






00	08/11/2023	PRIMA EMISSIONE	Emanuel Ruvoletto 	Tonino Giuseppe Perri 	Massimo Davanzo 
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTORE	VERIFICATORE	VALIDATORE



Comune di Padova
Settore Lavori Pubblici
Via Nicolò Tommaseo, 60
35135 Padova (PD)



Oggetto	LL.PP. EPD 2023 / 089 Riqualificazione impianti termici di edifici comunali ad uso scolastico e sportivo - CUP H94D23001250004	Tavola	
Sito	CT 98 - Scuola dell'Infanzia "Munari" Via Jacopo della Quercia, 24a - 35124 Padova (PD)	APPR_26	
Elaborato	Relazione Tecnica canna fumaria	Data	Scala
		08-11-2023	---
Progettista	HSE Hera Servizi Energia S.p.A. Società a socio unico, soggetta alla direzione e al coordinamento di AcegasApsAmga S.p.A.	Responsabile Unico del Procedimento	
Studio Tecnico SeR Emanuel Ruvoletto Perito Industriale Via Irpinia, 52/54 35020 - Saonara (PD) T 0490962113 E info@sersolutions.it	 Sede operativa: Viale dell'Industria, 23/A - 35129 Padova Sede legale: Via del Cottonificio, 60 - 33100 Udine	Ing. Federica Bonato 	
	pec: heraservizienergia@pec.gruppohera.it		

I presenti elaborati sono opera d'ingegno e tenuto conto dell'importanza che rivestono i medesimi, in quanto costituiscono il risultato di studi, scelte anche originali, esperienze e capacità di inventiva da parte della società HSE Hera Servizi Energia S.p.a., si vieta la divulgazione degli stessi, al fine di evitare che i medesimi possano essere diffusi e quindi portati a conoscenza di chi opera nello stesso settore, causando alla società HSE Hera Servizi Energia S.p.a un sicuro pregiudizio.



INDICE

1	Premessa	2
2	Dimensionamento sistema di evacuazione fumi – Generatore G.1	3
2.1	Dati ambiente installazione	3
2.2	Dati generatore G.1	4
2.3	Dati condotti.....	6
3	Risultati di calcolo	8
4	Risultati di calcolo – Riassunto.....	15
5	Verifiche finali	24



1 Premessa

La presente relazione tecnica riguarda il sistema di evacuazione dei fumi della combustione a servizio della centrale termica posta in un locale inserito nella volumetria dell'edificio Scuola dell'Infanzia "Munari", Via Jacopo della Quercia, 24A – 35124 – Padova

Nel locale centrale termica saranno installati n°2 nuovi generatori di calore di potenza pari a:

- G.1: 57,00 kW
- G.2: 57,00 kW

I nuovi generatori di calore denominati G.1 e G.2 sostituiranno quelli attualmente installati che hanno potenza pari a 45 kW e 60 kW.

I generatori di calore saranno installati all'interno del locale centrale termica, sito nella volumetria dell'edificio servito, con modalità conformi a quanto previsto dalla vigente normativa antincendio (DM 08/11/2019).

Il sistema di evacuazione dei fumi della combustione a servizio dei generatori di calore sarà composto da n° 2 nuovi canali da fumo di diametro pari a 80 mm, convogliati in un collettore di diametro pari a 160 mm realizzati in polipropilene. Il collettore sarà collegato al camino esistente che dovrà avere diametro minimo interno pari a 160 mm.

Tutti i componenti sono dimensionati secondo norma UNI EN 13384-1.



2 Dimensionamento sistema di evacuazione fumi – Generatore G.1

2.1 Dati ambiente installazione

Dati località

Località	Padova		
Altitudine s.l.m.	H _{slm}	12	m
Temperatura aria esterna massima	T _{Lmax}	30,0	°C
Temperatura aria esterna minima	T _{Lmin}	-5,0	°C

Dati condotti

Numero generatori	2
Tipo funzionamento camino	In pressione
Tipo condotti	Condotto semplice - canali separati
Tipo funzionamento sistema	umido
Presenza ventilatore aggiuntivo	No

Adduzione aria

Coefficiente di sicurezza	S _E	1,50	
Fattore incostanza temperatura	S _H	0,50	
Pressione del vento	P _L	0	Pa
Tipo apertura aria comburente	Valore noto		
Resistenza aria comburente	P _B	0,0	Pa



2.2 Dati generatore G.1

Caratteristiche generatore

Gen.	Marca e modello	Tipo caldaia	Potenza	Combustibile	Condens.
1	RIELLO - CONDEXA PRO - CONDEXA PRO 57P	A tiraggio forzato	Modulante	Metano	Si
2	RIELLO - CONDEXA PRO - CONDEXA PRO 57P	A tiraggio forzato	Modulante	Metano	Si

Caratteristiche fumi

VALORI A POTENZA MASSIMA

Gen.	Q _f [kW]	P _{f,pr} [%]	CO ₂ [%]	T _w [°C]	m _w [kg/s]	Ecc _{pr} [%]
1	57,00	1,6	9,0	71,0	0,02500	27,2
2	57,00	1,6	9,0	71,0	0,02500	27,2

VALORI A POTENZA MINIMA

Gen.	Q _f [kW]	P _{f,pr} [%]	CO ₂ [%]	T _w [°C]	m _w [kg/s]	Ecc _{pr} [%]
1	14,00	1,0	9,0	61,0	0,00630	27,2
2	14,00	1,0	9,0	61,0	0,00001	27,2

dove:

Q_f è la potenza al focolare

P_{f,pr} è la perdita di combustione di progetto

CO₂ è la percentuale di CO₂ presente nei fumi

T_w è la temperatura dei fumi

m_w è la portata in massa dei fumi

Ecc_{pr} è il valore di eccesso d'aria di progetto

Dati pressione

VALORI A POTENZA MASSIMA

Gen.	P _{w0} [Pa]	P _{w0,min} [Pa]	P _{wG} [Pa]	Coeff. C0 ON/OFF	Coeff. C1 ON/OFF	Coeff. C2 ON/OFF	Coeff. C3 ON/OFF	Coeff. C4 ON/OFF
1	510,0	-	510,0	510 / 0	0 / 0	0 / -1000000	0 / 0	0 / 0
2	510,0	-	510,0	510 / 0	0 / 0	0 / -1000000	0 / 0	0 / 0



VALORI A POTENZA MINIMA

Gen.	P _{wo} [Pa]	P _{wo,min} [Pa]	P _{wg} [Pa]	Coeff. C0 ON	Coeff. C1 ON	Coeff. C2 ON	Coeff. C3 ON	Coeff. C4 ON
1	35,0	-	35,0	35	0	0	0	0
2	35,0	-	35,0	35	0	0	0	0

dove:

P_{wo} è la pressione residua all'uscita dal generatore

P_{wo,min} è la differenza di pressione minima ammissibile dal generatore

P_{wg} è la differenza di pressione creata dal ventilatore alla potenza nominale

C0, C1, C2, C3, C4 sono i coefficienti utilizzati per il calcolo di P_{woc}

Dati temperatura

Gen.	Coeff. Y0 max	Coeff. Y1 max	Coeff. Y2 max	Coeff. Y0 min	Coeff. Y1 min	Coeff. Y2 min	Coeff. Y0 off	Coeff. Y1 off	Coeff. Y2 off
1	71,0	0,0	0,0	61,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	71,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

dove:

Y0, Y1, Y2 sono i coefficienti utilizzati per il calcolo di t_{wc}

Altri dati

Gen.	D _w [mm]	T _c [°C]	K _f [%]
1	80	0,0	-
2	80	0,0	-

dove:

D_w Diametro di attacco dello scarico fumi

T_c Temperatura aria comburente

K_f Fattore di conversione SO₂ in SO₃



2.3 Dati condotti

Canale da fumo

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

App.	Forma	Dimensione [mm]	Area [m ²]
1	Circolare	80	0,005
2	Circolare	80	0,005

ESPOSIZIONI

App.	Verso centrale termica [%]	Verso locali non riscaldati [%]	Verso locali riscaldati [%]	Verso esterno [%]
1	100	0	0	0
2	100	0	0	0

PROPRIETÀ FISICHE

App.	Materiale	Resistenza termica [m ² -K/W]	Spessore parete [mm]	Rugosità [mm]	Lunghezza sviluppo [m]	Dislivello [m]	Accident.	Max press. ammiss. [Pa]
1	PP (polipropilene)	0,01315	3,00	1,00	0,30	0,30	0,35	1000,00
2	PP (polipropilene)	0,01315	3,00	1,00	0,30	0,30	0,35	1000,00

Collettore fumi

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

App.	Forma	Dimensione [mm]	Area [m ²]
1	Circolare	160	0,020
2	Circolare	160	0,020



ESPOSIZIONI

App.	Verso centrale termica [%]	Verso locali non riscaldati [%]	Verso locali riscaldati [%]	Verso esterno [%]
1	100	0	0	0
2	100	0	0	0

PROPRIETÀ FISICHE

App.	Materiale	Resistenza termica [m ² -K/W]	Spessore parete [mm]	Rugosità [mm]	Lunghezza sviluppo [m]	Dislivello [m]	Accident.	Max press. ammiss. [Pa]
1	PP (polipropilene)	0,01339	3,00	1,00	0,80	0,10	0,00	0,00
2	PP (polipropilene)	0,01339	3,00	1,00	1,50	0,10	0,35	0,00

Camino

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Marca e serie

Forma **Circolare**

Diametro D₁ **160** mm

Area **0,020** m²

ESPOSIZIONI

Verso centrale termica **0** %

Verso locali non riscaldati **100** %

Verso locali riscaldati **0** %

Verso esterno **0** %

PROPRIETÀ FISICHE

Materiale **acciaio inossidabile**

Resistenza termica R_t **0,67365** m²-K/W

Spessore parete S_P **196,40** mm

Rugosità r **1,00** mm

Lunghezza sviluppo L **4,00** m

Dislivello H **4,00** m

Accidentalità Z **0,00**

Max pressione ammessa P_{ZV,exc} **1000,00** Pa



3 Risultati di calcolo

In tutte le configurazioni elencate di seguito sono stati soddisfatti i requisiti relativi alla pressione (alcuni determinati in condizioni di temperatura esterna massima e altri con temperatura esterna minima) i requisiti di temperatura (in condizioni di temperatura esterna minima) e il requisito di portata massica.

Legenda condizioni di lavoro ipotizzate con temperatura esterna massima

- Caso A : Tutti i generatori accesi alla massima potenza
Caso B : Tutti i generatori accesi alla minima potenza
Caso C : Il generatore più vicino acceso alla massima potenza e gli altri spenti
Caso D : Il generatore più lontano acceso alla massima potenza e gli altri spenti
Caso E : Il generatore più vicino acceso alla minima potenza e gli altri spenti
Caso F : Il generatore più lontano acceso alla minima potenza e gli altri spenti
Caso G : Il generatore più vicino acceso alla minima potenza e gli altri alla massima
Caso H : Il generatore più lontano acceso alla minima potenza e gli altri alla massima

Legenda condizioni di lavoro ipotizzate con temperatura esterna minima

- Caso I : Tutti i generatori accesi alla minima potenza

Calcolo variabili preliminari

Descrizione	Simbolo	Temperatura esterna massima	Temperatura esterna minima	Unità misura
Costante di gas dell'aria	R_L	288	288	J/(kgK)
Pressione aria esterna	p_L	96862,6	96852,4	Pa
Massa volumica aria esterna	ρ_L	1,167	1,254	kg/m ³



CANALE DA FUMO

CASO	APP.	m_{wc}	R	η	λ	c_p	ρ_m	w_m	Pr	Re	ψ	Ψ_{fiscio}	Nu	α_i	α_a	k	K
Caso A	1	0,1169 1	28 8	0,00001 8	0,02 7	1032,4 3	0,97 8	23,80 3	0, 7	10214 7	0,04 1	0,01 8	462,7 1	155,5 8	0,0 0	14,0 6	0,01
Caso A	2	0,1059 8	28 8	0,00001 8	0,02 7	1034,1 1	0,97 8	21,57 8	0, 7	92603	0,04 1	0,01 8	422,2 3	141,9 6	0,0 0	13,9 4	0,01
Caso B	1	0,0423 0	28 8	0,00001 8	0,02 6	1026,3 8	1,00 8	8,354	0, 7	37899	0,04 2	0,02 2	180,7 9	59,28	0,0 0	12,2 6	0,02
Caso B	2	0,0000 1	28 9	0,00001 6	0,02 3	1082,3 8	1,16 8	0,002	0, 7	2980	0,05 4	0,04 4	15,40	4,47	0,0 0	3,47	24,1 5
Caso C	1	0,0000 7	28 8	0,00001 6	0,02 3	1005,0 0	1,18 4	0,012	0, 7	3052	0,05 4	0,04 3	15,32	4,41	0,0 0	3,43	3,61
Caso C	2	0,1500 7	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,8 1	0,97 8	30,55 7	0, 7	13110 3	0,04 1	0,01 7	583,9 5	196,3 7	0,0 0	14,3 3	0,01
Caso D	1	0,1488 4	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,9 2	0,97 8	30,30 5	0, 7	13002 4	0,04 1	0,01 7	579,4 7	194,8 6	0,0 0	14,3 2	0,01
Caso D	2	0,0000 1	28 8	0,00001 6	0,02 3	1005,0 0	1,17 0	0,002	0, 7	2985	0,05 4	0,04 4	14,97	4,35	0,0 0	3,39	25,4 5
Caso E	1	0,0000 1	28 8	0,00001 6	0,02 3	1005,0 0	1,17 0	0,002	0, 7	2985	0,05 4	0,04 4	14,97	4,35	0,0 0	3,39	25,4 5
Caso E	2	0,0000 1	28 9	0,00001 6	0,02 3	1082,3 8	1,16 8	0,002	0, 7	2980	0,05 4	0,04 4	15,40	4,47	0,0 0	3,47	24,1 5
Caso F	1	0,0423 0	28 8	0,00001 8	0,02 6	1026,3 8	1,00 8	8,354	0, 7	37899	0,04 2	0,02 2	180,7 9	59,28	0,0 0	12,2 6	0,02
Caso F	2	0,0000 1	28 8	0,00001 6	0,02 3	1005,0 0	1,17 0	0,002	0, 7	2985	0,05 4	0,04 4	14,97	4,35	0,0 0	3,39	25,4 5
Caso G	1	0,1488 3	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,9 2	0,97 8	30,30 5	0, 7	13002 2	0,04 1	0,01 7	579,4 6	194,8 6	0,0 0	14,3 2	0,01
Caso G	2	0,0000 1	28 9	0,00001 6	0,02 3	1082,3 8	1,16 8	0,002	0, 7	2980	0,05 4	0,04 4	15,40	4,47	0,0 0	3,47	24,1 5
Caso H	1	0,0161 9	28 8	0,00001 8	0,02 6	1044,4 8	1,00 9	3,194	0, 7	14522	0,04 4	0,02 8	72,74	23,83	0,0 0	9,37	0,04
Caso H	2	0,1447 5	28 8	0,00001 8	0,02 7	1029,2 8	0,97 8	29,47 3	0, 7	12645 6	0,04 1	0,01 7	564,6 4	189,8 7	0,0 0	14,2 9	0,01
Caso I	1	0,0706 7	28 8	0,00001 8	0,02 6	1021,8 9	1,00 7	13,97 2	0, 7	63275	0,04 2	0,02 0	293,4 0	96,28	0,0 0	7,15	0,01
Caso I	2	0,0000 1	28 9	0,00001 6	0,02 3	1082,3 6	1,16 8	0,002	0, 7	2983	0,05 4	0,04 4	15,41	4,47	0,0 0	2,83	19,7 3



CASO	APP.	T _e	T _m	T _o	T _{sp}	P _{woc}	P _H	P _G	P _R
Caso A	1	71,0	70,8	70,5	28,8	510,00	0,56	-259,71	245,18
Caso A	2	71,0	70,7	70,5	30,0	510,00	0,56	-165,09	266,29
Caso B	1	61,0	60,5	60,0	24,5	35,00	0,47	-32,98	31,21
Caso B	2	0,0	14,4	15,0	53,0	35,00	0,00	2,16	1,26
Caso C	1	0,0	11,0	14,6	8,8	-8,10	-0,05	0,00	0,00
Caso C	2	71,0	70,8	70,6	25,8	510,00	0,56	-427,96	403,09
Caso D	1	71,0	70,8	70,6	25,9	510,00	0,56	-420,92	397,41
Caso D	2	0,0	14,4	15,0	8,8	-0,16	-0,01	27,80	16,13
Caso E	1	0,0	14,4	15,0	8,8	-2,52	-0,01	0,00	0,00
Caso E	2	0,0	14,4	15,0	53,0	35,00	0,00	0,00	0,00
Caso F	1	61,0	60,5	60,0	24,5	35,00	0,47	-32,98	31,21
Caso F	2	0,0	14,4	15,0	8,8	-1000000,00	-0,01	2,16	1,26
Caso G	1	71,0	70,8	70,6	25,9	510,00	0,56	-420,91	397,39
Caso G	2	0,0	14,4	15,0	53,0	35,00	0,00	27,80	16,13
Caso H	1	61,0	60,1	59,1	37,1	35,00	0,47	-4,83	4,61
Caso H	2	71,0	70,8	70,6	26,2	510,00	0,56	-392,08	386,47
Caso I	1	61,0	60,8	60,7	19,5	35,00	0,73	-92,14	27,46
Caso I	2	0,0	14,2	15,0	53,0	35,00	0,25	6,09	0,49



COLLETTORE FUMI

CAS O	APP .	m_{wc}	R	η	λ	c_p	ρ_m	w_m	Pr	Re	ψ	Ψ_{iscio}	Nu	α_i	α_a	k	K
Caso A	1	0,1169 1	28 8	0,00001 8	0,02 7	1032,2 9	0,98 1	5,930	0, 7	5122 1	0,03 4	0,02 1	199,1 4	33,3 8	0,0 0	10,3 2	0,03
Caso A	2	0,2229 0	28 8	0,00001 8	0,02 7	1032,9 7	0,98 4	11,27 0	0, 7	9791 5	0,03 3	0,01 8	332,9 5	55,6 7	0,0 0	11,7 8	0,04
Caso B	1	0,0423 0	28 8	0,00001 8	0,02 6	1026,1 9	1,01 3	2,077	0, 7	1904 0	0,03 6	0,02 6	78,79	12,8 6	0,0 0	6,91	0,06
Caso B	2	0,0423 1	28 8	0,00001 8	0,02 6	1025,8 4	1,02 5	2,054	0, 7	1922 5	0,03 6	0,02 6	72,55	11,7 3	0,0 0	6,57	0,11
Caso C	1	0,0000 7	28 8	0,00001 6	0,02 3	1012,1 7	1,16 7	0,003	0, 7	5948	0,04 2	0,03 6	26,19	4,00	0,0 0	3,16	17,61
Caso C	2	0,1501 4	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,6 2	0,98 2	7,606	0, 7	6584 7	0,03 4	0,02 0	229,4 8	38,4 3	0,0 0	10,7 6	0,05
Caso D	1	0,1488 4	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,8 1	0,98 0	7,554	0, 7	6516 9	0,03 4	0,02 0	249,0 2	41,7 7	0,0 0	11,0 0	0,03
Caso D	2	0,1488 5	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,5 7	0,98 7	7,507	0, 7	6552 3	0,03 4	0,02 0	228,4 3	38,1 1	0,0 0	10,7 3	0,05
Caso E	1	0,0000 1	28 8	0,00001 6	0,02 3	1012,1 7	1,16 7	0,000	0, 7	5947	0,04 2	0,03 6	26,19	4,00	0,0 0	3,16	125,2 9
Caso E	2	0,0000 2	28 8	0,00001 6	0,02 3	1047,3 3	1,16 6	0,001	0, 7	5942	0,04 2	0,03 6	24,21	4,00	0,0 0	3,16	113,5 2
Caso F	1	0,0423 0	28 8	0,00001 8	0,02 6	1026,1 9	1,01 3	2,077	0, 7	1904 0	0,03 6	0,02 6	78,79	12,8 6	0,0 0	6,91	0,06
Caso F	2	0,0423 1	28 8	0,00001 8	0,02 6	1025,8 2	1,02 5	2,054	0, 7	1922 5	0,03 6	0,02 6	72,55	11,7 3	0,0 0	6,57	0,11
Caso G	1	0,1488 3	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,8 1	0,98 0	7,554	0, 7	6516 8	0,03 4	0,02 0	249,0 2	41,7 7	0,0 0	11,0 0	0,03
Caso G	2	0,1488 4	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,5 8	0,98 7	7,506	0, 7	6552 2	0,03 4	0,02 0	228,4 2	38,1 1	0,0 0	10,7 3	0,05
Caso H	1	0,0161 9	28 8	0,00001 8	0,02 6	1044,1 1	1,01 8	0,792	0, 7	7315	0,04 1	0,03 4	32,33	5,26	0,0 0	3,89	0,09
Caso H	2	0,1609 4	28 8	0,00001 8	0,02 7	1030,6 0	0,98 6	8,119	0, 7	7083 0	0,03 4	0,01 9	245,8 1	41,0 2	0,0 0	10,9 5	0,05
Caso I	1	0,0706 7	28 8	0,00001 8	0,02 6	1021,8 1	1,00 9	3,484	0, 7	3170 6	0,03 5	0,02 3	126,6 5	20,7 4	0,0 0	5,49	0,03
Caso I	2	0,0706 8	28 8	0,00001 8	0,02 6	1021,6 4	1,01 5	3,465	0, 7	3186 3	0,03 5	0,02 3	116,1 2	18,9 2	0,0 0	5,36	0,06



CASO	APP.	T _e	T _m	T _o	T _{sp}	P _H	P _G	P _R
Caso A	1	70,5	69,6	68,6	0,0	0,18	45,25	21,30
Caso A	2	69,5	68,5	67,4	0,0	0,18	-0,30	173,69
Caso B	1	60,0	58,6	57,2	0,0	0,15	-0,02	0,67
Caso B	2	57,2	54,9	52,7	0,0	0,14	-0,03	6,05
Caso C	1	14,6	15,0	15,0	0,0	0,00	28,41	-115,61
Caso C	2	70,6	69,2	67,7	0,0	0,18	-0,19	78,96
Caso D	1	70,6	69,8	69,0	0,0	0,18	-0,18	8,16
Caso D	2	69,0	67,6	66,2	0,0	0,18	-0,18	77,27
Caso E	1	15,0	15,0	15,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Caso E	2	15,0	15,0	15,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Caso F	1	60,0	58,6	57,2	0,0	0,15	-0,02	0,67
Caso F	2	57,2	54,9	52,7	0,0	0,14	-0,03	6,05
Caso G	1	70,6	69,8	69,0	0,0	0,18	-0,18	8,16
Caso G	2	69,0	67,6	66,2	0,0	0,18	-0,18	77,26
Caso H	1	59,1	57,1	55,2	0,0	0,15	32,19	-93,08
Caso H	2	69,0	67,7	66,4	0,0	0,18	-0,20	90,35
Caso I	1	60,7	60,0	59,3	0,0	0,24	-0,03	1,22
Caso I	2	59,3	58,1	56,9	0,0	0,23	-0,04	11,34



CAMINO

CAS O	m_{wc}	R	η	λ	c_p	ρ_m	w_m	Pr	Re	ψ	ψ_{liscio}	Nu	α_i	α_a	k	K
Caso A	0,2229 0	28 8	0,00001 8	0,02 7	1032,9 7	0,98 9	11,21 6	0, 7	9830 7	0,03 3	0,01 8	304,8 1	50,7 6	0,0 0	2,6 7	0,02
Caso B	0,0423 1	28 8	0,00001 7	0,02 6	1025,8 4	1,03 8	2,028	0, 7	1943 0	0,03 6	0,02 6	66,83	10,6 9	0,0 0	2,2 3	0,10
Caso C	0,1501 4	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,6 2	0,98 9	7,555	0, 7	6621 7	0,03 4	0,02 0	210,4 0	35,0 4	0,0 0	2,6 1	0,03
Caso D	0,1488 5	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,5 7	0,99 3	7,457	0, 7	6588 6	0,03 4	0,02 0	209,4 2	34,7 5	0,0 0	2,6 1	0,03
Caso E	0,0000 2	28 8	0,00001 6	0,02 3	1047,3 3	1,16 6	0,001	0, 7	5942	0,04 2	0,03 6	22,08	4,00	0,0 0	1,6 5	158,6 0
Caso F	0,0423 1	28 8	0,00001 7	0,02 6	1025,8 2	1,03 8	2,028	0, 7	1943 0	0,03 6	0,02 6	66,83	10,6 9	0,0 0	2,2 3	0,10
Caso G	0,1488 4	28 8	0,00001 8	0,02 7	1028,5 8	0,99 3	7,457	0, 7	6588 4	0,03 4	0,02 0	209,4 1	34,7 5	0,0 0	2,6 1	0,03
Caso H	0,1609 4	28 8	0,00001 8	0,02 7	1030,6 0	0,99 3	8,069	0, 7	7119 8	0,03 4	0,01 9	225,2 8	37,4 0	0,0 0	2,6 2	0,03
Caso I	0,0706 8	28 8	0,00001 8	0,02 6	1021,6 4	1,02 2	3,441	0, 7	3204 2	0,03 5	0,02 3	106,4 7	17,2 5	0,0 0	1,3 0	0,04

CASO	T_e	T_m	T_o	T_{sp}	P_B	P_H	P_G	P_R
Caso A	67,4	66,8	66,2	0,0	0,00	6,99	0,00	77,74
Caso B	52,7	50,8	49,0	0,0	0,00	5,07	0,00	2,90
Caso C	67,7	66,9	66,0	0,0	0,00	6,99	0,00	35,68
Caso D	66,2	65,4	64,5	0,0	0,00	6,82	0,00	34,92
Caso E	15,0	15,0	15,0	0,0	0,00	0,04	0,00	0,00
Caso F	52,7	50,8	49,0	0,0	0,00	5,07	0,00	2,90
Caso G	66,2	65,4	64,5	0,0	0,00	6,82	0,00	34,92
Caso H	66,4	65,6	64,8	0,0	0,00	6,85	0,00	40,74
Caso I	56,9	55,9	54,8	0,0	0,00	9,10	0,00	5,28

Dove:

- m_{wc} portata massica calcolata dei prodotti della combustione, espressa in kg/s
- R costante di gas dei prodotti della combustione, espressa in J/(kg·K)
- η viscosità dinamica dei prodotti della combustione, espressa in (N·s)/m²
- λ coefficiente di conduttività termica della sezione trasversale, espressa in W/(m·K)
- c_p capacità termica specifica dei prodotti della combustione, espressa in J/(kg·K)
- ρ_m massa volumica media dei prodotti della combustione, espressa in kg/m³
- w_m velocità media dei prodotti della combustione, espressa in m/s
- Pr numero di Prandtl
- Re numero di Reynolds
- ψ coefficiente di resistenza al flusso dovuta ad attrito per flusso idraulicamente irregolare
- ψ_{liscio} coefficiente di resistenza al flusso dovuta ad attrito per flusso idraulicamente regolare
- Nu numero di Nusselt
- α_i coefficiente interno di trasmissione del calore, espresso in W/(m²·K)
- α_a coefficiente esterno di trasmissione del calore, espresso in W/(m²·K)
- k_v coefficiente di trasmissione del calore, espresso in W/(m²·K)



K_v	coefficiente di raffreddamento
T_e	temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del condotto, espressa in °C
T_{Lmax}	temperatura esterna massima dell'aria, espressa in °C
T_{Lmin}	temperatura esterna minima dell'aria, espressa in °C
T_m	temperatura media dei prodotti della combustione nel condotto, espressa in °C
T_o	temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del condotto, espressa in °C
T_{sp}	temperatura di condensazione, espressa in °C
P_{wc}	tiraggio calcolato, espresso in Pa
P_{woc}	differenza di pressione calcolata, espressa in Pa
P_B	resistenza alla pressione dell'aria comburente, espressa in Pa
P_H	tiraggio teorico disponibile (per effetto camino), espresso in Pa
P_G	differenza di pressione causata dalla variazione di velocità dei prodotti della combustione, espressa in Pa
P_R	resistenza alla pressione del condotto, espresso in Pa



4 Risultati di calcolo – Riassunto

Legenda punti di misurazione

- A: Valori all'ingresso canale da fumo
- B: Valori medi del canale da fumo
- C: Valori all'ingresso del collettore fumi
- D: Valori medi del collettore fumi
- E: Valori all'ingresso del condotto fumi
- F: Valori medi del condotto fumi
- G: Valori all'uscita del condotto fumi

Caso A - Tutti i generatori accesi alla massima potenza

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: 510,00 B: - C: 265,38 D: -	A: 510,00 B: - C: 244,26 D: -	E: 70,76 F: - G: -
	Temp. [°C]	A: 71,0 B: 70,8 C: 70,5 D: 69,6	A: 71,0 B: 70,7 C: 69,5 D: 68,5	E: 67,4 F: 66,8 G: 66,2
	Velocità [m/s]	A: - B: 23,803 C: - D: 5,930	A: - B: 21,578 C: - D: 11,270	E: - F: 11,216 G: -



Caso B - Tutti i generatori accesi alla minima potenza

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: 35,00 B: - C: 4,26 D: -	A: 35,00 B: - C: 33,74 D: -	E: 27,83 F: - G: -
	Temp. [°C]	A: 61,0 B: 60,5 C: 60,0 D: 58,6	A: 0,0 B: 14,4 C: 57,2 D: 54,9	E: 52,7 F: 50,8 G: 49,0
	Velocità [m/s]	A: - B: 8,354 C: - D: 2,077	A: - B: 0,002 C: - D: 2,054	E: - F: 2,028 G: -



Caso C - Il generatore più vicino acceso alla massima potenza e gli altri spenti

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: -8,10 B: - C: -8,15 D: -	A: 510,00 B: - C: 107,47 D: -	E: 28,69 F: - G: -
	Temp. [°C]	A: 0,0 B: 11,0 C: 14,6 D: 15,0	A: 71,0 B: 70,8 C: 70,6 D: 69,2	E: 67,7 F: 66,9 G: 66,0
	Velocità [m/s]	A: - B: 0,012 C: - D: 0,003	A: - B: 30,557 C: - D: 7,606	E: - F: 7,555 G: -



Caso D - Il generatore più lontano acceso alla massima potenza e gli altri spenti

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: 510,00 B: - C: 113,15 D: -	A: -0,16 B: - C: -16,30 D: -	E: -93,39 F: - G: -
	Temp. [°C]	A: 71,0 B: 70,8 C: 70,6 D: 69,8	A: 0,0 B: 14,4 C: 69,0 D: 67,6	E: 66,2 F: 65,4 G: 64,5
	Velocità [m/s]	A: - B: 30,305 C: - D: 7,554	A: - B: 0,002 C: - D: 7,507	E: - F: 7,457 G: -



Caso E - Il generatore più vicino acceso alla minima potenza e gli altri spenti

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: -2,52 B: - C: -2,53 D: -	A: 35,00 B: - C: 35,00 D: -	E: 35,00 F: - G: -
	Temp. [°C]	A: 0,0 B: 14,4 C: 15,0 D: 15,0	A: 0,0 B: 14,4 C: 15,0 D: 15,0	E: 15,0 F: 15,0 G: 15,0
	Velocità [m/s]	A: - B: 0,002 C: - D: 0,000	A: - B: 0,002 C: - D: 0,001	E: - F: 0,001 G: -



Caso F - Il generatore più lontano acceso alla minima potenza e gli altri spenti

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: 35,00 B: - C: 4,26 D: -	A: -1000000,00 B: - C: -1000001,26 D: -	E: - F: 1000007,17 G: -
	Temp. [°C]	A: 61,0 B: 60,5 C: 60,0 D: 58,6	A: 0,0 B: 14,4 C: 57,2 D: 54,9	E: 52,7 F: 50,8 G: 49,0
	Velocità [m/s]	A: - B: 8,354 C: - D: 2,077	A: - B: 0,002 C: - D: 2,054	E: - F: 2,028 G: -



Caso G - Il generatore più vicino acceso alla minima potenza e gli altri alla massima

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: 510,00 B: - C: 113,17 D: -	A: 35,00 B: - C: 18,87 D: -	E: -58,22 F: - G: -
	Temp. [°C]	A: 71,0 B: 70,8 C: 70,6 D: 69,8	A: 0,0 B: 14,4 C: 69,0 D: 67,6	E: 66,2 F: 65,4 G: 64,5
	Velocità [m/s]	A: - B: 30,305 C: - D: 7,554	A: - B: 0,002 C: - D: 7,506	E: - F: 7,457 G: -



Caso H - Il generatore più lontano acceso alla minima potenza e gli altri alla massima

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MASSIMA	Pressioni [Pa]	A: 35,00 B: - C: 30,86 D: -	A: 510,00 B: - C: 124,08 D: -	E: 33,91 F: - G: -
	Temp. [°C]	A: 61,0 B: 60,1 C: 59,1 D: 57,1	A: 71,0 B: 70,8 C: 69,0 D: 67,7	E: 66,4 F: 65,6 G: 64,8
	Velocità [m/s]	A: - B: 3,194 C: - D: 0,792	A: - B: 29,473 C: - D: 8,119	E: - F: 8,069 G: -



Caso I - Tutti i generatori accesi alla minima potenza

		Segmento 1	Segmento 2	
TEMPERATURA ESTERNA MINIMA	Pressioni [Pa]	A: 35,00 B: - C: 8,27 D: -	A: 35,00 B: - C: 34,76 D: -	E: 23,65 F: - G: -
	Temp. [°C]	A: 61,0 B: 60,8 C: 60,7 D: 60,0	A: 0,0 B: 14,2 C: 59,3 D: 58,1	E: 56,9 F: 55,9 G: 54,8
	Velocità [m/s]	A: - B: 13,972 C: - D: 3,484	A: - B: 0,002 C: - D: 3,465	E: - F: 3,441 G: -



5 Verifiche finali

Requisito di portata massica

Apparecchio n.	Condizioni di lavoro	m_{wc}		m_w	u.m.	Verifica
1	Caso A	0,11691	≥	0,02500	kg/s	SI
	Caso B	0,04230	≥	0,00630	kg/s	SI
	Caso C	0,00007	≥	0,00000	kg/s	SI
	Caso D	0,14884	≥	0,02500	kg/s	SI
	Caso E	0,00001	≥	0,00000	kg/s	SI
	Caso F	0,04230	≥	0,00630	kg/s	SI
	Caso G	0,14883	≥	0,02500	kg/s	SI
	Caso H	0,01619	≥	0,00630	kg/s	SI
2	Caso A	0,10598	≥	0,02500	kg/s	SI
	Caso B	0,00001	≥	0,00001	kg/s	SI
	Caso C	0,15007	≥	0,02500	kg/s	SI
	Caso D	0,00001	≥	0,00000	kg/s	SI
	Caso E	0,00001	≥	0,00001	kg/s	SI
	Caso F	0,00001	≥	0,00000	kg/s	SI
	Caso G	0,00001	≥	0,00001	kg/s	SI
	Caso H	0,14475	≥	0,02500	kg/s	SI

Requisito di pressione

Apparecchio n.	Condizioni di lavoro	P_{zoc}		$P_{zccesso}$	u.m.	Verifica
1	Caso A	265,37	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso B	4,27	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso C	-8,14	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso D	113,16	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso E	-0,04	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso F	4,27	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso G	113,16	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso H	30,85	≤	1.000,00	Pa	SI
2	Caso A	244,26	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso B	3,75	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso C	107,47	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso D	105,19	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso E	-0,04	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso F	3,75	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso G	105,18	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso H	124,08	≤	1.000,00	Pa	SI

Apparecchio n.	Condizioni di lavoro	P_{zoc+P_v}		$P_{zveccesso}$	u.m.	Verifica
1	Caso A	510,00	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso B	35,00	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso C	-8,10	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso D	510,01	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso E	-0,04	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso F	35,00	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso G	509,99	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso H	34,99	≤	1.000,00	Pa	SI



2	Caso A	509,99	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso B	5,00	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso C	510,00	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso D	121,32	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso E	-0,04	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso F	5,01	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso G	121,31	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso H	509,99	≤	1.000,00	Pa	SI

Apparecchio n.	Condizioni di lavoro	P_{Z0}		$P_{Z\text{eccesso}}$	u.m.	Verifica
2	Caso A	70,75	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso B	-2,16	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso C	28,69	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso D	28,10	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso E	-0,04	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso F	-2,16	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso G	28,10	≤	1.000,00	Pa	SI
	Caso H	33,90	≤	1.000,00	Pa	SI

Requisito di temperatura

Apparecchio n.	Condizioni di lavoro	$T_{iob,c}$		$T_{g,c}$	u.m.	Verifica
1	Caso I	47,6	≥	0,0	°C	SI
2	Caso I	45,0	≥	0,0	°C	SI

Apparecchio n.	Condizioni di lavoro	T_{iob}		T_g	u.m.	Verifica
2	Caso I	50,3	≥	0,0	°C	SI

Legenda simboli

- m_{wc} portata massica calcolata dei prodotti della combustione, espressa in kg/s
- m_w portata massica dichiarata dei prodotti della combustione, espressa in kg/s
- P_{Z0C} pressione positiva massima all'entrata dei prodotti della combustione nel collettore, espressa in Pa
- $P_{Z,exc}$ pressione massima ammessa dalla designazione del condotto fumi, espressa in Pa
- $P_{ZC,exc}$ pressione massima ammessa dalla designazione del collettore, espressa in Pa
- $P_{ZV,exc}$ pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo, espressa in Pa
- T_{iob} temperatura della parete interna allo sbocco del condotto fumi in equilibrio termico, espressa in °C
- $T_{iob,c}$ temperatura della parete interna allo sbocco del collettore in equilibrio termico, espressa in °C
- T_g temperatura limite del condotto fumi, espressa in °C
- $T_{g,c}$ temperatura limite del collettore, espressa in °C



Legenda condizioni di lavoro ipotizzate con temperatura esterna massima

- Caso A : Tutti i generatori accesi alla massima potenza
Caso B : Tutti i generatori accesi alla minima potenza
Caso C : Il generatore più vicino acceso alla massima potenza e gli altri spenti
Caso D : Il generatore più lontano acceso alla massima potenza e gli altri spenti
Caso E : Il generatore più vicino acceso alla minima potenza e gli altri spenti
Caso F : Il generatore più lontano acceso alla minima potenza e gli altri spenti
Caso G : Il generatore più vicino acceso alla minima potenza e gli altri alla massima
Caso H : Il generatore più lontano acceso alla minima potenza e gli altri alla massima

Legenda condizioni di lavoro ipotizzate con temperatura esterna minima

- Caso I : Tutti i generatori accesi alla minima potenza

8 novembre 2023

IL TECNICO

