ausência de dados para a região em causa, a Portaria n.º 190-A/2018 apresenta uma tabela com os valores a utilizar.

Sempre que se verifique a emissão de mais de um poluente, determinam-se valores de S para cada um dos poluentes presentes no efluente. A altura H_p será determinada tomando o maior valor de S obtido.

Nos casos em que não estejam fixados valores de C_R para algum dos poluentes emitidos pela chaminé, não sendo possível determinar o parâmetro C , considera-se H_p igual a 10 m.

Para o cálculo de H_p foram considerados os Valores Limite de Emissão legislados para este tipo de fontes.

Tabela 2 – Determinação de H_p

Chaminé	Poluentes	F	q [kg/h]	C	S	Q	ΔT	H_p (m)
FF7 (Caldeira de biomassa)	Partículas	680	1,15	0,1	7 809,3	38281	134,6	6,7
	NO_x	340	11,48	0,1	39 046,6	38281	134,6	15,0
	SO_2	340	7,66	0,07	37 187,3	38281	134,6	14,7

3.3 Verificação da dependência entre chaminés

As características das chaminés e suas localizações relativas podem dar origem à sobreposição de plumas de poluentes. De acordo com a Portaria nº 190-A/2018, atendendo às alturas reais das fontes pontuais existentes, e às distâncias entre eixos, verifica-se se há dependência entre as chaminés.

Se numa instalação existirem outras chaminés, para além daquela que se pretende dimensionar, e que emitam os mesmos poluentes, o cálculo de H_p é efetuado do seguinte modo:

Verificação de dependência – sendo a altura das chaminés (i) e (j), respetivamente h_i e h_j serão consideradas dependentes se se verificar, em simultâneo, as três seguintes condições:

- A distância entre os eixos das duas chaminés for inferior à soma h_i+h_j+10 [Cond. 1]
- h_i for superior à metade de h_j [Cond. 2];
- h_j for superior à metade de h_i [Cond. 3].

Caso se verifique existência de dependência, o H_p da chaminé que se pretende calcular (h_i) deverá ser determinado considerando o caudal mássico total (q_i+q_j) e um caudal volumico total (Q_i+Q_j) dos gases emitidos pelas fontes dependentes, aplicando-se de novo a equação [Eq.4].

Tendo em conta que na empresa contigua pertencente ao grupo existem outras fontes de emissão fez-se a verificação da dependência entre fontes. Na Tabela 3 apresenta-se a matriz da verificação da dependência entre chaminés pela aplicação das condições referidas anteriormente que têm por base a altura das chaminés e a distância entre as mesmas.

Tabela 3 – Verificação da dependência entre chaminés

Chaminés da Navigator	H real [m]	Distância entre eixos (m)	
		FF7 (Caldeira de Biomassa)	
FF1 - Despoeiramento MP2	20,0	71	I
FF2 - Secagem MP1	20,0	70	I
FF3 - Caldeira MP1	19,0	82	I
FF4 -Despoeiramento MP2	20,0	116	I
FF5 - Secagem MP2	20,0	128	I
FF6 - Caldeira MP2	19,0	85	I
FF7 Caldeira de biomassa	26,0	0	-

D - Dependência

I – Não há dependência

Pela aplicação das fórmulas verificou-se que não há dependência entre a chaminé FF7, da caldeira de biomassa, e as restantes chaminés existentes na empresa.

3.4 Determinação de H

O valor de H é obtido considerando o maior valor entre Hc e Hp. Contudo, a diferença de cotas entre o topo de qualquer chaminé e a mais elevada das cumeeiras dos telhados do edifício em que está implantada não poderá ser inferior a 3 metros.

Atendendo ao nível de emissão de poluentes atmosféricas e aos obstáculos próximos das chaminés, determinou-se que a chaminé FF7 deverá ter uma altura mínima (H) de 26 m.

Tabela 4 – Altura (H) da chaminé

Fonte de Emissão	Hp (m)	Hc (m)	Hminimo (m)	Hreal (m)	Observações
FF7	15	26	26	26	Cumpre

4. CONCLUSÃO

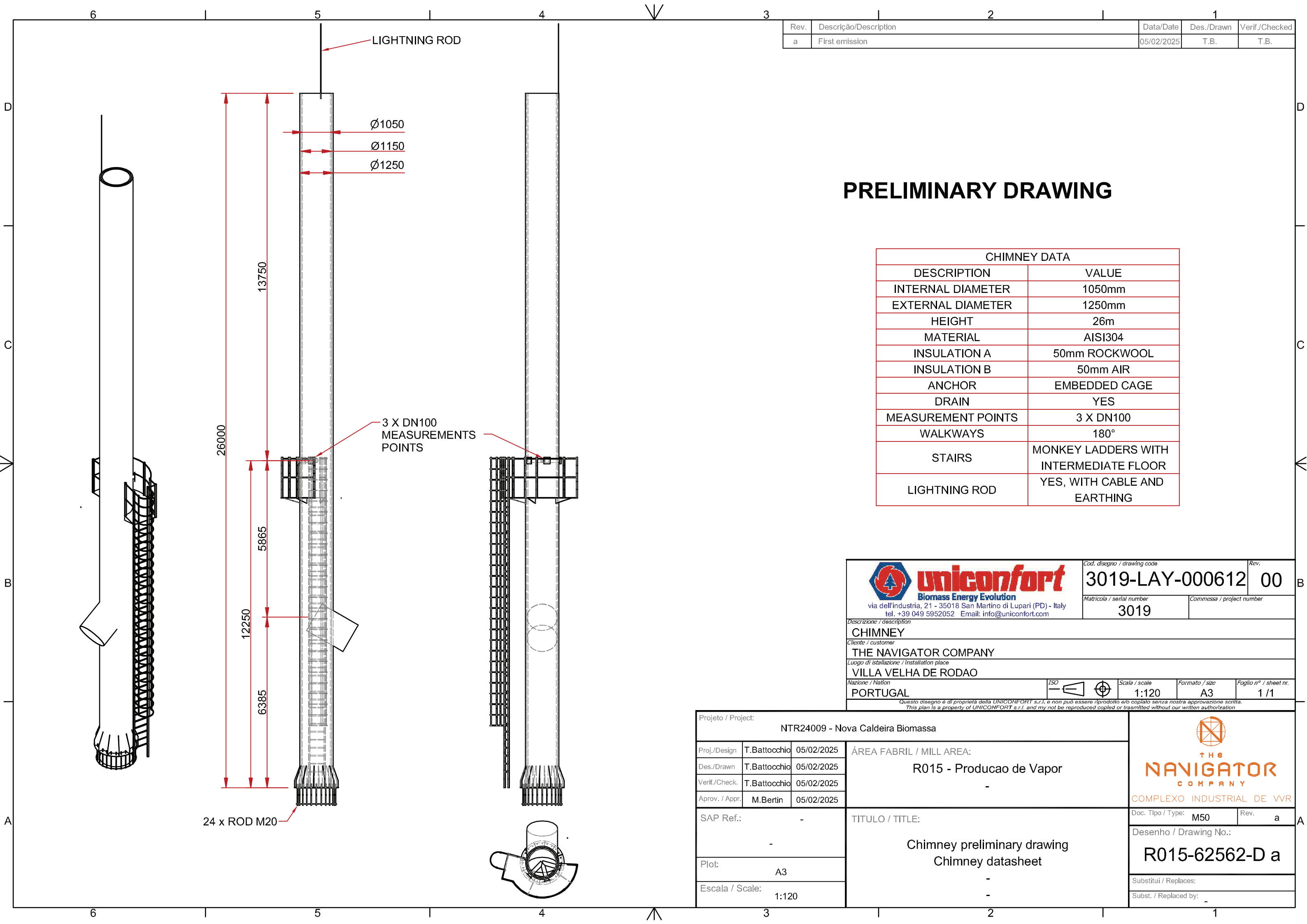
Por análise da Tabela 4, pode concluir-se que a fonte FF7 a licenciar no âmbito deste processo, está em conformidade com o valor mínimo determinado de acordo com a metodologia estabelecida na Portaria nº 190-A/2018.

Em Anexo apresenta-se o desenho técnico da chaminé e a sua localização em imagem de implantação em levantamento topográfico.



ANEXO

- Desenho técnico e localização da chaminé -



Rev.	Descrição/Description	Data/Date	Des./Drawn	Verif./Checked
a	First emission	05/02/2025	T.B.	T.B.

PRELIMINARY DRAWING

CHIMNEY DATA	
DESCRIPTION	VALUE
INTERNAL DIAMETER	1050mm
EXTERNAL DIAMETER	1250mm
HEIGHT	26m
MATERIAL	AISI304
INSULATION A	50mm ROCKWOOL
INSULATION B	50mm AIR
ANCHOR	EMBEDDED CAGE
DRAIN	YES
MEASUREMENT POINTS	3 X DN100
WALKWAYS	180°
STAIRS	MONKEY LADDERS WITH INTERMEDIATE FLOOR
LIGHTNING ROD	YES, WITH CABLE AND EARTHING

 Biomass Energy Evolution via dell'industria, 21 - 35018 San Martino di Lupari (PD) - Italy tel. +39 049 5952052 Email: info@uniconfort.com		Cod. disegno / drawing code	Rev.
		3019-LAY-000612	00
		Matricola / serial number	Commissa / project number
		3019	
Descrizione / description			
CHIMNEY			
Cliente / customer			
THE NAVIGATOR COMPANY			
Luogo di installazione / installation place			
VILLA VELHA DE RODAO			
Nazione / Nation		ISO	
PORTUGAL			
		Scala / scale	Formato / size
		1:120	A3
		Foglio n° / sheet nr.	1 / 1
Questo disegno è di proprietà della UNICONFORT s.r.l. e non può essere riprodotto e/o copiato senza nostra approvazione scritta. This plan is a property of UNICONFORT s.r.l. and may not be reproduced copied or transmitted without our written authorization			

Projeto / Project:			NTR24009 - Nova Caldeira Biomassa	
Proj./Design	T.Battocchio	05/02/2025	ÁREA FABRIL / MILL AREA:	
Des./Drawn	T.Battocchio	05/02/2025	R015 - Producao de Vapor	
Verif./Check.	T.Battocchio	05/02/2025	-	
Aprov. / Appr.	M.Bertin	05/02/2025	-	
SAP Ref.:			TITULO / TITLE:	
-			Chimney preliminary drawing	
Plot:			Chimney datasheet	
A3			-	
Escala / Scale:			-	
1:120			-	
			Doc. Tipo / Type:	M50
			Rev.	a
			Desenho / Drawing No.:	
			R015-62562-D a	
			Substitui / Replaces:	
			Subst. / Replaced by:	

