



Aiuto all'esecuzione UV-1319

Misurazione delle emissioni degli impianti a combustione alimentati con olio, gas o legna

Raccomandazioni per la misurazione delle emissioni degli impianti a combustione

Stato: 03/2026 valido dal 01.01.2026
Versioni precedenti: 01/2013, 12/2018

Basi legali: [OIA](#) art. 13, 14 e alleg. 3

Allegato 1: Formule e tabelle
Allegato 2: Applicazione del metodo del sacco di prelievo dei gas di scarico
Allegato 3: Profili di formazione per l'esecuzione dei controlli degli impianti a combustione
Allegato 4: Misurazione delle particelle di olio non completamente combuste

Settori specialistici interessati

Acque	Aria •	Biodiversità	Biotecnologia	Bosco e legno	Clima	Diritto	EIA	Elettromog e luce	Incidenti rilevanti	Paesaggio	Pericoli naturali	Prodotti chimici	Rifiuti	Rumore	Siti contaminati	Suolo
-------	--------	--------------	---------------	---------------	-------	---------	-----	-------------------	---------------------	-----------	-------------------	------------------	---------	--------	------------------	-------

Nota editoriale

Valenza giuridica

La presente pubblicazione è un aiuto all'esecuzione elaborato dall'UFAM in veste di autorità di vigilanza. Destinata in primo luogo alle autorità esecutive, essa concretizza le prescrizioni del diritto federale in materia ambientale (in merito a concetti giuridici indeterminati e alla portata e all'esercizio della discrezionalità) nell'intento di promuovere un'applicazione uniforme della legislazione. Le autorità esecutive che vi si attengono possono legittimamente ritenere che le loro decisioni sono conformi al diritto federale. Sono ammesse soluzioni alternative, purché conformi al diritto vigente.

Editore

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

L'UFAM è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Traduzione

Servizio linguistico italiano, UFAM

Link per scaricare il PDF

<https://www.bafu.admin.ch/aiuti-esecuzione-aria>

La versione cartacea non può essere ordinata.

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco e francese.

La lingua originale è il tedesco.

Indice

Abstracts	5
1 Scopo e campo d'applicazione	6
1.1 Scopo	6
1.2 Campo d'applicazione	6
1.3 Relazione con le raccomandazioni sulla misurazione delle emissioni	6
2 Apparecchi di misura	7
2.1 Apparecchi di misura dei gas di scarico degli impianti a combustione	7
2.2 Commercializzazione e controllo degli apparecchi di misura	7
2.3 Apparecchi di misura degli impianti a combustione	7
3 Foro di prelievo	8
3.1 Ubicazione del foro di prelievo	8
3.2 Dimensioni del foro di prelievo	10
4 Impianti a combustione alimentati con olio o gas	11
4.1 Regimi d'esercizio da controllare	11
4.2 Numero di misurazioni	11
4.3 Preparativi per la misurazione	11
4.4 Esecuzione della misurazione	11
4.4.1 In generale	11
4.4.2 Lista di controllo per lo svolgimento delle singole operazioni	12
4.5 Interpretazione e valutazione	13
4.5.1 Concentrazione di monossido di carbonio e di ossidi di azoto	13
4.5.2 Procedura in caso di superamento del valore limite (impianti nuovi, prima misurazione)	14
4.5.3 Procedura in caso di superamento del valore limite (impianti esistenti)	14
4.5.4 Concentrazione di ossigeno	14
4.5.5 Perdite di calore attraverso i gas di scarico	15
4.5.6 Indice di fuliggine (impianti a combustione alimentati con olio)	16
4.6 Ripetizione delle misurazioni	17
5 Impianti a combustione alimentati con legna	18
5.1 Regimi d'esercizio da controllare	18
5.1.1 Caldaia per riscaldamento con alimentazione manuale	18
5.1.2 Caldaia per riscaldamento con alimentazione automatica	18
5.1.3 Riscaldamento per ambienti con alimentazione manuale	18
5.1.4 Riscaldamento per ambienti con alimentazione automatica	18
5.2 Numero di misurazioni	18
5.3 Preparativi per la misurazione	18
5.4 Esecuzione della misurazione	19
5.4.1 In generale	19
5.4.2 Lista di controllo per lo svolgimento delle singole operazioni negli impianti a combustione alimentati con legna	19
5.5 Valutazione e interpretazione	20
5.5.1 Concentrazione di monossido di carbonio e di materiale solido	20

5.5.2	Concentrazione di ossigeno	22
5.6	Ripetizione delle misurazioni	22
Allegato 1	Formule e tabelle.....	23
A1.1	Calcolo delle perdite di calore attraverso i gas di scarico	23
A1.2	Calcolo della concentrazione di emissione in base alla concentrazione di ossigeno di riferimento	23
A1.3	Conversione degli NO _x in NO ₂	24
A1.4	Ulteriori tabelle di conversione.....	24
Allegato 2	Applicazione del metodo del sacco di prelievo dei gas di scarico	27
Allegato 3	Profili di formazione per l'esecuzione dei controlli degli impianti a combustione	28
Allegato 4	Misurazione delle particelle di olio non completamente combuste	31
	Elenco delle figure	32
	Elenco delle tabelle	32

Abstracts

These implementation guidelines describe how emissions from furnaces and stoves are to be measured and evaluated in accordance with the requirement of the Ordinance on Air Pollution Control. They provide directives for measurements of oil and gas furnaces up to 1 MW and for wood-fired stoves up to 70 kW. The measurement recommendations are primarily addressed to cantonal and municipal implementing authorities, as well as to private and public sector testing laboratories and other specialised interest groups.

Diese Vollzugshilfe zeigt auf, wie im Sinne der Luftreinhalte-Verordnung Schadstoff-Emissionen an Feuerungen zu messen und zu beurteilen sind. Sie beschreibt die Messung der Emissionen von Öl- und Gasfeuerungen bis 1 MW und von Holzfeuerungen bis 70 kW. Die vorliegenden Messempfehlungen Feuerungen richten sich in erster Linie an kantonale und kommunale Vollzugsbehörden, private und behördliche Messfachstellen sowie an interessierte Fachleute.

La présente aide à l'exécution montre comment déterminer et apprécier les émissions polluantes conformément à l'ordonnance sur la protection de l'air. Elle décrit la manière dont s'effectue la mesure des émissions pour les installations de combustion alimentée à l'huile et au gaz dont la puissance ne dépasse pas 1 MW et pour les installations de combustion alimentées au bois dont la puissance ne dépasse pas 70 kW. Les présentes Recommandations sur la mesure des émissions des installations de combustion sont en premier lieu destinées aux autorités cantonales et communales chargées de l'exécution, aux services de mesure privés et officiels, ainsi qu'aux spécialistes intéressés.

Il presente aiuto all'esecuzione spiega come misurare e analizzare conformemente all'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico le emissioni di inquinanti degli impianti di combustione. Descrive la misurazione delle emissioni degli impianti a combustione alimentati con gasolio o gas con una potenza fino a 1 MW e degli impianti a combustione alimentati con legna con una potenza fino a 70 kW. Il testo è destinato in primo luogo alle autorità esecutive cantonali e comunali, agli uffici di misurazione privati e ufficiali e agli esperti interessati.

Keywords:

air pollution control, emissions, air pollutants, measurement sequence

Stichwörter:

Luftreinhaltung, Feuerung, Emissionen, Luftschadstoff, Emissionsmessung, Messablauf

Mots-clés:

protection de l'air, combustion, émissions, pollutant atmosphérique, déroulement de la mesure

Parole chiave:

protezione dell'aria, impianto di combustione, emissioni, inquinanti atmosferici, misurazione delle emissioni, metodo di misurazione

1 Scopo e campo d'applicazione

1.1 Scopo

Le presenti raccomandazioni si fondano sull'articolo 14 capoverso 2 dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA¹). Raccomandano come effettuare la misurazione dei gas di scarico di un impianto a combustione nell'ambito dei controlli ufficiali secondo l'articolo 13 capoverso 3 OIA².

1.2 Campo d'applicazione

Le presenti raccomandazioni valgono per la misurazione degli impianti di combustione con una potenza termica fino a 1 MW, alimentati con olio da riscaldamento e/o con gas³ o agli impianti con una potenza termica fino a 70 kW, alimentati con legna allo stato naturale o non trattata⁴ oppure con scarti di legno⁵.

Per tutti gli altri impianti a combustione valgono l'aiuto all'esecuzione «[Misurazione delle emissioni degli impianti stazionari](#) (UV-1320)».

1.3 Relazione con le raccomandazioni sulla misurazione delle emissioni⁶

Le misurazioni dei gas di scarico ai sensi delle presenti raccomandazioni possono essere effettuate per principio anche secondo le raccomandazioni sulla misurazione delle emissioni di inquinanti atmosferici degli impianti stazionari.

¹ Ordinanza del 16 dicembre 1985 contro l'inquinamento atmosferico (RS 814.318.142.1) comprese le successive modifiche.

² La misurazione dei gas di scarico degli impianti a combustione esige conoscenze tecniche adeguate. Le persone incaricate dei controlli ufficiali degli impianti a combustione devono pertanto aver superato l'esame professionale per controllori della combustione (esame SEFRI) o avere una formazione equivalente (cfr. all. 3). Per la prima misurazione e il controllo periodico di impianti con una potenza termica superiore a 350 kW i Cantoni possono fissare requisiti più severi per quanto concerne le qualifiche del personale addetto.

³ I boiler e gli scaldacqua ad azione istantanea a gas non sono soggetti all'obbligo di misurazione (cfr. all. 3 cif. 62 cpv. 3 OIA¹). Per tali generatori di calore a gas con bruciatore atmosferico non stati fissati valori limite per gli ossidi di azoto.

⁴ Legna da ardere secondo l'allegato 5 cifra 31 lettere a, b o d numero 1 OIA¹. Legna da ardere secondo l'allegato 5 cifra 31 lettere a, b o d numero 1 OIA¹.

⁵ Legna da ardere secondo l'allegato 5 cifra 31 lettere c o d numero 2 OIA¹.

⁶ UFAM 2018: Misurazione delle emissioni degli impianti stazionari (riassunto). Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1320.

2 Apparecchi di misura

2.1 Apparecchi di misura dei gas di scarico degli impianti a combustione

Per i requisiti tecnici dei sistemi di misurazione e la stabilità delle misurazioni vanno applicate l'ordinanza sugli strumenti di misurazione⁷ e le disposizioni esecutive dell'ordinanza del Dipartimento federale di giustizia e polizia (DFGP) sugli strumenti di misurazione dei gas di scarico degli impianti a combustione⁸.

2.2 Commercializzazione e controllo degli apparecchi di misura

Il DFGP disciplina la procedura per la commercializzazione degli apparecchi di misura dei gas di scarico degli impianti a combustione e della loro stabilità di misurazione.

2.3 Apparecchi di misura degli impianti a combustione

In regola generale, per le misurazioni ufficiali degli impianti a combustione devono essere utilizzati gli strumenti omologati, mantenuti e tarati dall'Ufficio federale di metrologia (METAS) senza ulteriore diluizione dei gas di scarico (misurazione diretta).

Se viene superato il campo di misurazione o di sollecitazione degli apparecchi, una diluizione dei gas di scarico degli impianti a combustione alimentati con legna può consentire di ottenere comunque dei risultati (misurazione indiretta). Il metodo del sacco di prelievo dei gas di scarico descritto nell'allegato A2 consente, con una misurazione relativamente breve, di trarre delle conclusioni affidabili e rispettose dell'apparecchio sul contenuto medio di sostanze nocive nei gas di scarico (tranne per la concentrazione massica della sostanza solida).

Nel caso della misurazione indiretta dei gas di scarico degli impianti a combustione alimentati con legna deve essere indicata la comparabilità con la misurazione diretta secondo il capoverso 1.

⁷ Ordinanza del 15 febbraio 2006 sugli strumenti di misurazione (RS 941.210). Secondo l'ordinanza la definizione corretta del termine usuale nella pratica «apparecchio di misura» è «strumento di misurazione».

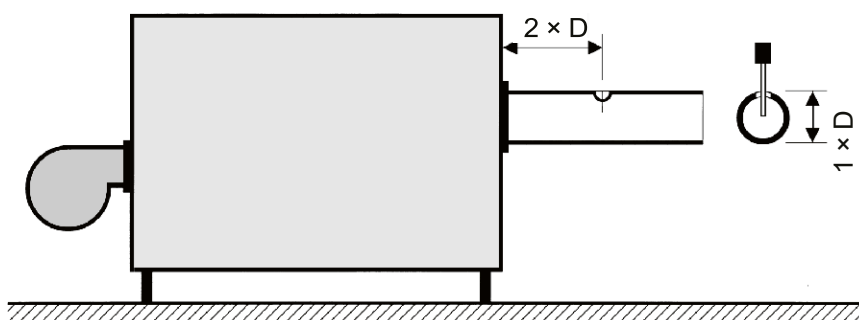
⁸ Ordinanza del DFGP del 22 aprile 2011 sugli strumenti di misurazione dei gas di scarico degli impianti a combustione (RS 941.210.3).

3 Foro di prelievo

3.1 Ubicazione del foro di prelievo

1. Se il fabbricante del generatore di calore o dell'impianto di evacuazione dei gas di scarico non ha previsto un adeguato foro di prelievo, occorre praticarne uno a posteriori conformemente ai paragrafi da 5 a 9⁹.
2. Nel caso di impianti soggetti a controllo periodico si raccomanda di installare un raccordo di misurazione. L'accessibilità al foro di prelievo deve essere garantita in particolare anche per i tubi del gas di scarico isolati.
3. In ogni generatore di calore i gas di scarico devono essere misurati separatamente e non diluiti. I difetti di tenuta riscontrati a monte del foro di prelievo devono essere riparati.
4. Nei generatori di calore muniti di silenziatore nel tubo dei gas di scarico, il foro di prelievo può essere disposto dopo il silenziatore.
5. Il foro di prelievo dei gas di scarico deve essere praticato alla distanza $2 \times D$ (D = diametro del tubo dei gas di scarico) dal generatore di calore (fig. 1).
6. Se il tubo dei gas di scarico presenta un cambiamento di direzione o un silenziatore già all'interno della distanza $2 \times D$ dal generatore di calore, il foro di prelievo deve trovarsi alla distanza $1 \times D$ ($2 \times D$ per gli impianti a combustione alimentati con legna) dal cambiamento di direzione o dal silenziatore (fig. 2 e 3).
7. Negli apparecchi a gas muniti di dispositivo antiriflusso dei gas di scarico, la misurazione deve essere effettuata, se possibile, alla distanza $2 \times D$ dal dispositivo (fig. 4).
8. Nel caso degli impianti a combustione alimentati con legna, il dispositivo antiriflusso¹⁰ dei gas di scarico non deve essere chiuso per la misurazione (modifica del tiraggio del camino). La misurazione deve essere effettuata, se possibile, a monte del dispositivo.
9. Le distanze indicate sono misurate sul tubo dei gas di scarico a partire dal mantello del generatore di calore¹¹. Se il generatore di calore è munito di un dispositivo di recupero del calore o di un sistema di depurazione dei gas di scarico, le distanze indicate vanno misurate a partire dal dispositivo o sistema (tenere conto di eventuali entrate di aria falsa).
10. Nel caso degli abbattitori elettrostatici di polveri, la misurazione deve di regola essere effettuata a una distanza di almeno 1 metro a valle dell'abbattitore o secondo le indicazioni del fabbricante dell'apparecchio di misura. Se ciò non è possibile per motivi tecnici od operativi, la misurazione viene effettuata a monte dell'abbattitore.

Figura 1: Ubicazione del foro di prelievo sui tubi dei gas di scarico (di impianti di combustione alimentati con olio, gas e legna) con un tratto diritto sufficientemente lungo prima del cambiamento di direzione



⁹ I sistemi di tubi coassiali aria/gas di scarico (LAS) di apparecchi a gas montati su pareti esterne o di apparecchi collegati a una condotta aria/gas di scarico non devono in alcun caso essere perforati a posteriori. Il foro di prelievo può essere effettuato unicamente dall'installatore dell'apparecchio.

¹⁰ Chiamato anche valvola di regolazione del tiraggio

¹¹ Vale anche per i tubi di scarico parzialmente integrati nel mantello.

Figura 2: Ubicazione del foro di prelievo sui tubi dei gas di scarico (di impianti a combustione alimentati con olio o gas) senza un tratto dritto sufficientemente lungo prima del cambiamento di direzione

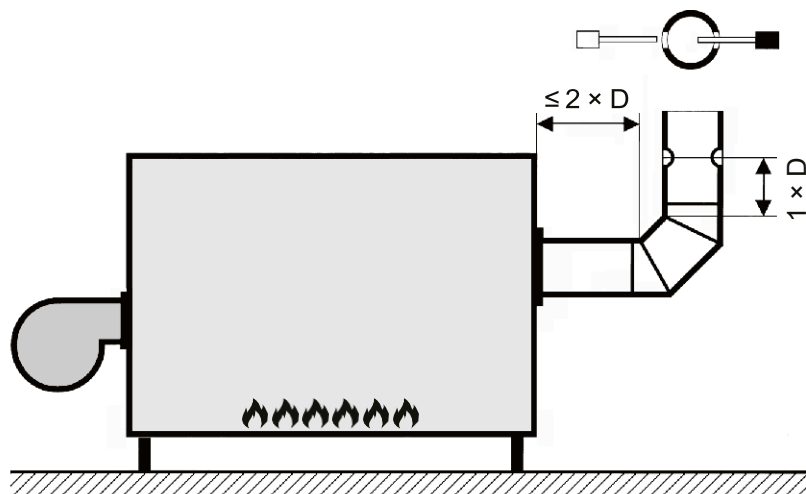


Figura 3: Ubicazione del foro di prelievo sui tubi dei gas di scarico (di impianti a combustione alimentati con legna) senza un tratto dritto sufficientemente lungo prima del cambiamento di direzione

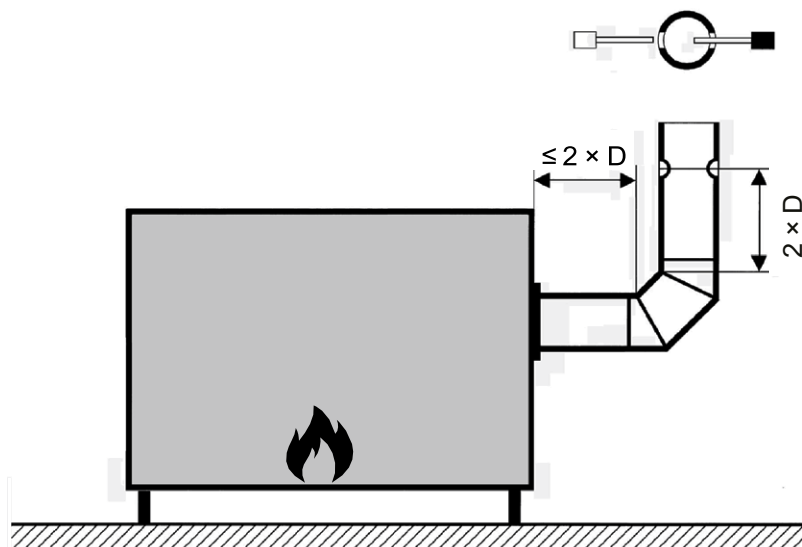
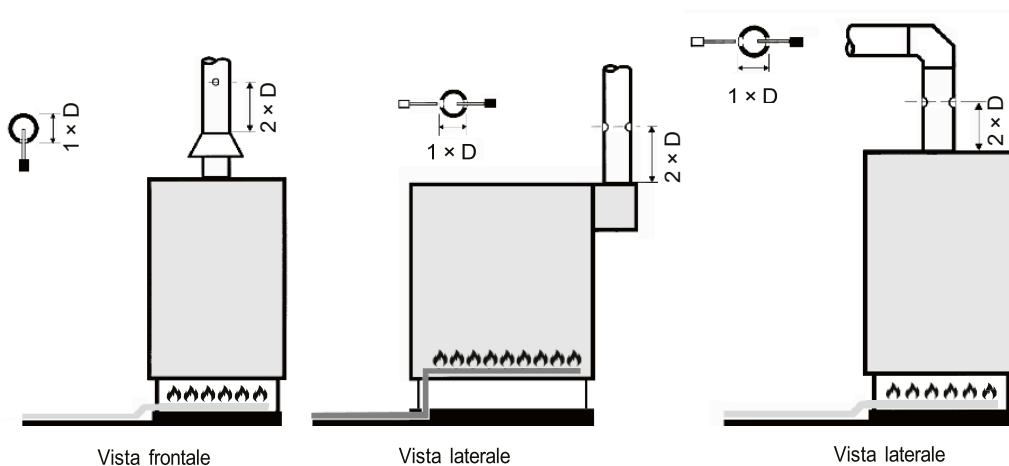


Figura 4: Ubicazione del foro di prelievo in generatori di calore a gas con bruciatore atmosferico muniti di dispositivo antiriflusso dei gas di scarico



Vista frontale

Vista laterale

Vista laterale

3.2 Dimensioni del foro di prelievo

Se si effettua la misurazione con un apparecchio di misura, il foro di prelievo deve essere circolare e avere un diametro compreso fra 12 e 21 millimetri al massimo.

Se ragioni tecniche lo impongono l'autorità può esigere che il foro di prelievo abbia un diametro maggiore (p. es. tubi dei gas di scarico con parete spessa).

4 Impianti a combustione alimentati con olio o gas

4.1 Regimi d'esercizio da controllare

1. Gli impianti vanno misurati alla temperatura dell'acqua determinante per la caldaia:
 - a. la temperatura dell'acqua della caldaia determinante ai fini della misurazione dei gas di scarico viene determinata dal cosiddetto «punto di spegnimento»;
 - b. negli impianti con temperatura costante dell'acqua della caldaia, viene considerato come «punto di spegnimento» il punto in cui la temperatura dell'acqua della caldaia è impostata in inverno sul termostato o sul regolatore della caldaia;
 - c. negli impianti in cui la temperatura dell'acqua della caldaia è modulata automaticamente, viene considerata come «punto di spegnimento» la temperatura dell'acqua della caldaia regolata sulla base delle condizioni climatiche (temperatura esterna).
2. Il capoverso 1 si applica per analogia agli impianti muniti di bruciatore a più carichi di funzionamento o modulabile. Di regola, in tali casi, la misurazione va effettuata con l'impianto sul primo carico di funzionamento e su un carico di funzionamento il più possibile elevato.
3. In deroga al capoverso 2, gli impianti a combustione alimentati con gas o olio con bruciatore atmosferico, gli impianti a combustione condensanti alimentati con gas o olio con bruciatore ad aria soffiata e i bruciatori a vaporizzazione d'olio con una potenza termica fino a 70 kW devono di regola essere misurati soltanto a un carico di funzionamento il più possibile elevato. Se il carico di funzionamento più elevato non può essere selezionato con un commutatore (tasto spazzacamino), occorre aumentare di conseguenza la temperatura sul termostato della caldaia o del locale.
4. Negli impianti che possono funzionare sia a olio che a gas, la misurazione va effettuata sia quando l'impianto funziona a olio che quando funziona a gas. In occasione del controllo periodico, si può rinunciare alla misurazione dell'impianto alimentato con il combustibile meno usato, se è dimostrato che quest'ultimo viene utilizzato per meno di 100 ore l'anno.

4.2 Numero di misurazioni

Per ogni regime d'esercizio da controllare devono essere effettuate almeno due misurazioni singole.

Se i risultati di entrambe le misurazioni sono chiaramente superiori o inferiori al valore limite d'emissione, non è necessario procedere a ulteriori misurazioni singole in detto regime d'esercizio. In caso contrario, una terza misurazione singola stabilisce se il valore limite d'emissione è rispettato o superato.

4.3 Preparativi per la misurazione

Prima di ogni misurazione, occorre verificare che nulla ostacoli il buon funzionamento dell'impianto.

Appena prima dell'inizio della misurazione occorre tarare l'apparecchio di misura conformemente alle istruzioni del fabbricante e verificare l'ermeticità del percorso seguito dai gas.

4.4 Esecuzione della misurazione

4.4.1 In generale

1. Una misurazione singola comprende la determinazione:
 - della concentrazione di monossido di carbonio;
 - della concentrazione di ossigeno;
 - della temperatura dell'aria comburente;
 - della temperatura dei gas di scarico;

- della concentrazione di ossidi di azoto¹²;
 - delle perdite di calore attraverso i gas di scarico;
 - dell'indice di fuliggine (solo per gli impianti alimentati con olio);
 - delle particelle d'olio non completamente combuste (in caso di odori sospetti, cfr. all. A4).
2. Detti parametri vanno misurati, se possibile, contemporaneamente oppure a breve distanza l'uno dall'altro. Per l'effettuazione delle operazioni deve essere rispettato l'ordine di cui alla cifra 4.4.2.
 3. Determinante per la valutazione delle emissioni è un lasso di tempo di 3 minuti. Esso inizia 1 minuto e termina 4 minuti dopo l'apparizione della fiamma¹³. Durante tale lasso di tempo, la temperatura dell'acqua della caldaia non deve discostarsi di ± 10 °C rispetto alla temperatura impostata sul termostato o sul regolatore della caldaia («punto di spegnimento», cfr. cifra 4.1)¹⁴.
 4. Se la misurazione singola non può essere portata a termine entro 4 minuti dall'apparizione della fiamma, vanno determinati soltanto i parametri che, in base all'esperienza, non si modificano in modo sensibile dopo tale lasso di tempo (p. es. l'indice di fuliggine). In caso di dubbio, la misurazione singola deve essere ripetuta ed eseguita nel lasso di tempo prescritto secondo il capoverso 3.
 5. Durante le misurazioni non possono venir modificate le impostazioni dell'impianto a combustione. In caso di modifiche successive delle impostazioni occorre ripetere la misurazione.

4.4.2 Lista di controllo per lo svolgimento delle singole operazioni

- ❶ Tarare l'apparecchio di misura secondo le indicazioni del fabbricante.
- ❷ Determinare il «punto di spegnimento» del termostato della caldaia secondo la cifra 4.1 e ricordarsi/annotarsi tale temperatura. La misurazione può iniziare al più presto quando la temperatura dell'acqua della caldaia è inferiore di 10 °C al «punto di spegnimento» e deve terminare al più tardi quando lo supera di 10 °C.
- ❸ Mettere in funzione il bruciatore e misurare la temperatura dell'aria comburente. Punti in cui misurare la temperatura dell'aria comburente:
 - in prossimità dell'apertura d'aspirazione del bruciatore o del mantello del bruciatore (non nell'apertura o sotto il mantello!);
 - se la condotta d'apporto dell'aria è separata: nell'apposito foro di prelievo ($2 \times D$ dal mantello dell'apparecchio).
 - **attenzione:** le parti molto calde dell'apparecchio e le fiamme aperte diffondono calore e possono quindi falsare il risultato.
- ❹ Un minuto dopo l'apparizione della fiamma¹⁵, introdurre la sonda di misurazione nel foro di prelievo e cercare il centro del flusso dei gas di scarico, cioè il punto in cui la temperatura dei gas di scarico è più elevata (o il punto in cui la concentrazione di O₂ è più bassa). A tale scopo, spostare lentamente la sonda lungo tutta la sezione di misurazione, tenendo d'occhio l'indicatore dell'apparecchio di misura¹⁶.
- ❺ Fissare la sonda e assicurare la tenuta stagna del foro di prelievo.
- ❻ Iniziare la misurazione singola e misurare tutti i parametri necessari. Annotare (o stampare) i risultati quando l'indicatore si è stabilizzato.

¹² I valori misurati relativi agli ossidi di azoto (NO_x) sono la somma delle concentrazioni di monossido (NO) e di diossido di azoto (NO₂). Se non viene misurato il NO₂, alla concentrazione di NO viene aggiunta una costante di 10 mg/m³. Gli apparecchi di misura eseguono automaticamente tale operazione.

¹³ Nel caso di bruciatori a più carichi di funzionamento o modulabili è determinante il momento di apparizione del carico di funzionamento e non quello di apparizione della fiamma.

¹⁴ Questa regola non è applicabile ai generatori di calore con bruciatore atmosferico a olio o a gas. Per tali apparecchi la misurazione può essere effettuata soltanto dopo che hanno raggiunto lo stato di stabilità.

¹⁵ O dopo l'impostazione del carico di funzionamento determinante nel caso di bruciatori a più carichi di funzionamento o modulabili.

¹⁶ Attenzione: soprattutto negli apparecchi atmosferici con tubo dei gas di scarico relativamente grande, il centro del flusso dei gas di scarico può essere spostato lateralmente rispetto alla direzione del foro di prelievo o oscillare di continuo.

- 7 Al più tardi 4 minuti dopo l'apparizione della fiamma, terminare la misurazione singola delle perdite di calore attraverso i gas di scarico e la misurazione di CO e NO_x (cfr. osservazioni alla cifra 4.4.1 cpv. 4). Prima della fine della misurazione singola, la sonda deve essere stata inserita per almeno 90 secondi nel flusso del gas di scarico.
- 8 Al termine della prima misurazione singola, togliere la sonda e spegnere il bruciatore¹⁷.

4.5 Interpretazione e valutazione

4.5.1 Concentrazione di monossido di carbonio e di ossidi di azoto

Valutazione delle misurazioni

1. Il risultato di ogni singola misurazione deve essere convertito in modo da corrispondere a un gas di scarico secco in condizioni normali (0 °C, 1013 hPa o 1013 mbar) e a una concentrazione di ossigeno di riferimento del 3 % nonché arrotondato alla cifra intera prima della virgola. Gli apparecchi di misura eseguono automaticamente tali operazioni.
2. I valori medi stampati o visualizzati dall'apparecchio di misura devono essere inseriti nel rapporto di controllo della misurazione.
3. Per il confronto con il valore limite occorre tenere conto dell'incertezza della misurazione (valori F) secondo la tabella 1.

Tabella 1: Incertezza della misurazione di monossido di carbonio e di ossidi di azoto in impianti a combustione alimentati con olio o gas

valore misurato	incertezza della misurazione (valore F)
fino a 200 mg/m ³	± 20 mg/m ³
oltre 200 mg/m ³	± 10 % del valore misurato

Interpretazione dei risultati

4. Il valore limite è considerato rispettato o non si contesta l'impianto, quando dopo due misurazioni singole effettuate per ciascun carico di funzionamento nessun valore misurato, meno il valore F, supera il valore limite.
5. Il valore limite è considerato superato quando, per un dato carico di funzionamento e dopo due misurazioni singole, entrambi i valori misurati meno il valore F superano il valore limite.
6. Se, per un dato carico di funzionamento, un valore misurato meno il valore F supera il valore limite, occorre effettuare una terza misurazione singola. La terza misurazione singola è determinante per stabilire se, per detto carico di funzionamento, il valore limite è rispettato o superato.

Tabella 2: Tabella dei possibili casi (valutazione degli impianti a combustione alimentati con olio o gas)

Caso 1

1 ^a misurazione: $(x_1 - F) \leq \text{VLE}$	→ il valore limite è rispettato dopo due misurazioni singole
2 ^a misurazione: $(x_2 - F) \leq \text{VLE}$	

¹⁷ O commutare su funzionamento automatico in caso di bruciatori a più carichi di funzionamento o modulabili.

Caso 2

1 ^a misurazione: $(x_1 - F) > VLE$	→ il valore limite è superato dopo due misurazioni singole
2 ^a misurazione: $(x_2 - F) > VLE$	

Caso 3°

1 ^a misurazione: $(x_1 - F) \leq VLE$	→ il valore limite è rispettato dopo tre misurazioni singole
2 ^a misurazione: $(x_2 - F) > VLE$	
3 ^a misurazione: $(x_3 - F) \leq VLE$	

Caso 3b

1 ^a misurazione: $(x_1 - F) \leq VLE$	→ il valore limite è superato dopo tre misurazioni singole
2 ^a misurazione: $(x_2 - F) > VLE$	
3 ^a misurazione: $(x_3 - F) > VLE$	

Dove:

$x_{1,2,3}$	= valori misurati, in mg/m^3 , nella 1 ^a , 2 ^a e 3 ^a misurazione singola (normalizzati secondo la cifra 4.5.1 cpv. 1)
F	= valore F, incertezza della misurazione, in mg/m^3 , secondo la tabella 1
VLE	= valore limite d'emissione

7. Nel caso di apparecchi con misurazione continua, occorre calcolare la media dei risultati ottenuti nella misurazione di ogni carico di funzionamento per poter confrontare tale risultato con il valore limite. La valutazione avviene poi analogamente a quanto descritto per le misurazioni singole.

4.5.2 Procedura in caso di superamento del valore limite (impianti nuovi, prima misurazione)

Se il valore limite d'emissione è superato, l'impianto deve essere riparato entro breve termine.

4.5.3 Procedura in caso di superamento del valore limite (impianti esistenti)

Se il valore limite d'emissione è superato e l'impianto non può essere riparato entro breve termine, l'impianto deve essere risanato.

Se, durante il successivo controllo periodico, il valore limite è rispettato o l'impianto può essere riparato entro breve termine, l'ordine di risanamento viene revocato.

Se per diversi anni il valore limite corrispondente viene alternativamente rispettato e di nuovo superato, l'autorità decide caso per caso.

4.5.4 Concentrazione di ossigeno**Valutazione delle misurazioni**

Per i calcoli successivi, i valori misurati della concentrazione di ossigeno vanno arrotondati al primo decimale dopo la virgola e riportati in tal modo nel rapporto di controllo della misurazione.

4.5.5 Perdite di calore attraverso i gas di scarico

1. Le perdite di calore attraverso i gas di scarico (q_A) vanno calcolate fino al primo decimale dopo la virgola e riportate in tal modo nel rapporto di controllo della misurazione (per la formula di calcolo cfr. l'all. A1).
2. Per il confronto con il valore limite occorre tenere conto dell'incertezza della misurazione (valori F) secondo la tabella 3.

Tabella 3: Incertezza della misurazione delle perdite di calore attraverso i gas di scarico in impianti a combustione alimentati con olio o gas

concentrazione volumica di ossigeno misurata	incertezza della misurazione (valore F)
fino a 13,0 %	$\pm 0,5$ % perdite calore attraverso gas di scarico
tra 13,1 e 16,0 %	$\pm 1,0$ % perdite calore attraverso gas di scarico
oltre 16,0 %	$\pm 2,0$ % perdite calore attraverso gas di scarico

Interpretazione dei risultati

3. Il valore limite è considerato rispettato quando dopo due misurazioni singole nessun risultato, meno il valore F, supera il valore limite¹⁸.
4. Il valore limite è considerato superato quando dopo due misurazioni singole entrambi i risultati, meno il valore F, superano il valore limite.
5. Se, dopo due misurazioni singole, uno dei due risultati meno il valore F supera il valore limite, occorre procedere a una terza misurazione singola. In tal caso, la terza misurazione singola è determinante per stabilire se il valore limite è rispettato o superato.

Tabella 4: Esempi illustrativi (impianti a combustione alimentati a olio o a gas)

cfr. anche rappresentazione nella tabella 2

Caso 1

Valore limite OIAt: 4,0 %

Misurazione	concentrazione di O ₂	q _A	valore F
1 ^a misurazione	5,6 %	4,3 %	0,5 %
2 ^a misurazione	5,8 %	4,5 %	0,5 %
Valutazione	Interpretazione		
1 ^a misurazione: 4,3 % – 0,5 % = 3,8 %	→ il valore limite del 4,0 % è rispettato dopo due misurazioni singole		
2 ^a misurazione: 4,5 % – 0,5 % = 4,0 %			

¹⁸ Per principio il valore limite è considerato rispettato soltanto se i requisiti di cui al capoverso 1 sono soddisfatti per ogni carico di funzionamento. Tuttavia, per la determinazione delle perdite di calore attraverso i gas di scarico è di regola necessario effettuare la misurazione soltanto al massimo carico di funzionamento.

Caso 2

Valore limite OIAt: 7,0 %

Misurazione	concentrazione di O ₂	q _A	valore F
1 ^a misurazione	5,6 %	7,3 %	0,5 %
2 ^a misurazione	5,8 %	7,5 %	0,5 %

Valutazione	Interpretazione
1 ^a misurazione: 7,3 % – 0,5 % = 6,8 %	→ il valore limite del 7,0 % è rispettato dopo due misurazioni singole
2 ^a misurazione: 7,5 % – 0,5 % = 7,0 %	

Caso 3

Valore limite OIAt: 6,0 %

Misurazione	concentrazione di O ₂	q _A	valore F
1 ^a misurazione	4,8 %	6,6 %	0,5 %
2 ^a misurazione	4,7 %	6,7 %	0,5 %

Valutazione	Interpretazione
1 ^a misurazione: 6,6 % – 0,5 % = 6,1 %	→ il valore limite del 6,0 % è rispettato dopo due misurazioni singole
2 ^a misurazione: 6,7 % – 0,5 % = 6,2 %	

Caso 4

Valore limite OIAt: 8,0 %

Misurazione	concentrazione di O ₂	q _A	valore F
1	6,6 %	8,5 %	0,5 %
2	6,8 %	8,7 %	0,5 %
3	6,3 %	8,4 %	0,5 %

Valutazione	Interpretazione
1 ^a misurazione: 8,5 % – 0,5 % = 8,0 %	→ il valore limite del 8,0 % è rispettato dopo tre misurazioni singole
2 ^a misurazione: 8,7 % – 0,5 % = 8,2 %	
3 ^a misurazione: 8,4 % – 0,5 % = 7,9 %	

4.5.6 Indice di fuliggine (impianti a combustione alimentati con olio)¹⁹**Valutazione delle misurazioni**

1. Dopo la misurazione, il filtro antifuliggine²⁰ va piegato in modo tale che sotto la macchia di fuliggine risulti bianco, dopodiché si determina l'indice di fuliggine confrontando, in condizioni di luce paragonabili a quella del giorno, la macchia con la scala graduale dei grigi dell'UFAM²¹.
2. Per il confronto, il filtro di carta non deve essere né bruciacciato né umido.

Interpretazione dei risultati

3. Il valore limite è considerato rispettato quando dopo due misurazioni singole effettuate per ciascun carico di funzionamento nessun indice di fuliggine misurato supera il valore limite.
4. Il valore limite è considerato superato quando in uno dei carichi di funzionamento entrambi gli indici di fuliggine misurati superano il valore limite.

¹⁹ L'indice di fuliggine deve essere misurato solo per gli impianti a combustione alimentati con olio.

²⁰ I requisiti del filtro di carta sono disciplinati nell'allegato A4 della norma SN EN 267.

²¹ Ottenibile presso l'Ufficio federale delle costruzioni e della logistica (UFCL), 3003 Berna.

5. Se per un dato carico di funzionamento uno dei due indici di fuliggine misurati supera il valore limite, occorre effettuare una terza misurazione singola. Il risultato della terza misurazione singola è determinante per stabilire se, per quel carico di funzionamento, il valore limite è rispettato o superato.

4.6 Ripetizione delle misurazioni

1. Per ogni parametro devono essere effettuate almeno due misurazioni singole.
2. Per ripetere la misurazione occorre ricominciare dal punto 1 della cifra 4.4.2 (tenere conto della temperatura dell'acqua della caldaia).
3. Gli apparecchi di misura devono essere nuovamente tarati secondo le indicazioni del fabbricante prima di ogni misurazione.

5 Impianti a combustione alimentati con legna

5.1 Regimi d'esercizio da controllare

5.1.1 Caldaia per riscaldamento²² con alimentazione manuale

Gli impianti vengono accesi a freddo, di regola dal gestore, conformemente alle istruzioni del fabbricante.

L'accumulatore di calore deve avere una capacità sufficiente per accogliere il calore erogato.

Negli impianti con funzionamento automatico, la funzione deve essere attivata.

La misurazione inizia 15 minuti dopo l'avvio a freddo e dura 30 minuti conformemente alla cifra 5.2.

5.1.2 Caldaia per riscaldamento con alimentazione automatica

La misurazione viene effettuata a impianto caldo in funzionamento automatico.

Per gli impianti con mantenimento della brace, la misurazione inizia al massimo 15 minuti dopo l'accensione dell'alimentazione del combustibile.

La misurazione singola dura 30 minuti conformemente alla cifra 5.2.

5.1.3 Riscaldamento per ambienti²³ con alimentazione manuale

Gli impianti vengono accesi a freddo, di regola dal gestore, conformemente alle istruzioni del fabbricante.

La misurazione inizia 15 minuti²⁴ dopo l'avvio a freddo e dura 15 minuti (una misurazione singola).

5.1.4 Riscaldamento per ambienti con alimentazione automatica

Gli impianti vengono accesi a freddo conformemente alle istruzioni del fabbricante.

La misurazione inizia 15 minuti dopo l'avvio a freddo e dura 15 minuti (una misurazione singola).

5.2 Numero di misurazioni

Per le caldaie per riscaldamento deve essere effettuata una misurazione singola della durata di 30 minuti e un confronto del valore medio con il valore limite d'emissione. In alternativa possono essere effettuate due misurazioni singole successive della durata di 15 minuti, con un intervallo massimo di 5 minuti fra ogni misurazione singola. Se vengono effettuate due misurazioni singole, viene calcolata la media dei valori medi delle due misurazioni singole, che verrà raffrontata con il valore limite d'emissione.

Per i riscaldamenti per ambienti deve essere effettuata una misurazione singola della durata di 15 minuti e il relativo valore medio deve essere confrontato con il valore limite d'emissione.

5.3 Preparativi per la misurazione

Prima di ogni misurazione, occorre verificare che nulla ostacoli il buon funzionamento dell'impianto.

Appena prima dell'inizio della misurazione occorre tarare l'apparecchio di misura conformemente alle istruzioni del fabbricante e verificare l'ermeticità del percorso seguito dai gas.

Se tra le due misurazioni singole viene modificato il percorso seguito dai gas (p. es. sostituzione del filtro), occorre di nuovo verificare l'ermeticità dell'apparecchio di misura.

²² Caldaia per riscaldamento centrale ecc.

²³ Impianti di riscaldamento per ambienti, focolai, stufe ad accumulo, canne di camini e camini aperti come pure stufe a pellet (incl. gli impianti idraulici connessi).

²⁴ Con una quantità di legna inferiore a 4 kg, la misurazione può iniziare già dopo 5 minuti al fine di poter effettuare la misura durante 15 minuti prima del subentrare della fase di spegnimento; cfr. cifra 5.4.1 capoverso 5.

5.4 Esecuzione della misurazione

5.4.1 In generale

1. Una misurazione singola comprende la determinazione:
 - della concentrazione di monossido di carbonio;
 - della concentrazione di materiale solido (per misurazioni di collaudo ai sensi dell'art. 13 cpv. 2 OIAt, controlli periodici di impianti a combustione alimentati con legname di scarto²⁵ e in caso di bisogno, p. es. a seguito di ricorsi o denunce);
 - della concentrazione di ossigeno;
 - della concentrazione di diossido di carbonio (facoltativa);
 - della temperatura dei gas di scarico (facoltativa).
2. Detti parametri vanno misurati, se possibile, contemporaneamente oppure a breve distanza l'uno dall'altro. Le operazioni devono essere svolte nel rispetto dell'ordine di cui alla cifra 5.4.2.
3. Il rapporto della misurazione deve inoltre includere le seguenti informazioni:
 - categoria di combustibile prescritta secondo l'allegato 5 cifra 31 capoverso 1 lettere a e b OIAt e idoneità secondo l'allegato 3 cifra 521 OIAt (tipo, qualità e umidità);
 - categoria di combustibile e idoneità effettiva;
 - potenza termica secondo l'etichetta di tipo²⁶;
 - descrizione e informazioni sullo stato di carico misurato;
 - tensione di esercizio del sistema elettrostatico di abbattimento delle polveri prima, durante e dopo la misurazione (se disponibile);
 - presenza del montatore (si/no).
4. Durante le misurazioni non possono venir modificate le impostazioni dell'impianto a combustione. In caso di modifiche successive delle impostazioni occorre ripetere la misurazione.
5. Se per gli impianti a combustione alimentati con legno in pezzi, la fase di spegnimento²⁷ inizia durante le misurazioni, detta misurazione va interrotta e il tempo di misurazione ridotto deve essere valutato. Un criterio per determinare l'inizio della fase di spegnimento è per esempio un tenore di ossigeno superiore al 18 %, una concentrazione volumica del diossido di carbonio inferiore al 2,5 % o una temperatura dei gas di scarico in calo.

5.4.2 Lista di controllo per lo svolgimento delle singole operazioni negli impianti a combustione alimentati con legna

- ❶ Tarare l'apparecchio di misura secondo le indicazioni del fabbricante.
- ❷ Definire il punto di avviamento:
 - caldaia per riscaldamento con alimentazione manuale: accensione,
 - caldaia per riscaldamento con alimentazione automatica, spenta: accensione,
 - caldaia per riscaldamento con alimentazione automatica, temperatura d'esercizio: insignificante,
 - caldaia per riscaldamento con alimentazione automatica, con mantenimento della brace: avvio dell'impianto per interrompere il mantenimento della brace,
 - riscaldamento per ambienti con alimentazione manuale: accensione,

²⁵ Impianti a combustione in cui sono utilizzati combustibili legnosi secondo l'allegato 5 cifra 31 capoverso 1 lettera c o d numero 2 OIAt.

²⁶ Se è indicata unicamente la potenza nominale: potenza termica = 1,15 x potenza nominale.

²⁷ Spegnimento significa che visivamente non sono più visibili fiamme.

- riscaldamento per ambienti con alimentazione automatica: accensione,
- ③ Fissare la sonda e assicurare la tenuta stagna del foro di prelievo. La sonda è sistemata al centro della sezione del tubo dei gas di scarico (nessuna ricerca del centro del flusso con la temperatura dei gas di scarico più elevata);
- ④ Intervallo tra il punto di avviamento e l'inizio della misurazione:
 - caldaia per riscaldamento con alimentazione manuale: 15 minuti,
 - caldaia per riscaldamento con alimentazione automatica, dopo l'accensione: al raggiungimento delle temperatura d'esercizio,
 - caldaia per riscaldamento con alimentazione automatica, temperatura d'esercizio: a scelta,
 - caldaia per riscaldamento con alimentazione automatica, con mantenimento della brace: al più tardi dopo 15 minuti,
 - riscaldamento per ambienti con alimentazione manuale: 15 minuti,
 - riscaldamento per ambienti con alimentazione automatica: 15 minuti (con una quantità di legna inferiore a 4 kg, la misurazione può iniziare già dopo 5 minuti; cfr. cif. 5.4.1 cpv. 5).
- ⑤ Effettuare le misurazioni necessarie;
- ⑥ Al termine della misurazione, togliere la sonda e raffreddare l'apparecchio con aria fresca fino a quando saranno raggiunti i valori iniziali.

5.5 Valutazione e interpretazione

5.5.1 Concentrazione di monossido di carbonio e di materiale solido

Valutazione delle misurazioni

1. Il risultato di ogni singola misurazione deve essere convertito in modo da corrispondere a un gas di scarico secco in condizioni normali (0 °C, 1013 hPa o 1013 mbar) e a una concentrazione di ossigeno di riferimento del 13 % nonché arrotondato alla cifra intera prima della virgola nell'unità mg/m³. Gli apparecchi di misura eseguono automaticamente tali operazioni.
2. I valori medi stampati o visualizzati dall'apparecchio di misura devono essere inseriti nel rapporto di controllo della misurazione.
3. Per il confronto con il valore limite occorre tenere conto dell'incertezza della misurazione (valore F) secondo la tabella 5.

Tabella 5: Incertezza della misurazione del monossido di carbonio e del materiale solido

inquinante	incertezza della misurazione (valore F)
monossido di carbonio	± 25 % del valore misurato
materiale solido	± 40 % del valore misurato

Interpretazione dei risultati

4. Il valore limite è considerato rispettato o non si contesta l'impianto, quando nessun valore medio di una misurazione singola della durata di 30 minuti o di due misurazioni singole della durata di 15 minuti (caldaia per riscaldamento) o il valore misurato di una misurazione singola della durata di 15 minuti (riscaldamento per ambienti), meno il valore F, non supera il valore limite.
5. Il valore limite è considerato superato quando nessun valore medio di una misurazione singola della durata di 30 minuti o di due misurazioni singole della durata di 15 minuti (caldaia per riscaldamento)

o il valore misurato di una misurazione singola della durata di 15 minuti (riscaldamento per ambienti), meno il valore F, supera il valore limite²⁸.

6. Se in presenza di un abbattitore elettrostatico delle polveri occorre, per ragioni tecniche o d'esercizio, effettuare la misurazione a monte dell'abbattitore, per la valutazione del rispetto del valore limite deve essere considerato il grado di abbattimento (cfr. tabella 6).

Tabella 6: Tabella dei possibili casi (impianti a combustione alimentati con legna)

Una misurazione singola

Caso 1

$\bar{x} \times (1 - F) \leq \text{VLE}$	→ il valore limite è rispettato dopo una misurazione singola
--	--

Caso 2

$\bar{x} \times (1 - F) > \text{VLE}$	→ il valore limite è superato dopo una misurazione singola
---------------------------------------	--

Due misurazioni singole

Caso 1

$(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) / 2 \times (1 - F) \leq \text{VLE}$	→ il valore limite è rispettato dopo due misurazioni singole
--	--

Caso 2

$(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) / 2 \times (1 - F) > \text{VLE}$	→ il valore limite è superato dopo due misurazioni singole
---	--

Due misurazioni singole a monte dell'abbattitore delle polveri

Caso 1

$(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) / 2 \times (1 - \eta) \times (1 - F) \leq \text{VLE}$	→ il valore limite è rispettato dopo due misurazioni singole
--	--

Caso 2

$(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) / 2 \times (1 - \eta) \times (1 - F) > \text{VLE}$	→ il valore limite è superato dopo due misurazioni singole
---	--

Dove:

- \bar{x} = valore medio di una misurazione singola in mg/m³ (normalizzato secondo cif. 5.5.1 cpv. 1)
- $\bar{x}_{1,2,3}$ = valore medio della prima o seconda misurazione singola in mg/m³ (normalizzato secondo cif. 5.5.1 cpv. 1)
- Media = media aritmetica delle misurazioni \bar{x}_1 e \bar{x}_2
- η = percentuale di abbattimento dell'abbattitore delle polveri (in decimali: 10 % = 0,1)
- F = valore F: incertezza percentuale della misurazione (in decimali, cfr., cif. 5.5.1)
- VLE = valore limite d'emissione²⁹

²⁸ Per la valutazione vale il principio «prima la media e in seguito la norma». Ciò significa che il calcolo viene eseguito determinando innanzitutto la media dei valori misurati delle concentrazioni di CO e O₂ e normalizzando solo in seguito le concentrazioni di CO al valore di riferimento di 13 % O₂. La sequenza inversa della valutazione tramite normalizzazione dei singoli valori misurati e successiva determinazione della media sarebbe corretta dal punto di vista matematico, ma potrebbe condurre a un errore madornale da quello della tecnica di misurazione (dato che il sensore per l'O₂ reagisce molto più rapidamente rispetto a quello per il CO).

²⁹ La determinazione del valore limite d'emissione viene eseguita conformemente all'OIA in base alla potenza termica. La potenza termica determinante risulta dalla potenza nominale a cui viene aggiunto un supplemento per perdita del 15 % (potenza termica = 1,15 x potenza nominale). Ciò corrisponde a un rendimento di combustione della caldaia pari all'87 % (potenza termica = potenza nominale / 0,87). Le limitazioni successive della potenza possono essere eseguite solo previa autorizzazione delle autorità esecutive. Le relative misure tecniche devono essere descritte in modo dettagliato. Il fabbricante deve

5.5.2 Concentrazione di ossigeno

Per i calcoli successivi, i valori misurati della concentrazione di ossigeno vanno arrotondati al primo decimale dopo la virgola e riportati in tal modo nel rapporto di controllo della misurazione.

5.6 Ripetizione delle misurazioni

1. Per ogni parametro deve essere effettuata almeno una misurazione singola della durata di 30 minuti (o, in alternativa, due misurazioni singole successive della durata di 15 minuti o, nel caso dei riscaldamenti per ambienti, una misurazione singola della durata di 15 minuti, cfr. cif. 5.2).
2. Per ripetere la misurazione occorre iniziare di nuovo dal punto 1 della cifra 5.4.2.
3. Gli apparecchi di misura devono essere nuovamente tarati (regolati) prima di ogni misurazione secondo le indicazioni del fabbricante.

indicare sulla targhetta di tipo la nuova potenza nominale. Dopo la limitazione della potenza occorre eseguire un nuovo collaudo.

Allegato 1 Formule e tabelle

A1.1 Calcolo delle perdite di calore attraverso i gas di scarico

Per il calcolo delle perdite di calore attraverso i gas di scarico si ricorre alla seguente formula:

$$q_A = (t_A - t_L) \times \left[\frac{A}{21 - O_2} + B \right]$$

Dove:

- q_A = perdite di calore attraverso i gas di scarico, in %
- t_A = temperatura dei gas di scarico, in °C
- t_L = temperatura dell'aria comburente nelle immediate vicinanze del bocchettone di aspirazione del bruciatore, in °C
- O_2 = concentrazione volumica di ossigeno nei gas di scarico secchi, in %
- 21 = concentrazione volumica di ossigeno nell'aria, in %
- $A + B$ = valori calcolati secondo la tabella 7.

Tabella 7: Valori calcolati per A e B (perdite di calore) attraverso i gas di scarico

	Olio da riscaldamento extra-leggero	Gas naturale	Gas liquido e miscele gas liquidi/aria	Legna
A	0,68	0,66	0,63	0,74
B	0,007	0,009	0,008	0,008

A1.2 Calcolo della concentrazione di emissione in base alla concentrazione di ossigeno di riferimento

Per il calcolo della concentrazione di emissione in base alla concentrazione di ossigeno di riferimento si ricorre alla seguente formula:

$$E_B = E_M \times \frac{21 - O_{2B}}{21 - O_{2gem}}$$

Dove:

- E_B = concentrazione di emissione in mg/m³ riferita a una concentrazione volumica di ossigeno nei gas di scarico di 3 % (impianti a combustione alimentati con legna: 13 %).
- E_M = concentrazione di emissione misurata, in mg/m³
- O_{2gem} = concentrazione volumica di ossigeno misurata, in %
- O_{2B} = concentrazione volumica di ossigeno di riferimento secondo l'OIA: 3 % (olio, gas) / 13 % (legna)
- 21 = concentrazione volumica di ossigeno dell'aria, in %.

A1.3 Conversione degli NO_x in NO₂

Per convertire il valore misurato, espresso in ppm NO_x, in mg/m³ di NO₂, si ricorre alla seguente equazione:

$$C_{NO_2} \left[\frac{mg}{m^3} \right] = 2.054 \times C_{NO_x} [ppm]$$

Dove:

C_{NO_2} = concentrazione di NO_x in mg/m³, indicata come NO₂ e riferita ai gas di scarico secchi in condizioni normali (0 °C, 1013 mbar)

C_{NO_x} = concentrazione di NO_x misurata in ppm, riferita ai gas di scarico secchi

2.054 = fattore di conversione

A1.4 Ulteriori tabelle di conversione

Tabella 8: Per l'olio da riscaldamento extra leggero

Conversione da	in	ppm	mg/m ³	mg/MJ*	mg/kWh*	mg/kg*	
CO	1 ppm	→	1	1.250	0.364	1.310	15.503
CO	1 mg/m ³	→	0.800	1	0.291	1.048	12.402
CO*	1 mg/MJ	→	2.748	3.435	1	3.600	42.600
CO*	1 mg/kWh	→	0.763	0.954	0.278	1	11.833
CO*	1 mg/kg	→	0.065	0.081	0.023	0.085	1
NO ₂	1 ppm	→	1	2.054	0.598	2.152	25.469
NO ₂	1 mg/m ³	→	0.487	1	0.291	1.048	12.402
NO ₂ *	1 mg/MJ	→	1.673	3.435	1	3.600	42.600
NO ₂ *	1 mg/kWh	→	0.465	0.954	0.278	1	11.833
NO ₂ *	1 mg/kg	→	0.039	0.081	0.023	0.085	1

*) Nota: questi fattori di conversione valgono solo per i gas di scarico con una concentrazione volumica per ossigeno di riferimento del 3 %.

Esempi per il monossido di carbonio (CO):

- 1 ppm CO (concentrazione in ppm nei gas di scarico) corrisponde a 1,250 mg/m³ CO (concentrazione in mg/m³ nei gas di scarico);
- 1 ppm CO corrisponde a 1,310 mg/kWh CO (mg per quantità di olio da riscaldamento bruciata in kWh);
- 1 ppm CO corrisponde a 15,503 mg/kg CO (mg per kg di olio da riscaldamento bruciato).

Altre indicazioni:

- potere calorifico P_u dell'olio da riscaldamento extra leggero 42,60 MJ/kg = 11,83 kWh/kg
- potere calorifico P_u del gas naturale 36,30 MJ/m³ = 10,08 kWh/m³
- potere calorifico P_u della legna ca. 15 MJ/kg = 4,2 kWh/kg
- quantità spec. nei gas di scarico dell'olio da riscaldamento extra leggero 12,40 m³/kg
(concentrazione volumica per O₂ di riferimento = 3 %)
- quantità spec. nei gas di scarico del gas naturale 10,22 m³/m³
(concentrazione volumica per O₂ di riferimento = 3 %)
- quantità spec. nei gas di scarico della legna ca. 10 m³/kg
(concentrazione volumica per O₂ di riferimento = 3 %)

Tutti i dati concernenti i calcoli di conversione valgono per i gas di scarico secchi in condizioni normali (0 °C, 1013 hPa).

Allegato 2 Applicazione del metodo del sacco di prelievo dei gas di scarico

Il metodo del sacco di prelievo dei gas di scarico consente il prelievo di campioni dai gas di scarico (componenti gaseiformi, esclusa la concentrazione massica di materiale solido). Il gas proveniente dal contenitore viene misurato con un apparecchio di misura secondo la cifra 2.3 capoverso 1. Con la misurazione si ottiene il valore medio su tutta la durata di prelievo del campione.

L'apparecchiatura del sacco di prelievo dei gas di scarico (detta in seguito apparecchiatura) deve essere provvista di un dispositivo per il prelievo di campioni che garantisca la raccolta del campione di gas non diluito e un filtraggio efficiente del materiale solido. Il riempimento del sacco di prelievo dei gas di scarico avviene attraverso un flussimetro. Il sacco utilizzato deve essere chiudibile ermeticamente e pulito prima del prelievo del campione. A tale scopo, l'apparecchiatura riempie il sacco con aria ambiente pulita, sacco che viene in seguito vuotato completamente. La procedura deve essere ripetuta due volte. Prima del prelievo del campione va inoltre verificata la tenuta dell'apparecchiatura chiudendo la sonda e facendo funzionare a pieno regime la pompa per il prelievo dei campioni. L'apparecchiatura è ermetica se non è visibile un flusso nelle vicinanze del flussimetro. Appena prima del prelievo del campione, il volume morto del dispositivo di prelievo del campione viene pulito per circa 2 minuti con il campione di gas. Il sacco viene in seguito collegato alla pompa in funzione dell'apparecchiatura.

Durante l'intera durata del prelievo del campione si deve mantenere un flusso costante. Se ciò non è possibile, le variazioni delle concentrazioni di azoto e monossido di carbonio potrebbero causare degli errori. Il flusso deve essere regolato in modo da garantire un volume di prelievo sufficiente per la successiva misurazione con l'apparecchio di misura. A tale scopo, il flusso nella sonda non deve in nessun caso essere inferiore a 1 litro al minuto. La durata del prelievo si basa sulla cifra 5.1. Al termine del prelievo, il campione di gas viene equilibrato per almeno 5 minuti nel sacco di prelievo prima di eseguire la misurazione. La valutazione dei risultati avviene conformemente alla cifra 5.5.1.

Allegato 3 Profili di formazione per l'esecuzione dei controlli degli impianti a combustione

La formazione per l'esecuzione dei controlli degli impianti a combustione secondo l'articolo 13 dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) viene proposta sotto forma di moduli. Si tratta in primo luogo di garantire il **principio di competenza d'intervento**. L'elemento di base è il modulo: un'unità didattica di per sé limitata dal punto di vista specialistico, autonoma e conclusa con una prova di competenza. Lo svolgimento di più moduli consente di ottenere una competenza professionale o l'autorizzazione a presentarsi a un esame finale intermodulare. Il superamento dell'esame di professione conferisce il titolo di «Controllore di impianti a combustione con attestato professionale federale»³⁰. A partire dal 1° gennaio 2026 sarà possibile conseguire tale titolo in due indirizzi professionali³¹:

Indirizzo professionale olio o gas

- BP1 Fondamenti della tecnologia di misurazione delle emissioni per l'igiene dell'aria
- BP2 Valutazione e consulenza
- BP3 Igiene dell'aria e diritto ambientale
- OG1 Autorizzazione alla misurazione di impianti alimentati a olio e a gas

Indirizzo professionale legna

- BP1 Fondamenti della tecnologia di misurazione delle emissioni per l'igiene dell'aria
- BP2 Valutazione e consulenza
- BP3 Igiene dell'aria e diritto ambientale
- H1 Autorizzazione alla misurazione degli impianti alimentati a legna
- H2 Controllo visivo delle ceneri e della combustione

Competenze specialistiche dei controllori

Campo di competenza professionale: Secondo l'articolo 43 della legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb), le autorità esecutive possono delegare compiti d'esecuzione a privati. Per i controlli ufficiali degli impianti di combustione secondo l'articolo 13 OIA si sfrutta già da tempo questa opportunità. Nella pratica, i Cantoni applicano diversi modelli esecutivi per l'esecuzione dei controlli degli impianti a combustione. Dalle numerose deleghe risultano le specializzazioni o i profili di formazione seguenti per i controllori.

Esecuzione dei controlli degli impianti a combustione alimentati con olio o gas (fino a 1 MW)

Esecuzione delle misurazioni relative all'igiene dell'aria e all'energia degli impianti a combustione semplici alimentati con olio o gas come pure degli impianti a combustione con requisiti più elevati secondo le raccomandazioni dell'UFAM per il controllo della combustione. I risultati delle misurazioni delle emissioni di impianti a combustione alimentati con olio o gas devono essere interpretati, valutati e ponderati. I gestori degli impianti devono essere informati sulle correlazioni con l'igiene dell'aria e sulle relative ripercussioni. In caso di reclami devono essere condotte discussioni, neutrali dal punto di vista del fabbricato, su un eventuale risanamento; in presenza di denunce da parte dei vicini in merito all'igiene dell'aria vanno identificate le fattispecie esatte.

Profilo di formazione: Conclusione con certificato dei moduli BP1, BP2, BP3, OG1 e dell'esame intermodulare con attestato professionale federale indirizzo professionale olio e gas.

³⁰ I requisiti formali relativi all'attestato professionale federale sono stabiliti nel «Regolamento per l'esame di professione di controllore di impianti a combustione, indirizzo professionale legno e indirizzo professionale olio e gas» e nelle relative direttive.

³¹ Gli attestati professionali federali e l'autorizzazione di misurazione ottenuti in base ai precedenti regolamenti d'esame (PO 2012) mantengono la loro validità. Le disposizioni transitorie sono riportate nel «Regolamento per l'esame di professione di controllori di impianti a combustione, indirizzo professionale legno e indirizzo professionale olio e gas» e nelle relative direttive.

Misurazioni degli impianti a combustione alimentati con olio o gas (fino a 1 MW) e comunicazione dei risultati alle autorità esecutive competenti (autorizzazione di misurazione olio e gas)

Campo di competenza professionale: Esecuzione delle misurazioni relative all'igiene dell'aria e all'energia degli impianti a combustione semplici alimentati con gasolio o gas come pure degli impianti a combustione con requisiti più elevati secondo le raccomandazioni dell'UFAM per il controllo della combustione e comunicazione dei risultati alle autorità esecutive competenti.

Profilo di formazione: Conclusione con certificato dei moduli BP1, OG1.

Esecuzione dei controlli degli impianti a combustione alimentati con legna (fino a 70 kW)

Campo di competenza professionale: Esecuzione delle misurazioni relative all'igiene dell'aria degli impianti a combustione alimentati con legna secondo le raccomandazioni dell'UFAM per il controllo della combustione. I risultati delle misurazioni delle emissioni di impianti a combustione alimentati con legna devono essere interpretati, valutati e ponderati. I proprietari di impianti di riscaldamento devono essere istruiti in merito alla gestione corretta degli impianti a combustione alimentati con legna e informati sulle correlazioni con l'igiene dell'aria e sulle relative ripercussioni. In caso di reclami devono essere condotte discussioni, neutrali dal punto di vista del fabbricato, su un eventuale risanamento; in presenza di denunce da parte dei vicini in merito all'igiene dell'aria vanno identificate le fattispecie esatte.

Profilo di formazione: Conclusione con certificato dei moduli BP1, BP2, BP3, H1, H2 e dell'esame intermodulare con attestato professionale federale indirizzo professionale legna.

Misurazioni degli impianti a combustione alimentati con legna (fino a 70 kW) e comunicazione dei risultati alle autorità esecutive competenti (autorizzazione di misurazione legna)

Campo di competenza professionale: Esecuzione delle misurazioni relative all'igiene dell'aria degli impianti a combustione alimentati con legna secondo le raccomandazioni dell'UFAM per il controllo della combustione e comunicazione dei risultati alle autorità esecutive competenti.

Profilo di formazione: Conclusione con certificato dei moduli BP1, H1.

Esecuzione del controllo visivo di ceneri e combustibile

Campo di competenza professionale: Esecuzione del controllo visivo contro l'incenerimento abusivo di rifiuti in impianti a combustione alimentati con legna, con consulenza specialistica ai gestori.

Profilo di formazione: Conclusione con certificato del modulo H2.

Equipollenza:

La decisione in merito all'equipollenza dei moduli richiesti per le formazioni nazionali spetta alla Commissione per il controllo della qualità dell'esame professionale per controllori di impianti a combustione (QSK-FK).

Profili di formazione nella Svizzera romanda

Per l'esecuzione dei controlli degli impianti a combustione nella Svizzera romanda, i controllori vengono formati dall'ARPEA (Association romande pour la protection des eaux et de l'air). Per la misurazione degli impianti a combustione alimentati con olio o gas viene richiesto il «Certificat ARPEA de contrôleur de combustion pour les chauffages au gaz et à l'huile», che include i moduli BP1 e OG1. Per la misurazione degli impianti a combustione alimentati con legna viene richiesto il «Certificat ARPEA de contrôleur de combustion pour les chauffages au bois», che include i moduli BP1 e H1.

Riconoscimento dei titoli professionali secondo i regolamenti d'esame precedenti al 2026

Le persone che hanno acquisito l'autorizzazione alla misurazione di impianti alimentati a olio e a gas prima del 1.1.2026 possono farsi accreditare i moduli BP1 e OG1. Fino al 31.12.2025, l'autorizzazione

alla misurazione di impianti alimentati a olio e a gas comprendeva il completamento con successo dei moduli AT1, MT1 e MT2. Le persone che hanno acquisito l'autorizzazione alla misurazione degli impianti alimentati a legna prima del 1.1.2026 possono ottenere l'accredito dei moduli BP1 e H1. Fino al 31.12.2025, l'autorizzazione alla misurazione degli impianti alimentati a legna comprendeva il completamento con successo dei moduli AT3, MT3 e AB3.

Osservazione finale

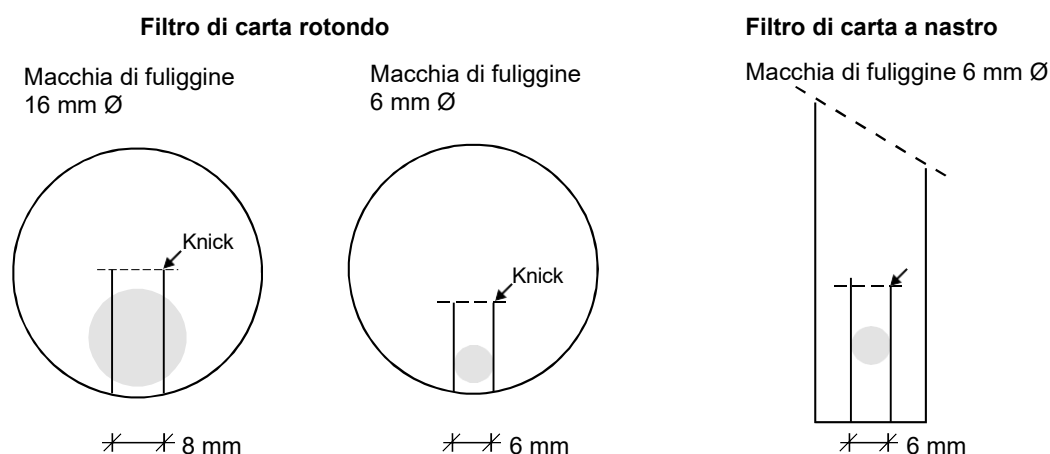
Permesso provvisorio: Per principio, le persone che non dispongono delle necessarie qualifiche non possono eseguire misurazioni.

Coloro che hanno concluso con successo la formazione di base (certificato del modulo BP1) e si preparano per il modulo specialistico OG1, rispettivamente H1 o per un esame professionale corrispondente (p. es. l'esame di professione di controllore di impianti a combustione) possono effettuare misurazioni per al massimo due anni (permesso provvisorio). Se entro tale termine i candidati non assolvono la formazione specialistica, il permesso provvisorio perde la sua validità.

Allegato 4 Misurazione delle particelle di olio non completamente combuste

1. Se del caso, l'autorità può ordinare la determinazione delle particelle di olio non completamente combuste.
2. Di regola, i gas di scarico sono considerati privi di particelle di olio non completamente combuste se, nell'ambito dei controlli periodici degli impianti a combustione, i valori limite d'emissione del monossido di carbonio sono rispettati. Se si sospetta l'emissione di odori occorre eseguire, a titolo complementare, una prova dell'olio mediante solventi.
3. Per verificare la presenza di particelle di olio non completamente combuste sul filtro sporco di fuliggine viene impiegato l'etanolo (alcol etilico) come solvente. In questo modo, le eventuali particelle di olio diventano visibili.
4. Tale procedura è adatta sia per i filtri grandi che per quelli piccoli. Per verificare la presenza di particelle di olio non completamente combuste sono necessari i seguenti mezzi ausiliari:
 - 1 bottiglietta di etanolo (alcol etilico anidro), concentrazione massica necessaria: 96 %;
 - 1 paio di forbici;
 - 1 specchietto o un oggetto simile e
 - 1 pipetta.
5. La verifica delle particelle di olio non completamente combuste deve avvenire immediatamente dopo aver determinato l'indice di fuliggine.
6. La prova mediante solventi va eseguita per ogni carico di funzionamento sui due campioni di fuliggine.
7. I filtri di carta non devono essere né bruciacchiati né umidi.
8. Ordine di svolgimento delle singole operazioni:
 - con le forbici tagliare nel filtro di carta una striscia, come indicato nella figura 5, e piegarla ad angolo retto verso il basso, senza toccare la macchia di fuliggine;
 - con la pipetta versare 1 – 2 gocce di solvente sullo specchietto;
 - mettere la striscia piegata a contatto con il solvente finché quest'ultimo non viene assorbito dalla carta e oltrepassa la macchia di fuliggine;
 - non appena il solvente ha oltrepassato il bordo della macchia di fuliggine, allontanare il filtro di carta dallo specchietto e lasciarlo asciugare.
9. Se, quando il filtro di carta è asciutto, appare chiaramente una colorazione gialla o giallo-brunastra sul bordo della macchia di fuliggine, vuol dire che ci sono particelle di olio non completamente combuste nei gas di scarico.

Figura 5: Come tagliare una striscia nel filtro di carta



Elenco delle figure

Figura 1: Ubicazione del foro di prelievo sui tubi dei gas di scarico (di impianti di combustione alimentati con olio, gas e legna) con un tratto dritto sufficientemente lungo prima del cambiamento di direzione	8
Figura 2: Ubicazione del foro di prelievo sui tubi dei gas di scarico (di impianti a combustione alimentati con olio o gas) senza un tratto dritto sufficientemente lungo prima del cambiamento di direzione..	9
Figura 3: Ubicazione del foro di prelievo sui tubi dei gas di scarico (di impianti a combustione alimentati con legna) senza un tratto dritto sufficientemente lungo prima del cambiamento di direzione	9
Figura 4: Ubicazione del foro di prelievo in generatori di calore a gas con bruciatore atmosferico muniti di dispositivo antiriflusso dei gas di scarico	9
Figura 5: Come tagliare una striscia nel filtro di carta	31

Elenco delle tabelle

Tabella 1: Incertezza della misurazione di monossido di carbonio e di ossidi di azoto in impianti a combustione alimentati con olio o gas	13
Tabella 2: Tabella dei possibili casi (valutazione degli impianti a combustione alimentati con olio o gas).....	13
Tabella 3: Incertezza della misurazione delle perdite di calore attraverso i gas di scarico in impianti a combustione alimentati con olio o gas	15
Tabella 4: Esempi illustrativi (impianti a combustione alimentati a olio o a gas)	15
Tabella 5: Incertezza della misurazione del monossido di carbonio e del materiale solido	20
Tabella 6: Tabella dei possibili casi (impianti a combustione alimentati con legna)	21
Tabella 7: Valori calcolati per A e B (perdite di calore) attraverso i gas di scarico	23
Tabella 8: Per l'olio da riscaldamento extra leggero	24
Tabella 9: Per il gas naturale.....	25
Tabella 10: Per gli impianti a combustione alimentati con legna	25